



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Diseño fotolumínico del campo de fútbol de la Escuela Naval
Militar mediante técnicas 3D de modelado BIM*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Álvaro Ruesta Montesino

DIRECTOR: Xavier Núñez Nieto

CURSO ACADÉMICO: 2020-2021

UniversidadeVigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Diseño fotolumínico del campo de fútbol de la Escuela Naval
Militar mediante técnicas 3D de modelado BIM*

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo primordial el diseño de una propuesta que mejore de manera significativa el sistema de alumbrado exterior deportivo del campo de fútbol “Roger de Lauria” de la Escuela Naval Militar. Para ello, tras una etapa de planimetría y diseño CAD que ubique de forma correcta el estudio realizada con ayuda de un software gráfico específico (AutoCAD), se procede con la simulación informática principal con la ayuda de un software específico de instalaciones de alumbrado (DIALux). Dicha propuesta de alumbrado se basa en tecnología LED y permite la creación de un modelo 3D-BIM del lugar. A la vista de los resultados obtenidos con la nueva disposición y sistema de alumbrado, se lleva a cabo un estudio económico que respalde la decisión tomada a lo largo del trabajo. La nueva propuesta cumple la normativa internacional vigente pero también mejora aspectos relevantes hoy en día como son la amabilidad medioambiental, eficiencia energética y durabilidad y pone a dicho emplazamiento al día en términos de energía.

PALABRAS CLAVE

DIALux, alumbrado exterior deportivo, LED, eficiencia energética y BIM

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer al profesor D. Xavier Núñez por la ayuda, consejo y dirección prestada a lo largo de estos meses para enfocar y desarrollar de la mejor manera el trabajo bajo las condiciones tan difíciles que estamos viviendo en España y en el resto del mundo.

A mis amigos, con los que tengo la suerte de compartir promoción, que han estado en los buenos y en los no tan buenos momentos a lo largo de estos 5 intensos años. Con ellos, comienza una nueva etapa que seguro que será de las mejores de nuestra vida.

Por último y no menos importante, a los 4 miembros de mi familia: mi padre, madre, mi hermana y mi hermano. A mi padre, que me enseñó desde pronta edad que rendirse nunca es ni será una opción, a mi madre, que me ha enseñado lo que es el amor de manera incondicional y de una forma tan generosa como solo ella sabe y a mis hermanos, por siempre creer en la mejora continua para llegar a la cima. Gracias a ellos, he sido capaz de cumplir mis objetivos desde que entré en la Escuela Naval y su apoyo incondicional ha sido fundamental en muchos aspectos de la vida. Es una suerte poder contar con ellos pase lo que pase ya que no todo el mundo tiene ese privilegio ni mucho menos. De las dos estrellas de 6 puntas, 1 de ellas es suya sin lugar a duda.

CONTENIDO

Contenido	1
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas.....	7
1 Introducción y objetivos.....	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objetivos	10
1.3 Ubicación	11
1.4 Marco legal	11
1.5 Estructura	11
2 Estado del arte	13
2.1 Introducción	13
2.2 Alumbrado	13
2.2.1 Definición	13
2.2.2 Alumbrado interior	13
2.2.3 Alumbrado exterior	14
2.3 Alumbrado en instalaciones deportivas	15
2.3.1 Particularidades del alumbrado	15
2.3.2 Alumbrado en instalaciones deportivas interiores.....	15
2.3.3 Alumbrado en instalaciones deportivas exteriores.....	16
2.4 Intensidad luminosa	19
2.4.1 Definición.....	19
2.4.2 Medición de la intensidad luminosa.....	19
2.5 Flujo luminoso	20
2.5.1 Definición.....	20
2.5.2 Medición del flujo luminoso	20
2.5.3 Degradación con el tiempo.....	20
2.6 Luminancia.....	21
2.6.1 Definición.....	21
2.6.2 Medición de la luminancia	21
2.7 Iluminancia.....	22
2.7.1 Definición.....	22
2.7.2 Medidas de la iluminancia.....	22

2.8	Rendimiento y eficiencia luminosa.....	22
2.8.1	Definición.....	22
2.9	Absorción, reflexión y transmisión.....	23
2.9.1	Definición.....	23
2.10	Grado de deslumbramiento	23
2.10.1	Definición	23
2.11	Tecnología LED	24
2.11.1	Introducción.....	24
2.11.2	Luminarias LED para alumbrado exterior	24
2.11.3	Tipos de instalaciones de alumbrado exterior	24
2.11.4	Características principales del LED.....	26
2.11.5	Ventajas de su empleo	26
2.11.6	Beneficios para los usuarios	26
2.12	Uniformidad de color	26
2.12.1	Definición	26
2.12.2	Elipses de MacAdam y SDCM.....	26
2.13	Tecnología BIM	27
2.13.1	Introducción.....	27
2.13.2	Funcionamiento	28
2.13.3	Principales ventajas	28
2.14	Software empleado.....	28
2.14.1	DIALux 4.13.....	28
2.14.2	AutoCAD 2021	29
3	Desarrollo del TFG	31
3.1	Introducción	31
3.2	Planimetría y diseño CAD	31
3.2.1	Descripción.....	31
3.2.2	Plano de situación.....	32
3.2.3	Plano de emplazamiento de la Escuela Naval Militar	32
3.2.4	Plano de emplazamiento del campo de fútbol “Roger de Lauria”	34
3.2.5	Planta general del campo de fútbol “Roger de Lauria”	34
3.2.6	Detalles del campo de fútbol “Roger de Lauria”	35
3.2.7	Plano de la luminaria LED empleada.....	35
3.2.8	Planos procedentes de DIALux.....	35
3.3	Simulación propuesta.....	36

3.3.1	Descripción.....	36
3.3.2	Creación de un proyecto.....	36
3.3.3	Elaboración del proyecto.....	36
3.3.4	Cálculo de los parámetros relevantes	45
3.3.5	Comprobación de los cálculos.....	47
3.3.6	Herramientas de análisis de resultados.....	50
3.3.7	Luminaria escogida para realizar la simulación	51
3.3.8	Mejora visual del proyecto	52
3.4	Estudio económico	54
4	Resultados	57
4.1	Introducción	57
4.2	Planimetría y diseño CAD	57
4.3	Simulación propuesta.....	69
4.3.1	Uniformidad (E_{min}/E_m) e iluminancia horizontal (E_m)	69
4.3.2	Grado de deslumbramiento (GR)	69
4.3.3	Índice de reproducción cromática	70
4.4	Estudio económico	70
4.4.1	Caso base.....	70
4.4.2	Mejor caso posible.....	71
4.4.3	Peor caso posible	71
4.4.4	Explicación común a las opciones.....	72
5	Conclusiones y líneas futuras.....	73
5.1	Introducción	73
5.2	Conclusiones	73
5.2.1	Conclusiones previas.....	73
5.2.2	Conclusiones finales.....	74
5.3	Líneas futuras.....	74
5.3.1	Corto plazo	75
5.3.2	Largo plazo.....	75
6	Bibliografía	77
	Anexo I: Luminaria actual y propuesta LED	79
	Anexo II: Informe del campo de fútbol “Roger de Lauria”	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Vista aérea de la Escuela Naval Militar [1]	9
Figura 1-2 Vista panorámica de la zona deportiva	10
Figura 1-3 Instalación y funcionamiento de iluminación actual	10
Figura 1-4 Situación del campo de fútbol "Roger de Lauria"	11
Figura 2-1 Diferencias entre tipos de alumbrado [5].....	14
Figura 2-2 Disposición de luminarias en interiores [5]	16
Figura 2-3 Variación de alturas de las columnas [5]	17
Figura 2-4 Iluminación de pista de atletismo [5]	17
Figura 2-5 Disposición con torres en esquina [5].....	18
Figura 2-6 Disposición lateral [5].....	19
Figura 2-7 Intensidad luminosa [8]	19
Figura 2-8 Expresión matemática [8]	19
Figura 2-9 Flujo luminoso [8]	20
Figura 2-10 Degradación de la luz [6].....	21
Figura 2-11 Luminancia y el ojo humano [6].....	21
Figura 2-12 Expresión matemática [8]	22
Figura 2-13 Iluminancia [8]	22
Figura 2-14 Rendimiento [8].....	23
Figura 2-15 Efecto del deslumbramiento en la conducción [8]	24
Figura 2-16 Estructura básica LED [7]	24
Figura 2-17 Luminaria alumbrado exterior nueva instalación [7].....	25
Figura 2-18 Luminaria alumbrado exterior re-lamping [7].....	25
Figura 2-19 Luminaria alumbrado exterior retrofit [7]	25
Figura 2-20 Elipses de MacAdam [7]	27
Figura 3-1 Esquema de las distintas partes del trabajo.....	31
Figura 3-2 Autenticación mediante certificado digital [14]	32
Figura 3-3 Importación del archivo	32
Figura 3-4 Vista general de la Escuela Naval Militar [16].....	33
Figura 3-5 Importación de las ortofotos en AutoCAD.....	33
Figura 3-6 Imagen empleada como referencia [17]	34
Figura 3-7 Importación de la imagen satélite en AutoCAD.....	34
Figura 3-8 Vista 3D tras la exportación	35

Figura 3-9 Vista en planta tras la exportación.....	35
Figura 3-10 Ventana inicial emergente en DIALux 4.13.....	36
Figura 3-11 Vista de las distintas zonas en 3D	37
Figura 3-12 Logo Philips.....	38
Figura 3-13 Selección final [19].....	39
Figura 3-14 Índice de protección (IP) de una luminaria [7].....	39
Figura 3-15 Zona oscura actual por avería	40
Figura 3-16 Comparativa entre distintas fuentes de luz [8]	40
Figura 3-17 Disposición actual de las torres [17].....	41
Figura 3-18 Acceso al catálogo de luminarias	42
Figura 3-19 Elección de luminaria Philips	43
Figura 3-20 Conversión a formato DIALux.....	43
Figura 3-21 Vista en detalle de la opción a elegir	44
Figura 3-22 Desplegable de los parámetros variables.....	44
Figura 3-23 Ubicación de las luminarias.....	45
Figura 3-24 Vista lateral en la configuración manual	46
Figura 3-25 Vista en planta en la configuración manual.....	46
Figura 3-26 Vista en detalle de la opción.....	47
Figura 3-27 Vista al finalizar la simulación	47
Figura 3-28 Resumen del área principal.....	48
Figura 3-29 Resumen del área total.....	48
Figura 3-30 Punto de cálculo a introducir	49
Figura 3-31 Vista en detalle de la opción.....	49
Figura 3-32 Vista con la malla y jugadores introducidos.....	50
Figura 3-33 Resumen del deslumbramiento.....	50
Figura 3-34 Colores falsos en 3D.....	51
Figura 3-35 Luminaria PHILIPS	51
Figura 3-36 Diagrama de intensidad polar	52
Figura 3-37 Elección de textura	53
Figura 3-38 Vista 3D con texturas	53
Figura 3-39 Vista 3D con las torres.....	54
Figura 3-40 Vista lateral con las torres.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Valores de la normativa a cumplir	45
Tabla 3-2 Características técnicas	52
Tabla 4-1 Resultados de uniformidad e iluminancia horizontal.....	69
Tabla 4-2 Resultados del grado de deslumbramiento.....	69
Tabla 4-3 Resultado del índice de reproducción cromática	70
Tabla 4-4 Caso base	70
Tabla 4-5 Mejor caso posible	71
Tabla 4-6 Peor caso posible.....	71

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes

La Escuela Naval Militar (ENM) es el centro docente militar encargado de la formación marinera, científica y militar de los futuros oficiales de los distintos cuerpos de la Armada Española: Cuerpo General, Infantería de Marina, Intendencia e Ingenieros. Su localización desde el año 1943 es Marín, Pontevedra ya que antes de esa fecha se encontraba en la Población Naval de San Carlos, San Fernando, Cádiz.



Figura 1-1 Vista aérea de la Escuela Naval Militar [1]

Las instalaciones deportivas desempeñan un papel clave en el día a día de todo el personal que se encuentra en dicho centro docente, desde alumnos, dotación, suboficiales y oficiales, pero también al profesorado civil que se encuentra realizando sus labores de enseñanza. Por ello, se debe contar con medios deportivos de calidad, acorde a su gran impacto en el día a día del futuro de la rama naval española.



Figura 1-2 Vista panorámica de la zona deportiva

En las inmediaciones del gimnasio “Guardiamarina Barrutia”, en el año 2006 se llevó a cabo el proyecto básico y ejecución de instalación del césped artificial en el campo de fútbol “Roger de Lauria” [2], en el cual se dotó a dicho terreno de un sistema de iluminación compuesta por halogenuros metálicos, más concretamente mercurio halogenado. Dicha instalación dista de ser la mejor opción desde el punto de vista lumínico en aspectos tan relevantes como son la potencia consumida, calidad de la luz, respeto al medioambiente entre otros muchos otros. Por ello, la tecnología LED es una alternativa moderna y acorde para esta situación.



Figura 1-3 Instalación y funcionamiento de iluminación actual

1.2 Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo es la propuesta de una instalación de alumbrado con tecnología LED para que de esta manera sea posible la sustitución de la actual del campo de fútbol “Roger de Lauria” con el empleo de modelado 3D-BIM.

Además del objetivo principal, también se pretende construir un modelo 3D-BIM del campo de fútbol que permita tener de manera digital la zona para futuras modificaciones o remodelaciones.

1.3 Ubicación

La parte principal del trabajo se realizará en la Escuela Naval Militar, situada en el municipio de Marín, más concretamente en la provincia de Pontevedra.

Efectuando una mayor ampliación en la zona, el estudio se realizará en el campo de fútbol “Roger de Lauria” que junto al gimnasio “Guardiamarina Barrutia” forma el grueso de las instalaciones deportivas en el centro formativo.

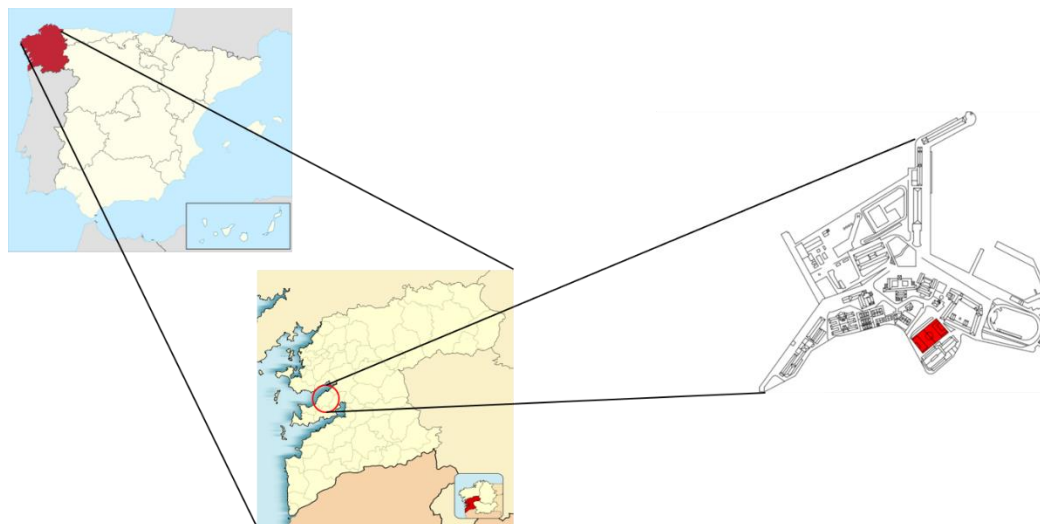


Figura 1-4 Situación del campo de fútbol "Roger de Lauria"

1.4 Marco legal

A lo largo de todo el proyecto se ha empleado la normativa que a continuación figura:

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Norma UNE-EN 12193 sobre la iluminación de instalaciones deportivas.
- Norma UNE-EN 12464.1 sobre la iluminación de los lugares de trabajo en interiores.
- Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios.
- Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de iluminación interior, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Instrucción 8/2009 de 9 de marzo del Secretario de Estado de Defensa por el que se aprueba el Programa Permanente de Eficiencia y Economía de Gasto del Ministerio de Defensa.
- Ley 28/2014 de 27 de noviembre por la que se modifican (...) la ley 38/1992 de 28 de diciembre de Impuestos Especiales y la Ley 16/2013 de 29 de octubre por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financieras.
- Instrucción 56/2011 de 3 de agosto del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa.

1.5 Estructura

La estructura del presente trabajo consta de tres partes diferenciadas. La primera se centra en una recopilación de información con su respectiva bibliografía. La segunda se focaliza en el estudio y diseño

fotolumínico de la nueva instalación a proponer, mediante el estudio de la nueva luminaria LED. Finalmente, la última consta de los resultados que se han obtenido de la simulación y su interpretación.

Lo mencionado anteriormente se puede sintetizar en los siguientes apartados:

- **Estado del arte:** introducción de forma teórica a los conceptos clave que posteriormente se desarrollarán.
- **Desarrollo:** se describen los pasos para realizar los distintos planos y la propuesta de cambio de luminarias LED, además de un estudio económico.
- **Resultados:** se exponen los principales resultados obtenidos en el desarrollo.
- **Conclusiones y líneas futuras:** síntesis y lecciones aprendidas de la realización del proyecto, añadiendo unas variantes para ampliación y profundización del tema desarrollado a corto y largo plazo.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción

En este apartado se pretende definir y explicar conceptos clave para la correcta comprensión del trabajo, así como la tecnología LED y BIM empleada para finalmente concluir con el software empleado para el desarrollo de los resultados.

2.2 Alumbrado

2.2.1 Definición

Consiste en la infraestructura necesaria para alumbrar el suelo urbano. Esta acción se consigue mediante la instalación de dispositivos con unos requisitos previos establecidos que consigan satisfacer las necesidades lumínicas de la zona en cuestión, como puede ser el nivel de iluminación de esa zona.

El alumbrado se divide a su vez en dos partes, el alumbrado exterior y el alumbrado interior. A continuación, se desarrollarán ambas, dando mayor relevancia al alumbrado exterior al ser un aspecto fundamental en el presente trabajo. [3]

2.2.2 Alumbrado interior

En el ámbito de la Unión Europea, en el año 2002 se redactó y publicó la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios cuya aplicación es obligatoria para todos los países miembros, incluidos España. Esta Directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas las instalaciones de un edificio, incluida la iluminación. Inmersos en el cumplimiento de dicha Directiva, en nuestro país se están desarrollando múltiples esfuerzos enfocados a la consecución de dicha mejora energética en las instalaciones de alumbrado, constituyendo de este modo una seria y responsable respuesta a las peticiones que surgen de todos los ámbitos de la Sociedad.

Tal y como establece la norma UNE-EN 12464.1 “*Iluminación de los lugares de trabajo en interior*”, establece que se deben cumplir tanto cualitativamente como cuantitativamente los siguientes aspectos desde el punto de vista visual:

- **Confort visual:** sensación de bienestar de los trabajadores que repercute de un modo indirecto a la productividad.
- **Prestaciones visuales:** en el que los trabajadores son capaces de llevar a cabo sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles durante períodos más largos.
- **Seguridad:** aspecto fundamental en toda empresa u organismo público o privado.

2.2.3 Alumbrado exterior

El alumbrado exterior incluye a toda la instalación de iluminación de titularidad pública o privada cuyo flujo luminoso se proyecta sobre un espacio abierto (carretera, calle, parque, ornamental, etc.) de uso público. Estas instalaciones totalizan unos 8.849.839 puntos de luz con una potencia media de 156 W que representa un consumo de electricidad de 5.296 GWh/año para el conjunto de España. [4]

El número de instalaciones, y su consumo eléctrico ha crecido en estas últimas décadas coligado al desarrollo urbanístico de nuestros municipios, pero, en estos momentos, las instalaciones de alumbrado exterior están experimentando avances tecnológicos y legislativos que marcarán un punto de inflexión en el tendencial de su consumo. Así, la promulgación del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008), junto con la irrupción de la tecnología LED y la admisión de la contratación de empresas de servicios energéticos por las administraciones públicas, son

hitos surgidos en estos últimos años que cambiarán previsiblemente las instalaciones que hoy conocemos en el alumbrado de nuestros municipios y carreteras. [4]

Tras numerosos estudios llevados a cabo en distintos ayuntamientos y una vez analizada toda la documentación que fue aportada de vuelta, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) estima que, de un total de 700.000 puntos de luz analizados, el 97% de los casos contemplan la sustitución de las actuales lámparas de descarga por tecnología LED. Esto llevaría a un ahorro promedio de un 65% anual en el consumo de electricidad. [4]

2.2.3.1 Tipos de alumbrado exterior

Los principales tipos de alumbrado exterior a destacar son los siguientes:

- **Alumbrado vial:** encargado de garantizar la seguridad y facilitar la visibilidad nocturna de las vías de acceso a las ciudades, circunvalaciones, túneles, así como calzadas de las calles de nuestras poblaciones. Suele haber una gran diferencia entre la iluminación de alumbrado en zonas viales y la iluminación en zonas peatonales, ya que en las primeras prima la función por encima de la estética y en las otras prima la estética por encima de la función.
- **Alumbrado por proyección:** encargado de iluminar instalaciones deportivas, fachadas de edificios y monumentos existentes en plazas, parques, etc. El proyector es la luminaria por excelencia en el alumbrado por proyección, siendo el sistema de iluminación más versátil que existe. La variedad de potencias, ópticas y demás elementos es de una extensión considerable. [4]

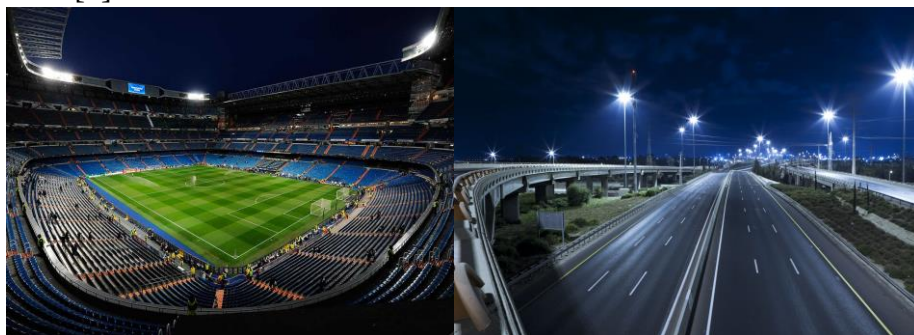


Figura 2-1 Diferencias entre tipos de alumbrado [5]

2.2.3.2 Importancia del alumbrado exterior

Por razones económicas y ambientales, algunos organismos pueden desear una reducción de iluminación. A pesar de esto, existen una serie de niveles y valores mínimos de iluminación a cumplir basados en razones de seguridad.

La iluminación en zonas exteriores ayuda a mantener un entorno seguro en las calles, senderos, caminos y en todos los espacios en los que se establezca. También ayuda a crear un ambiente agradable en las terrazas, patios, edificios y monumentos, por lo que está intrínsecamente relacionado con la primera impresión que se tiene de un lugar o zona. [4]

2.2.3.3 Requisitos para el alumbrado exterior

En cuanto al nivel de iluminación exterior, existen unos requisitos mínimos para especificar la cantidad mínima de luz que puede proporcionar la seguridad y la buena visibilidad a los peatones y conductores. Los niveles de iluminación que se consideran satisfactorios con fuentes de luz artificiales se consideran relativamente bajos:

- 8 a 50 lux en iluminación vial.
- 300 a 1000 lux para leer y trabajar.
- 1500 a 2000 lux para precisión y trabajo detallado.

2.3 Alumbrado en instalaciones deportivas

2.3.1 Particularidades del alumbrado

Con respecto al alumbrado instalaciones deportivas, este tiene particularidades dependiendo del deporte que sea, al nivel en el que se desarrolla entre otros muchos aspectos.

Por lo general en las instalaciones deportivas podemos considerar los siguientes agentes:

- Jugadores
- Equipos técnicos (Árbitros, jueces, entrenadores, etc)
- Espectadores y medios audiovisuales (Radio, TV, prensa, etc)

Tanto los jugadores como los árbitros deben ser capaces de ver con precisión todo lo que sucede en el terreno de juego para actuar de manera acorde.

Los espectadores también tienen la necesidad de apreciar nítidamente las circunstancias en las que se desarrolla el juego, dentro de unos estándares lumínicos confortables. El alumbrado también debe estar orientado a que los espectadores puedan entrar, salir y ocupar sus asientos con seguridad ya que la seguridad del público es uno de los aspectos de mayor importancia en iluminación deportiva.

Los medios audiovisuales que cubren la información de todo lo que ocurre en las instalaciones también tienen unas especificaciones que se deben verificar para asegurar una buena calidad de imagen. [2]

Atendiendo a los distintos niveles de iluminación, se distinguen:

- Nivel recreativo (entrenamiento, actividades no competitivas y competiciones nacionales).
- Nivel profesional (entrenamientos profesionales, competiciones nacionales, internacionales con intervención de medios audiovisuales, etc).

En el caso del presente trabajo, se dotará de un nivel recreativo.

2.3.2 Alumbrado en instalaciones deportivas interiores

Para este apartado, se tomará como ejemplo un campo de baloncesto cubierto. [5]

2.3.2.1 Iluminación de un campo de baloncesto

La iluminación de una cancha de baloncesto interior se realiza mediante luminarias suspendidas en el techo que iluminan todo el espacio deportivo. La inclinación de los proyectores debe ser la correcta

para evitar deslumbramientos en la pista y evitar que la luz incida directamente sobre el tablero ya que se produciría deslumbramiento sobre los jugadores.



Figura 2-2 Disposición de luminarias en interiores [5]

2.3.3 Alumbrado en instalaciones deportivas exteriores

A continuación, se describen una serie de implantaciones típicas de distintos deportes realizados en exteriores y cuya fuente bibliográfica ha sido [5].

2.3.3.1 Iluminación de una pista de tenis

La iluminación de una pista de tenis es muy similar a la de un campo de fútbol salvo que cambian ciertos factores como la rapidez del juego o el tamaño de la pelota, aspectos que afectan tanto a los jugadores como espectadores.

La disposición de las luminarias para pistas de tenis es normalmente bilateral con dos o tres columnas en cada lado. Su altura varía entre ocho y doce metros de altura para la iluminación de una sola pista. Para el número de proyectores a instalar, éste varía del tipo de proyector que se escoja.

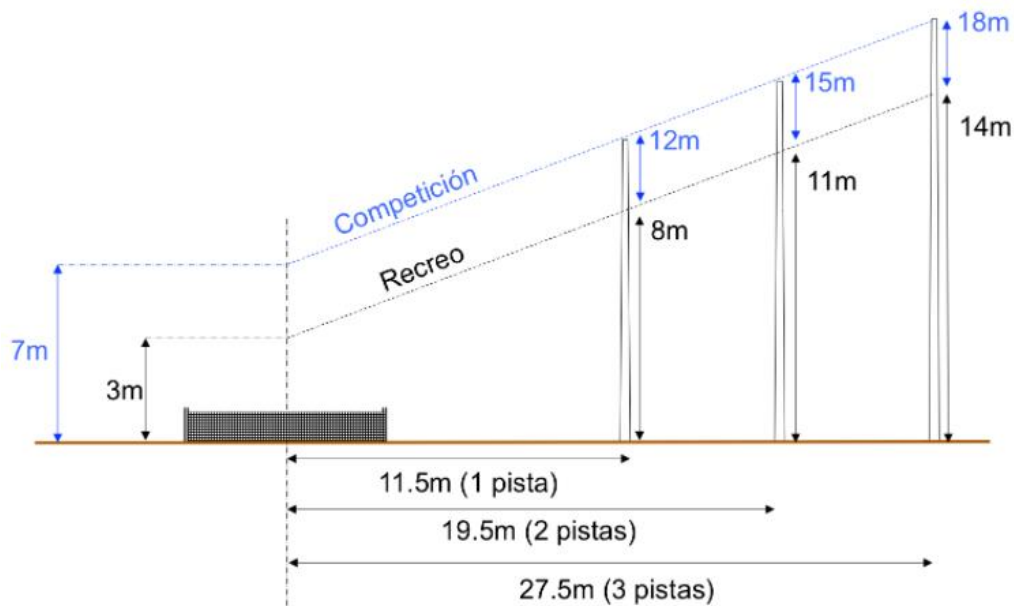


Figura 2-3 Variación de alturas de las columnas [5]

2.3.3.2 Iluminación de una pista de atletismo

Las pistas de atletismo suelen ser empleadas para realizar distintos tipos de actividades y por este motivo, debe existir un equilibrio entre luminancia vertical y horizontal en cada una de las alturas que se requieran, tanto en el alumbrado central como en la pista de atletismo.

Por regla general, la implantación de los soportes de alumbrado se situará en el exterior del perímetro de los campos, pistas de atletismo y banda de seguridad. Su altura será como mínimo de 30 metros para evitar deslumbramiento y cuando existan graderías, la altura será mayor dependiendo de la distancia al campo o pista.

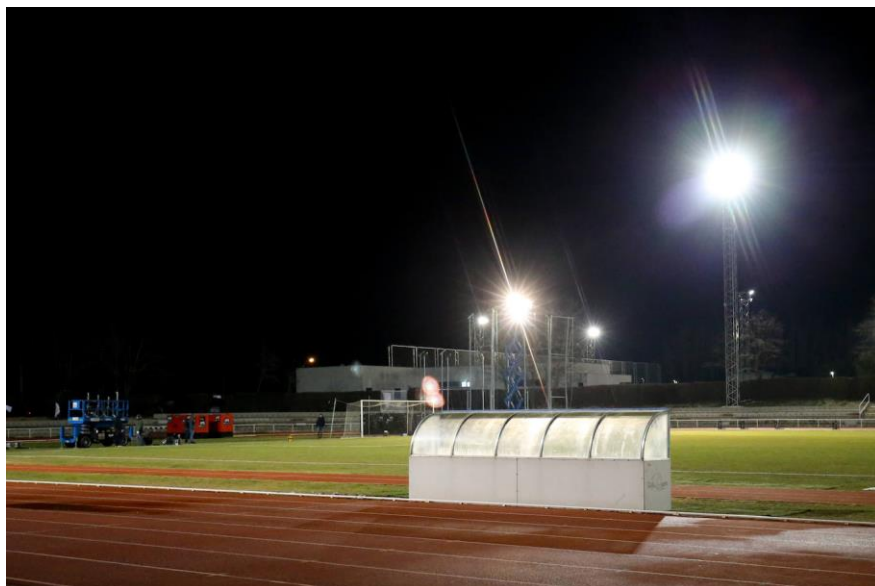


Figura 2-4 Iluminación de pista de atletismo [5]

2.3.3.3 Iluminación de un campo de fútbol

La iluminación de un campo de fútbol al aire libre varía en función de las dimensiones del campo, nivel de competición y utilización. Por ello, atendiendo a la norma UNE-EN 12193 “*Iluminación de instalaciones deportivas*”, el tipo de alumbrado se divide en tres clases:

- **Alumbrado clase I:** competición del más alto nivel, tal como competición internacional y nacional, que implicará generalmente grandes capacidades de espectadores con distancias de visión potencialmente largas. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de nivel superior.
- **Alumbrado clase II:** competición de nivel medio, tal como competición regional o de clubes locales, que implica generalmente capacidades de tamaño medio de espectadores con distancias de visión medias. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de alto nivel.
- **Alumbrado clase III:** competición de bajo nivel tal como competición local o de clubes pequeños, que generalmente no implica espectadores. También se incluye en esta categoría el entrenamiento general, la educación física y actividades recreativas.

El diseño fotolumínico que posteriormente se llevará a cabo se regirá en base a los valores para alumbrado clase III ya que engloba al campo de fútbol de la Escuela Naval Militar.

Las disposiciones más comunes para las luminarias de alumbrado deportivo son:

- **Disposición de proyectores con torres en esquina:** implantación común para estadios de grandes dimensiones donde no se pueden instalar torres en los laterales. Esta disposición se basa en la colocación de cuatro torres detrás de las cuatro esquinas del campo. Según los ángulos desde las bandas y el centro del campo, se calculan la posición exacta y altura de las torres.



Figura 2-5 Disposición con torres en esquina [5]

- **Disposición lateral:** implantación adecuada para campos pequeños con pocas graderías. Basada en la colocación de los proyectores en grupos ya sea en columnas, torres o báculos a ambos lados del campo de juego y paralelos a la banda del campo.



Figura 2-6 Disposición lateral [5]

2.4 Intensidad luminosa

Para los conceptos que se van a describir a continuación, se ha empleado principalmente las fuentes bibliográficas [6] [7] [8].

2.4.1 Definición

En fotometría, la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Este concepto se basa en un modelo estandarizado de la sensibilidad del ojo humano.



Figura 2-7 Intensidad luminosa [8]

2.4.2 Medición de la intensidad luminosa

Es una unidad muy importante y para su medida se recurre a lo que se conoce como luxómetro. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de unidades es la candela (cd) cuya expresión matemática es la siguiente:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Figura 2-8 Expresión matemática [8]

Siendo:

I = Intensidad lumínica [cd]

Φ = Flujo luminoso [lm]

ω = Ángulo sólido [°]

2.5 Flujo luminoso

2.5.1 Definición

Es la cantidad de luz generada por una fuente luminosa. Esta variable es a la que se debe prestar atención al elegir la iluminación; indica la energía luminosa que la fuente emite en un segundo por lo que se puede entender como un rendimiento.



Figura 2-9 Flujo luminoso [8]

2.5.2 Medición del flujo luminoso

Su cálculo se lleva a cabo mediante el empleo de un sensor y de la denominada Esfera de Ulbricht, que se encarga de reflejar la luz en todas las direcciones y longitudes de onda de la manera más uniforme posible. Su unidad en el Sistema Internacional es el lumen (lm).

2.5.3 Degradación con el tiempo

A medida que transcurre el tiempo, el flujo luminoso de las bombillas va reduciéndose. En todas las tecnologías de fuente de luz ocurre este fenómeno, pero a distinto ritmo. Comparando las bombillas compactas con las bombillas LED, el flujo luminoso para las primeras se reduce a sólo el 30% de su valor original mientras que en el caso de las LED se reduce a sólo el 70% del valor original en las últimas etapas de su vida útil.

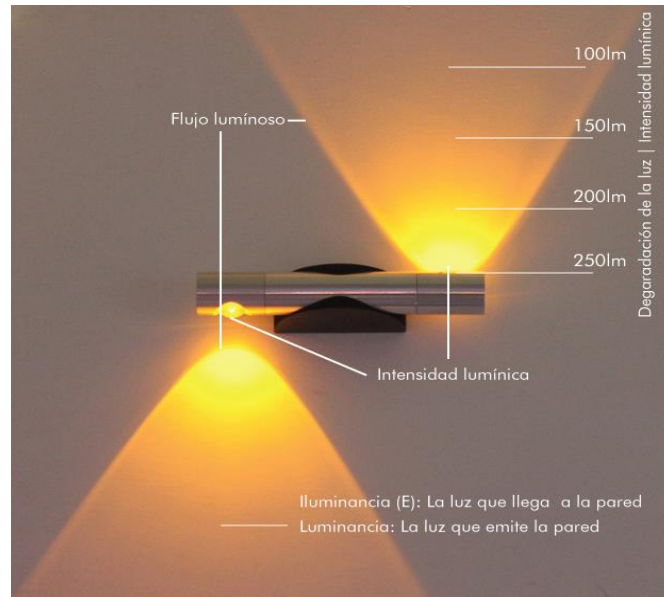


Figura 2-10 Degradación de la luz [6]

2.6 Luminancia

2.6.1 Definición

Hace referencia a la cantidad de luz que emite una superficie iluminada. Se trata del mismo concepto de intensidad luminosa, en este caso emitida por unidad del área de una superficie en una dirección específica.

Mide la luz tal y como la percibe el ser humano. La visibilidad de todas las superficies y objetos del entorno del día a día se debe a su luminancia mientras que los niveles de iluminancia no son percibidos.

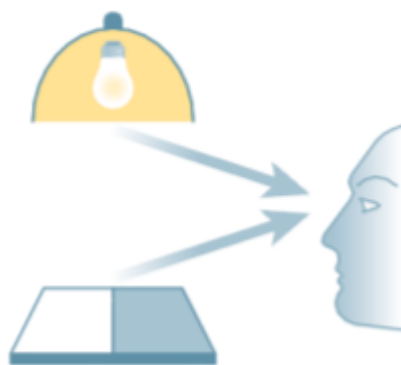


Figura 2-11 Luminancia y el ojo humano [6]

2.6.2 Medición de la luminancia

Depende de la iluminancia y de la reflectancia de la superficie. Su unidad en el Sistema Internacional es candela/metro cuadrado (cd/m^2) cuya expresión matemática es la siguiente:

$$L = \frac{I_{\alpha}}{A(m^2) * \cos(\alpha)}$$

Figura 2-12 Expresión matemática [8]

Siendo:

L = Luminancia

I = Intensidad luminosa

A = Área de la superficie iluminada

α = Ángulo formado

2.7 Iluminancia

2.7.1 Definición

Concepto de gran importancia para el presente trabajo, es la cantidad de luz que llega a un área de unidad de una superficie. La iluminancia es independiente de la dirección desde la que el flujo luminoso alcanza la superficie.

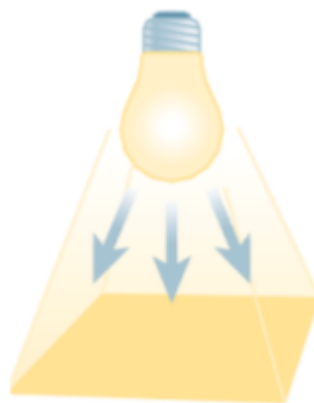


Figura 2-13 Iluminancia [8]

2.7.2 Medidas de la iluminancia

Se mide con un instrumento llamado medidor de iluminancia que emplea una fotocélula que debe ser corregida con un filtro especial para la visualización por el ojo humano. Su unidad en el Sistema Internacional es el lux (lm/m²).

2.8 Rendimiento y eficiencia luminosa

2.8.1 Definición

El rendimiento es la relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo luminoso de la lámpara y se expresa en porcentajes. Permite conocer que cantidad de flujo luminoso de la fuente de luz utilizada es restituído por dicha luminaria. Tener un bajo rendimiento en las luminarias representa tener una instalación costosa tanto como en la inversión inicial como desde el punto de vista del consumo eléctrico.

En cambio, la eficiencia luminosa es la relación entre el flujo luminoso entregado, en lumen, y la potencia consumida en vatios. Ocurre que cuando una lámpara funciona, una parte de la energía eléctrica se transforma en luz emitida y la otra parte se pierde en calor, provocando un efecto no deseado ya que lo que se busca es la iluminación y no aumentar la temperatura del ambiente. Si dos luminarias tienen la misma emisión de luz, pero empleamos la que mejor eficiencia tenga, ahorraremos energía y dinero por mantener el mismo nivel de iluminación durante cierto tiempo.



Figura 2-14 Rendimiento [8]

2.9 Absorción, reflexión y transmisión

2.9.1 Definición

Son las causas generales por las cuales un flujo luminoso incidente interacciona con un medio.

- **Absorción:** proceso por medio del cual el flujo se disipa.
- **Reflexión:** proceso por el cual el flujo incidente deja una superficie o medio por el mismo lado de incidencia. Puede haber dos tipos de reflexión: especular, que ocurre como un espejo, o difusa, en la que el flujo incidente se irradia en ángulos distintos al inicial. Se puede producir una combinación de ambas.
- **Transmisión:** proceso por el cual el flujo incidente abandona una superficie o medio por un lado distinto al suceso.

2.10 Grado de deslumbramiento

2.10.1 Definición

El índice de deslumbramiento (Glare Rating o GR) en iluminación en exteriores evalúa el nivel de deslumbramiento en instalaciones de alumbrado que empleen proyectores. Este fenómeno ocurre cuando en nuestro campo de visión se observa que la iluminancia de un objeto es superior al conjunto en el cual se encuentra. En este caso, solo se percibe el objeto de mayor intensidad sin poder distinguir bien nuestro entorno debido a la saturación que se produce en nuestros ojos.

Se debe evitar en la medida de lo posible debido a que puede producir visión borrosa o fatiga al recibir la luz de manera constante. [8]



Figura 2-15 Efecto del deslumbramiento en la conducción [8]

2.11 Tecnología LED

2.11.1 Introducción

Un LED (Light Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor que emite luz cuasi monocromática cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. Básicamente, consta de dos terminales, ánodo y cátodo, que cuando circula corriente eléctrica produce un efecto llamado electroluminiscencia, fenómeno que transforma la energía eléctrica en radiación visible.

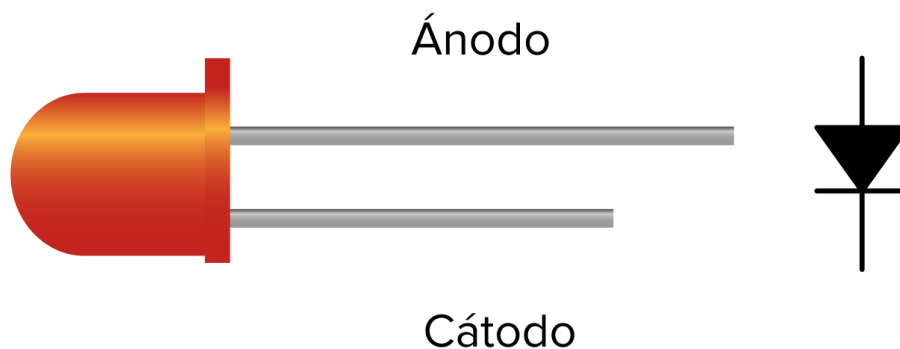


Figura 2-16 Estructura básica LED [7]

La invención del LED data de 1956 y las primeras aplicaciones industriales comienzan en 1970 aunque debido a su baja eficacia luminosa en un principio eran escasas sus aplicaciones; después de largas investigaciones se ha conseguido que su eficacia sea superior. [7]

2.11.2 Luminarias LED para alumbrado exterior

Inicialmente se debe puntualizar que la responsabilidad del instalador no es la misma según el tipo de instalación a realizar; no es lo mismo la sustitución directa de una lámpara LED en una luminaria LED que adecuación de una luminaria convencional existente a iluminación LED. [7]

2.11.3 Tipos de instalaciones de alumbrado exterior

Se pueden diferenciar tres posibles tipos de instalaciones de alumbrado exterior:

- **Luminaria de nueva instalación:** todos sus componentes son proporcionados por el fabricante y no se utiliza ninguna parte mecánica, eléctrica o electrónica de una anterior luminaria.



Figura 2-17 Luminaria alumbrado exterior nueva instalación [7]

- **Luminaria modificada (re-lamping):** luminaria en la que se sustituyen las actuales lámparas por lámparas LED.



Figura 2-18 Luminaria alumbrado exterior re-lamping [7]

- **Luminaria modificada (retrofit):** luminaria en la cual se modifica su diseño original, lo que puede implicar modificaciones mecánicas o eléctricas que varíen las especificaciones de fabricante original.



Figura 2-19 Luminaria alumbrado exterior retrofit [7]

2.11.4 Características principales del LED

- Alta eficacia de color conseguida en los colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul y blanco y además con buena reproducción cromática.
- Larga útil que oscila entre 50.000 y 100.000 horas, lo que implica un funcionamiento altamente fiable.
- Resistencia a golpes y vibraciones dado que sus componentes son muy compactos, pudiendo trabajar en condiciones mecánicas adversas.
- Sin radiaciones perjudiciales ya que emiten prácticamente luz visible, evitando la radiación ultravioleta y sin apenas radiación infrarroja.

2.11.5 Ventajas de su empleo

Comparadas con las fuentes de luz convencionales, la tecnología LED presenta numerosas ventajas, entre las que podemos destacar:

- Tamaño reducido, de pocos milímetros, ajustándose así a multitud de aplicaciones.
- Bajo consumo, produciéndose así un ahorro significativo por la poca potencia requerida.
- Efectividad a bajas temperaturas, hasta de -30°C.

2.11.6 Beneficios para los usuarios

Las ventajas propias de las características enumeradas anteriormente se traducen en importantes beneficios para los usuarios, ya que:

- Ofrecen opciones de diseño creativo para soluciones innovadoras de iluminación, gracias a la variedad de colores y sus compactas dimensiones.
- Alta rentabilidad económica merced al bajo consumo energético y a la larga vida.
- Máxima seguridad debida a la fiabilidad, incluso en condiciones ambientales adversas. [7]

2.12 Uniformidad de color

2.12.1 Definición

Lo esencial para la iluminación LED está asegurado cuando durante su vida útil todos los LED funcionan dentro de una tolerancia aceptable en cuanto a desviación de color. Por ello, los fabricantes de LED han adoptado el sistema de medición de uniformidad de color mediante las elipses de MacAdam y los pasos de SDCM (Standard Deviation of Colour Matching). Las diferencias de color se aprecian de manera distinta por los seres humanos, ejemplo de ello es que las diferencias entre LED azules se perciben mucho mejor que las diferencias entre LED verdes.

2.12.2 Elipses de MacAdam y SDCM

Una elipse de MacAdam pequeña indica que en esa zona de color el ojo humano posee una alta sensibilidad. Cuando se seleccionan LED en esos colores, los LED tienen que encajar perfectamente ya que las diferencias de color se perciben con mayor facilidad.

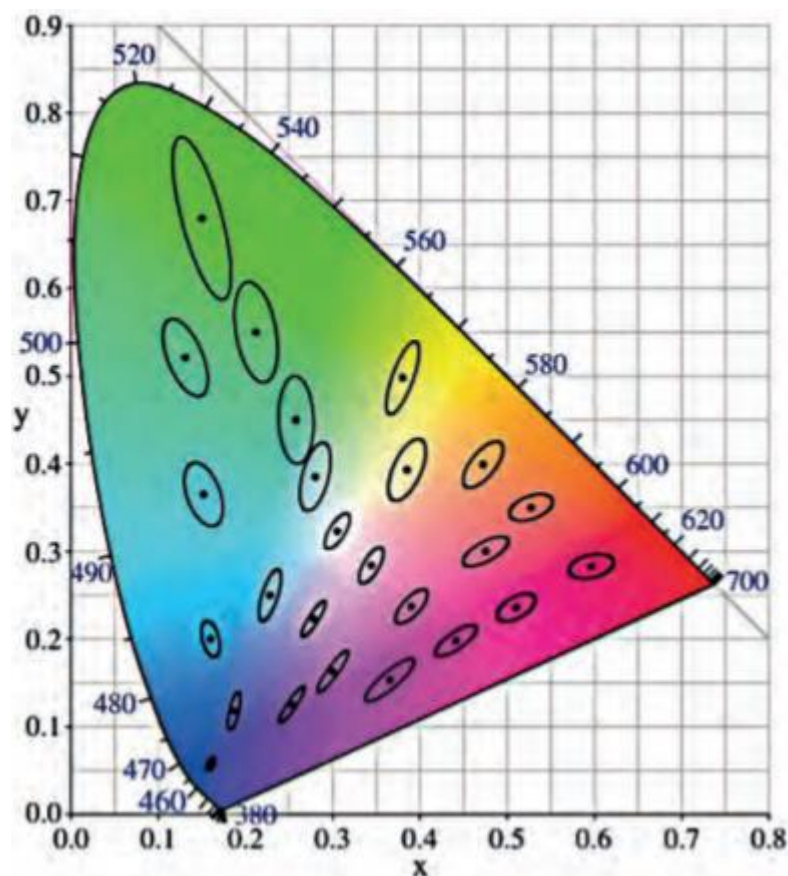


Figura 2-20 Elipses de MacAdam [7]

Estas elipses constituyen un sistema de medición del color ya que mediante ellas se puede cuantificar el nivel de variación de color en estos ejes antes incluso de que el ojo humano puede detectar dicho cambio.

Por ello, se pueden trazar una serie de elipses alrededor de cualquier punto y cuanto más cerca se encuentre un LED del objetivo, menos desviación de color se notará cuando dichos LED se coloquen unos al lado de los otros en una instalación de iluminación.

La distancia entre el punto deseado en cada elipse se mide en SDCM: una SDCM de 1 paso implica que no hay grandes diferencias de color entre LED mientras que una SDCM de 2 o 3 pasos implican que apenas existe alguna diferencia visible de color. [7]

2.13 Tecnología BIM

2.13.1 Introducción

BIM son siglas en inglés de Building Information Modeling, una metodología de trabajo para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Este modelado consiste en administrar información de gran detalle de un edificio o edificación, abarcando aspectos desde el diseño a su mantenimiento, con la finalidad principal de evitar un mal uso o pérdida de recursos y gestionar de una manera más precisa el tiempo en la construcción de la estructura. [9]



Figura 2-1 Proceso BIM [2]

2.13.2 Funcionamiento

Esta tecnología se basa en la centralización de toda la información relativa a un proyecto en un único modelo, permitiendo así realizar un estudio del ciclo de vida completo desde el diseño hasta su demolición.

Para ello, BIM integra todos los agentes que intervienen en el proceso, desde arquitectos, ingenieros, constructores, propietarios, especialistas, etc. Esto facilita en gran medida la colaboración y comunicación entre las partes ya que se trabaja desde un único modelo que emplea información fundamentada en datos reales. Se puede llegar al punto de incluir también los productos necesarios para materializar la obra, incorporando sus características, coste e información para su adquisición. [2]

2.13.3 Principales ventajas

La ventaja más significativa es que los problemas a la larga relacionados con el edificio se reducen de una manera notable. Al digitalizar la estructura y tener sus datos, se podrá remodelar de manera exacta en caso de sufrir defectos.

También permite mejorar la gestión de datos e información compleja de los proyectos, facilita la comunicación entre las partes implicadas, optimiza costos y tiempos de obra y permite desarrollar obras más eficientes y sustentables. [9] [10]

2.14 Software empleado

2.14.1 DIALux 4.13

DIALux es un conocido y potente programa internacional de cálculo de iluminación que permite realizar un proyecto integral de alumbrado, teniendo en cuenta los estándares nacionales e internacionales. Está desarrollado por profesionales del mundo de la iluminación y cuenta con alrededor de 750.000 usuarios a nivel mundial.

DIALux

Figura 2-2 Logotipo DIALux [3]

Su funcionamiento se basa en la creación de distintas escenas, espacios independientes donde se desarrolla en detalle el estudio que se desee. Cabe la posibilidad de introducir en estas escenas elementos como luminarias, zonas de cálculo y distintos objetos. Los parámetros de mayor relevancia desde el punto de vista de la iluminación se pueden hallar de forma exacta, permitiendo además la posibilidad de crear vídeos e imágenes para tener una representación visual de los resultados.

Un punto a favor de este programa es que permite trabajar con archivos procedentes de otros programas para obtener así un grado de realismo mayor. [11] [12]

2.14.2 AutoCAD 2021

AutoCAD es un software de diseño asistido por ordenador, lo que se conoce como CAD (Computer Assited Design), en el cual arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción emplean para crear dibujos precisos en 2D y 3D. Actualmente es desarrollado por la empresa Autodesk y tuvo su primera aparición en 1982.

Reconocido a nivel mundial por sus amplias capacidades de edición que permiten un dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes. Este programa se encuentra disponible en multitud de idiomas que van desde inglés y francés a ruso, checo y chino tradicional.

El formato de archivo nativo de AutoCAD es .dwg. También existe el formato de archivo de intercambio DXF para potenciar la interoperabilidad de datos CAD.



Figura 2-3 Logotipo AutoCAD 2021 [5]

Cada año, Autodesk pone en el mercado una nueva versión del programa para ir corrigiendo y mejorando de forma progresiva su funcionamiento. Para este trabajo, se empleó la versión gratuita para estudiantes en su versión 2021. [13]

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Introducción

En este apartado se pretende explicar las distintas partes y metodologías empleadas de las que consta el presente trabajo, abarcando en primer lugar la fase de planimetría y diseño CAD de distintas zonas para continuar con la simulación, que desembocará en el modelo 3D-BIM del campo de fútbol. Para finalizar, se estudiará desde un punto de vista económico la instalación actual y la propuesta, desde una perspectiva del consumo que supone cada una de ellas.



Figura 3-1 Esquema de las distintas partes del trabajo

3.2 Planimetría y diseño CAD

3.2.1 Descripción

Como primer paso, se debe realizar una correcta ubicación de la zona de trabajo. A continuación, se describirá el proceso que se ha llevado a cabo para la elaboración de los distintos planos y la metodología que se ha empleado para ello.

También se verá en detalle distintos aspectos del campo de fútbol en concreto, para dar así el mayor nivel de detalle posible, además del proyector e iluminaria empleadas en la parte de simulación.

3.2.2 Plano de situación

Para este plano, se acudirá a la Sede Electrónica del Catastro [14]. Este registro administrativo dependiente del Ministerio de Hacienda se encarga de describir los bienes inmuebles urbanos, rústicos y de características especiales. Esta fuente permite descargar una gran cantidad de información catastral de una manera sencilla, pero tiene la particularidad que se requiere el empleo de certificado digital para poder acceder a esta. Este aspecto es de gran relevancia ya que es el que permite la autenticación para la posterior descarga de las parcelas y si no se posee, no es posible realizar la descarga.

The screenshot shows the 'Sede Electrónica del Catastro' website. At the top right, a red box highlights the user identification: '51507623C - RUESTA MONTESINO ALVARO'. Below the header, there is a section for 'Descarga de cartografía vectorial (formato Shapefile)'. A message states: 'La fecha a la que corresponden los datos de catastro de un fichero se indica en el proceso de descarga. Estos ficheros se actualizan dos veces al año, siempre en las siguientes fechas:'. Below this, two dates are listed: 'Primera semana de febrero.' and 'Primera semana de agosto.'. There are input fields for 'Provincia' (set to PONTEVEDRA) and 'Municipio' (set to MARIN). Under 'Tipología', there are four radio button options: 'Urbana sin Historia' (selected), 'Urbana con Historia', 'Rústica sin Historia', and 'Rústica con Historia'. A button labeled 'Ver capas disponibles' is visible. At the bottom, there is a 'Volver' button.

Figura 3-2 Autenticación mediante certificado digital [14]

Tras rellenar distintos desplegables con la ubicación que se desea, se procede a la importación de dicha información a AutoCAD mediante el comando *Curvado/Cartografía*, mediante la descarga y posterior ejecución del comando adicional MDT8 que es compatible con AutoCAD, de la empresa de topografía e ingeniería civil Aplitop. [15]

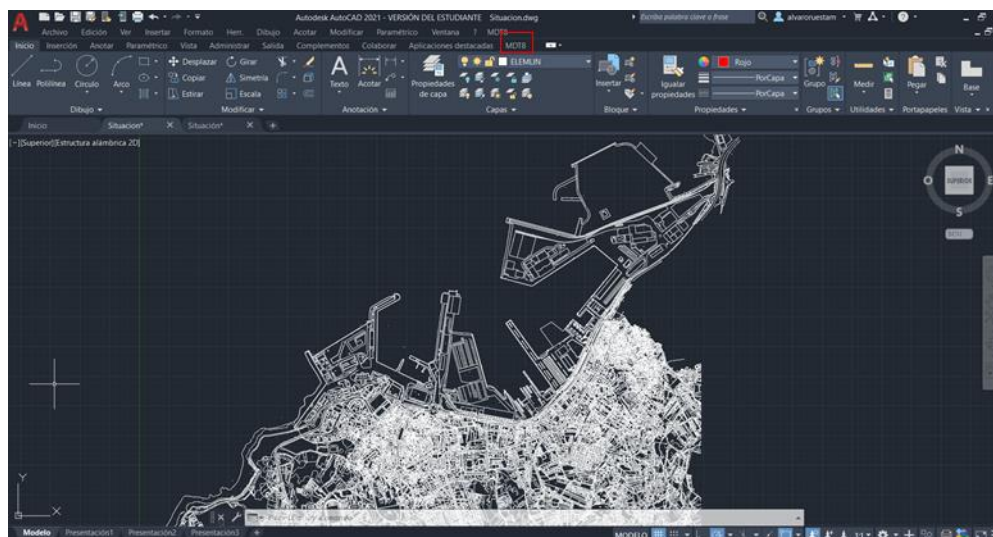


Figura 3-3 Importación del archivo

3.2.3 Plano de emplazamiento de la Escuela Naval Militar

En primer lugar, es necesario obtener imágenes satélite que sirvan como apoyo al software CAD. Como herramienta principal, se ha empleado el visor cartográfico SIGPAC (Sistema de Información Geográfica dedicado al control de las ayudas agrícolas de la Política Agraria Común) desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Pesca. [16]. Se ha convertido en una herramienta de gran utilidad en un gran abanico de campos (infraestructura, urbanismo, geología, etc) y son fácilmente escalables para así poder realizar el plano de emplazamiento deseado.

Una vez accedido en dicha aplicación, se realiza la búsqueda manualmente mediante *scroll* a la zona de interés, regulando la escala progresivamente para mantenerla constante. Una vez que la escala sea la deseada, se realiza la captura de la ortofoto para pasar a su posterior importación en AutoCAD.

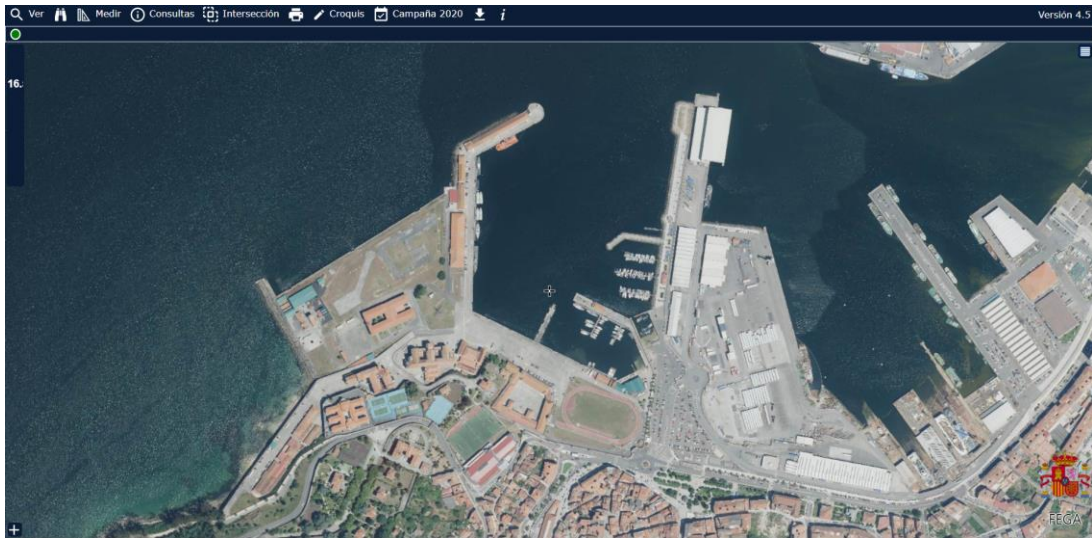


Figura 3-4 Vista general de la Escuela Naval Militar [16]

Para que el nivel de detalle sea el mejor posible, se procede a realizar dos capturas distintas de la Escuela Naval Militar para posteriormente juntarlas en una única imagen. Elementos visuales característicos como son la planta de los edificios y marcas relevantes son empleados como referencia para cuadrar lo que será el plano de aproximación.

Una vez realizadas las dos capturas en la misma escala, se importan dichas imágenes a AutoCAD para llevar a cabo la elaboración del plano de aproximación completo. En este proceso, se acudió a la herramienta *línea simple* sin utilizar polilíneas con el objetivo de simplificar el trazado.

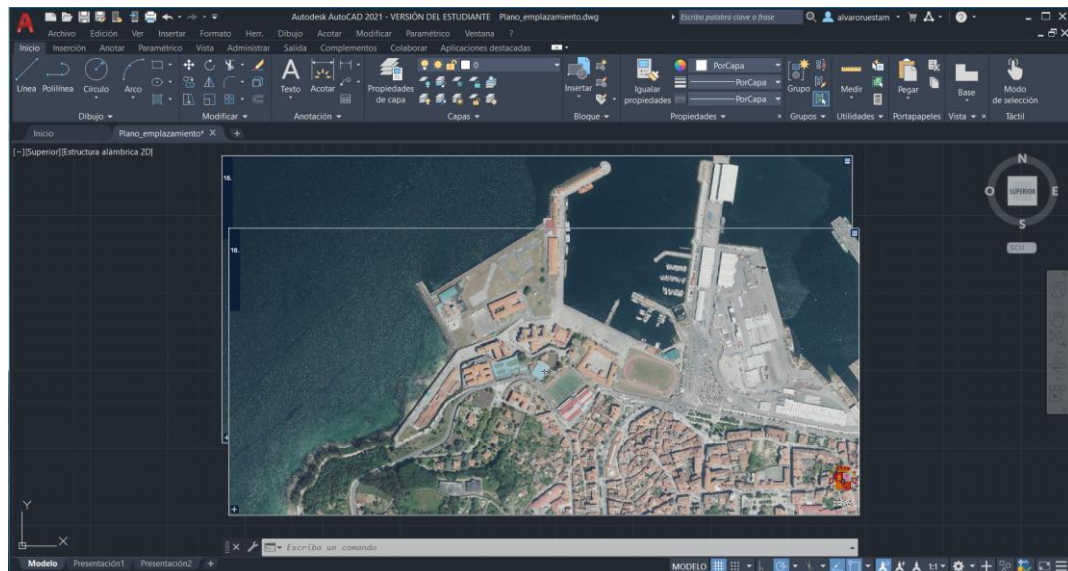


Figura 3-5 Importación de las ortofotos en AutoCAD

Una vez se haya acabado con el trazado, se deberá aplicar un factor de escala que se calcula conociendo medidas sobre el terreno. Consiste en comparar la distancia conocida entre dos puntos característicos del plano. En este caso se utilizó como referencia la medición de la longitud del campo

de fútbol con la misma tomada desde SIGPAC, obteniéndose así el factor de escala final a aplicar en todo el conjunto del plano.

3.2.4 Plano de emplazamiento del campo de fútbol “Roger de Lauria”

Para este plano, se siguió el mismo procedimiento explicado en el 3.2.3 con la única variación que en este caso se empleó como visor cartográfico Google Earth [17]. Este programa informático permite visualizar el globo terráqueo virtualmente y su cartografía basada en imágenes satelitales y está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas e información geográfica proveniente de modelos de datos SIG.

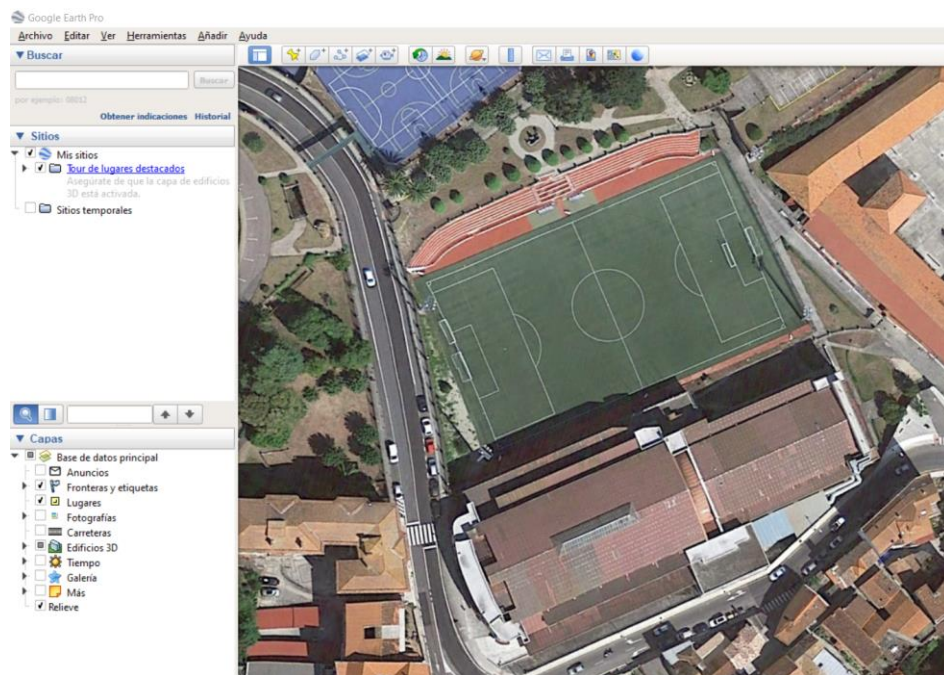


Figura 3-6 Imagen empleada como referencia [17]

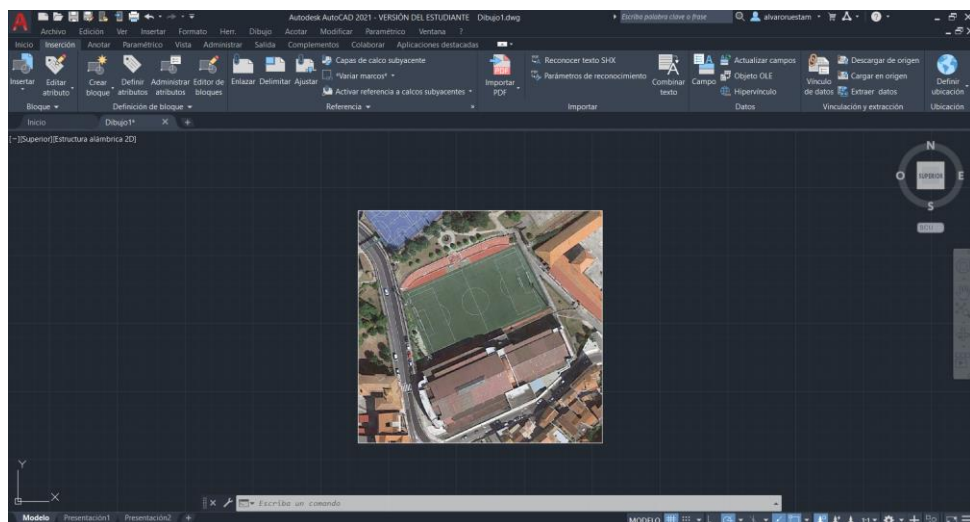


Figura 3-7 Importación de la imagen satélite en AutoCAD

3.2.5 Planta general del campo de fútbol “Roger de Lauria”

En el caso de este plano, se acudió a los planos ya existentes del proyecto [2]. Estos sirvieron como base y los cuáles sufrieron modificaciones, adaptándolos así a las necesidades específicas de este trabajo.

Se busca una primera visualización de las distintas zonas en las que se compone tanto el campo de juego en sí como sus alrededores mediante la distinción por colores.

3.2.6 Detalles del campo de fútbol “Roger de Lauria”

En el caso de este plano, se acudió a los planos ya existentes del proyecto [2]. Estos sirvieron como base y los cuáles sufrieron modificaciones, adaptándolos así a las necesidades específicas de este trabajo. Se busca una visualización de las zonas más relevantes del terreno de juego, como son las bandas de juego y las distintas formas de las que se compone el terreno de juego.

3.2.7 Plano de la luminaria LED empleada

Para la luminaria, se procedió a la descarga del archivo compatible con el software de BIM multidisciplinar Revit [18], también propiedad de Autodesk, desde la biblioteca BIM de PHILIPS. Una vez disponible en este formato, se procedió a la exportación de dicho archivo a formato .dwg compatible con AutoCAD para obtener las vistas necesarias.

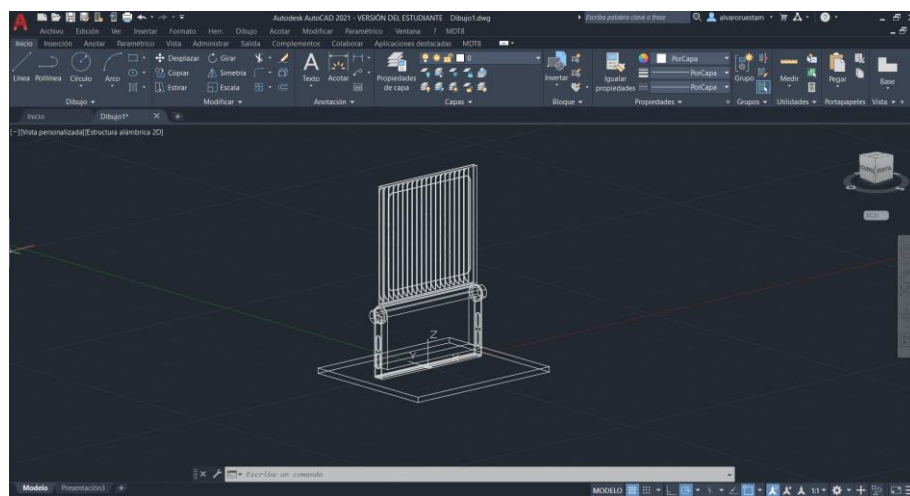


Figura 3-8 Vista 3D tras la exportación

3.2.8 Planos procedentes de DIALux

Una vez realizado el trabajo con el software lumínico DIALux, conviene obtener planos que nos puedan mostrar de una manera gráfica lo simulado. Esto es posible gracias a la opción de *Exportar* de DIALux que permite transformar los archivos a formato .dwg o .dxf, ambos compatibles con AutoCAD.

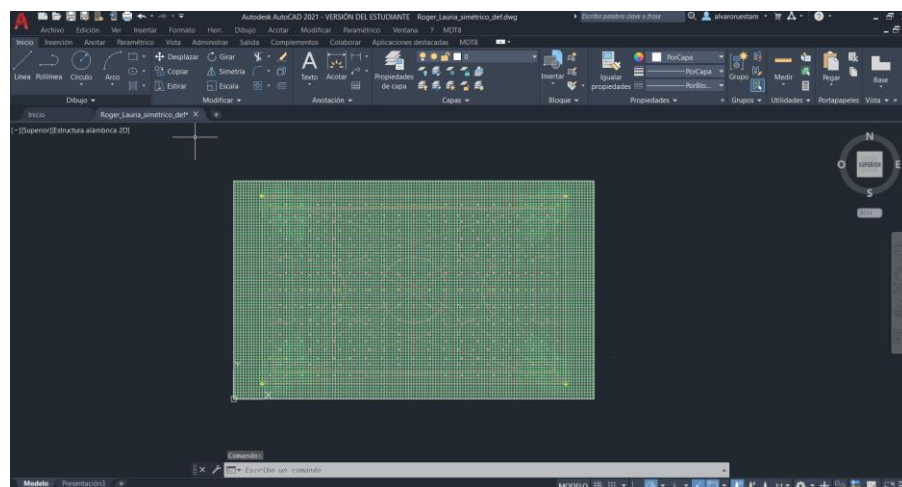


Figura 3-9 Vista en planta tras la exportación

De esta manera, todos los puntos y sus valores de las tramas de cálculo se pueden visualizar. Además, también es posible apreciar la orientación de las luminarias en las distintas torres de iluminación.

3.3 Simulación propuesta

3.3.1 Descripción

En este apartado se busca desarrollar de la manera más exacta la simulación prevista y ver si cumple con la normativa UNE-EN 12193. Para ello, es necesario la creación de una escena en DIALux en la que tendrá lugar las simulaciones y que a continuación se detalla su desarrollo.

3.3.2 Creación de un proyecto

Una vez que el programa DIALux 4.13 se inicie, automáticamente aparece una ventana en la que se debe concretar qué tipo de proyecto se desea llevar a cabo. En el caso particular de este trabajo, se deberá elegir la opción de *Nuevo proyecto exterior* al tratarse de una instalación deportiva exterior.



Figura 3-10 Ventana inicial emergente en DIALux 4.13

3.3.3 Elaboración del proyecto

3.3.3.1 Creación del campo de fútbol

Una vez creado el proyecto, se procede a introducir las medidas exactas del campo de fútbol. Estas medidas han sido tomadas en el terreno y comprobadas mediante los visores cartográficos SIGPAC y Google Earth con objeto de reducir al mínimo posibles errores de medición. Se deberá ajustar el elemento del suelo y el campo de fútbol introducido para visualizar los posteriores cálculos, aunque estos elementos se pueden modificar a posteriori.

Se debe diferenciar entre el área principal (PA) y el área total (TA) ya que son las distintas zonas en las que se compone el terreno de juego. El área principal es la de menor tamaño y aquella que engloba las distintas formas y líneas del interior del terreno, en cambio, el área total abarca al área principal pero también a un cierto margen de terreno desde el cuál los jugadores realizan un saque de banda o un córner. Estos conceptos adquirirán mayor relevancia a la hora del cálculo e interpretación de los resultados.

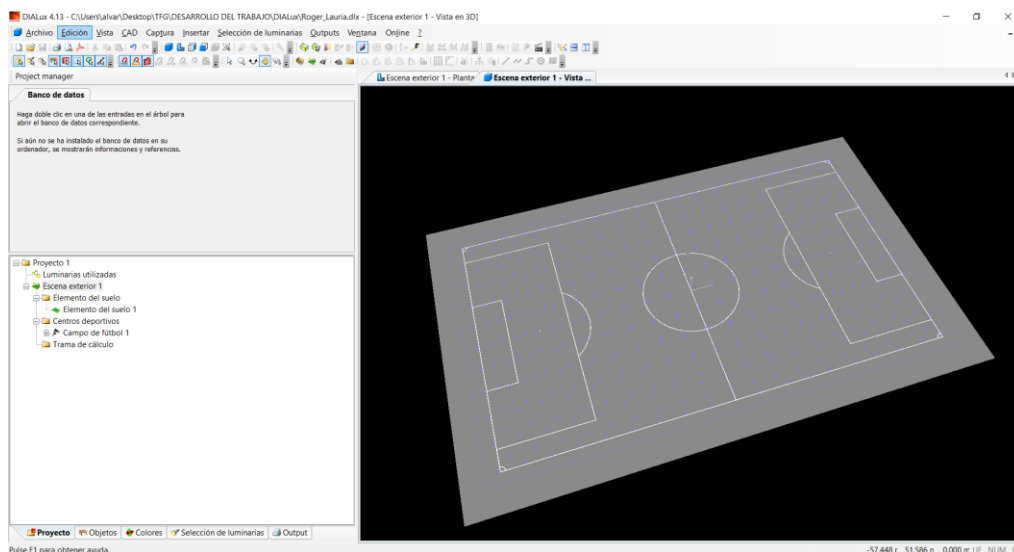


Figura 3-11 Vista de las distintas zonas en 3D

3.3.3.2 Selección y justificación de los aspectos relevantes

3.3.3.2.1 Introducción

Una vez introducido el campo de fútbol, el siguiente paso es la introducción de luminarias al modelo. Tal y como se comentó anteriormente, en la actualidad el campo de fútbol no dispone de tecnología LED para su sistema de alumbrado ya que posee el sistema original de su construcción, lámparas de mercurio halogenado tipo MHN-LA de 1000W de potencia y con una tensión de alimentación de 400V. A continuación, se desarrollará en mayor profundidad la elección y justificación de la luminaria LED equivalente a la actual de mercurio halogenado, su marca escogida, las ventajas del LED en el presente caso y la disposición que estas ocuparán en el campo.

3.3.3.2.2 Philips Lighting

Philips es una de las marcas de iluminación con mayor relevancia en el mundo y cuenta con gran prestigio en el sector al ser una de las empresas de tecnología más importantes del mundo. Su enfoque principal se centra en los sectores electrónicos y de asistencia sanitaria.

Ha sido sinónimo de tecnología fiable, innovadora y de alta calidad que mejora de manera significativa la vida de las personas con sus productos, que abarcan multitud de campos, como son la iluminación, belleza, deporte, etc. Ofrecen productos, servicios y sistemas de iluminación de alta calidad y eficientes desde el punto de vista energético. [19]

Además de lo anterior, un factor de gran relevancia es que la actual luminaria del campo de fútbol es de esta marca. El conocer las prestaciones y el servicio de esta marca hace que el volver a confiar en sus productos sea una decisión razonada y que se pueda mejorar de una manera significativa en el ámbito energético, al contar con una de las mejores marcas del actual mercado.



Figura 3-12 Logo Philips

3.3.3.2.3 Luminaria LED equivalente

Este es un apartado fundamental para el desarrollo de la simulación ya que consiste en seleccionar una luminaria LED equivalente que proporcione mejores prestaciones con un menor número de vatios, de una manera más eficiente en todos los ámbitos. Se debe saber de antemano que el LED emplea un número de vatios muy inferior al mercurio halogenado, que se trata de un halogenuro metálico.

Antes de esto, se debe tener en cuenta el concepto de lumen en la tecnología LED. Tal y como define la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) [20], el flujo parcial LED se mide en lumen (lm). No se debe confundir vatios y lumen, ya que estos últimos son los que indican el nivel de brillo. Se puede extraer como conclusión que la equivalencia entre LED y mercurio halogenado no es directa y cobra una mayor importancia el concepto explicado, ya que 1000W de mercurio halogenado no es igual a 1000W de LED.

Para conocer el número de vatios de la futura luminaria LED, se deben realizar una serie de cálculos con apoyo de la normativa vigente UNE-EN 12193 “*Iluminación de instalaciones deportivas*”, para de esta manera saber el número aproximado de lux que debe tener como mínimo la futura luminaria LED para que cumpla así con los estándares establecidos.

Siendo:

Iluminancia horizontal que cumplir para alumbrado clase III (UNE-EN 12193) = 75 lx

Área total que iluminar = 4407 m²

Número de lumen que cumplir en el área = 330.525 lm

Una vez conocido este número de lumen, si se divide por el número de torres de iluminación existentes, se tendrá el número de lux por torre al que se debe llegar.

Siendo

Número de torres = 4

Número de lux que cumplir en el área = 330.525 lm

Número de mínimo de lumen por torre de iluminación = 82.631,25 lm/torre

En estos cálculos, no se está teniendo en cuenta la uniformidad, por lo que el número de lumen finales por torre será mayor. Conociendo esta información, se acude al catálogo de PHILIPS para, de entre toda la oferta, elegir los posibles candidatos de proyectores y luminarias que cumplan los límites calculados.

Se sabe que el número de luminarias por torre va a ser superior a 1, ya que no existe una única luminaria que cumpla con el número mínimo de lumen por torre. A pesar de esto, el ahorro con respecto a la actual instalación ya es considerable al reducir de una manera significativa la potencia que emplea cada una de las luminarias. El proyector de tipo *ClearFlood Large*, es la mejor opción para el paso de iluminación convencional a LED.

Como paso final, falta elegir de entre todas las luminarias disponibles para este proyector. El factor que lleva a la última decisión es la óptica, un aspecto vital para proporcionar una buena uniformidad y un reparto del flujo luminoso adecuado. Así que se toma la decisión de escoger una luminaria con óptica asimétrica que pueda conseguir un mayor grado de uniformidad, siendo la decisión final la BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU.



Figura 3-13 Selección final [19]

Cabe destacar que la luminaria escogida cuenta con un grado de protección de entrada IP66, que proporciona una protección frente a la penetración de polvo y de agua. Este aspecto es de gran relevancia, al encontrarse la luminaria a la intemperie en una zona tan húmeda, por su cercanía al mar, y lluviosa como es Marín. Por consiguiente, la probabilidad de que deje de funcionar por avería es menor.

TABLA DE PROTECCIÓN ANTE SÓLIDOS			TABLA DE PROTECCIÓN ANTE LÍQUIDOS		
	Sin protección	0	Sin protección		
	Protección ante objetos con diámetro superior a 50 mm	1	Protección ante goteo vertical		
	Protección ante objetos con diámetro superior a 12 mm	2	Protección ante goteo con una inclinación de 15°		15°
	Protección ante objetos con diámetro superior a 2,5 mm	3	Protección ante pulverización		
	Protección ante objetos con diámetro superior a 1 mm	4	Protección ante salpicaduras		
	Protección ante el polvo	5	Protección ante chorros de agua		
	Totalmente estanco ante el polvo	6	Protección ante chorros continuos de agua		
		7	Protección ante inmersiones temporales		
		8	Protección ante inmersiones permanentes		

Figura 3-14 Índice de protección (IP) de una luminaria [7]

De hecho, la actual luminaria se encuentra parcialmente inoperativa debido a este motivo ya que la introducción de agua provocó que dejase de funcionar correctamente.



Figura 3-15 Zona oscura actual por avería

Además, dicha luminaria LED cuenta con mayor índice de reproducción cromática, que proporciona una mayor realidad desde el punto de vista de los colores de los objetos de alrededor.



Figura 3-16 Comparativa entre distintas fuentes de luz [8]

3.3.3.2.4 Ventajas del LED en la presente situación

La tecnología LED como ya se ha comentado es una de las tecnologías más eficientes y que más rápido se están desarrollando en la actualidad y que sin duda forma parte del futuro en el mundo del alumbrado. Aquellas luminarias que poseen esta tecnología tienen una mayor duración y ofrecen una mejor calidad en la iluminación. A esto, se pueden añadir los siguientes aspectos concretos para el presente caso. [21]

- **Ahorro energético y económico:** haciendo referencia a la Instrucción 8/2009 de 9 de marzo del Secretario de Estado de Defensa por el que se aprueba el Programa Permanente de Eficiencia y Economía de Gasto del Ministerio de Defensa, se podría reducir de manera significativa el consumo energético y por consiguiente el gasto económico de esta instalación deportiva.
- **Amabilidad medioambiental:** acudiendo a la Instrucción 56/2011 de 3 de agosto del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, al no contar con ningún componente de mercurio, emplear

esta tecnología tendría un impacto considerablemente menor en el medioambiente, reduciendo así la contaminación ya que el desechar este tipo de metal de una manera segura es muy laborioso.

- **Viabilidad económica:** desde sus inicios en 1962, la tecnología ha avanzado de manera muy rápida a la vez que sus precios han ido reduciéndose con el tiempo. Entre 2011 y 2012, las rebajas globales en el ámbito LED incrementaron en un 22% mientras que el coste de una bombilla equivalente LED de 60W bajó un 40%. En 2030, se estima que el 75% de las rebajas serán representadas por esta tecnología. [21]
- **Durabilidad temporal:** una vez realizada la inversión para la tecnología LED, esta podrá perdurar en el tiempo ya que al final de su vida útil produce una intensidad de luz de alrededor del 90% mientras que los halogenuros metálicos actuales de un 60%. [21]

3.3.3.2.5 Disposición de las torres de iluminación

Este apartado y la elección de la luminaria son fundamentales para el posterior desarrollo de la simulación. En la actualidad, la disposición de las torres de iluminación dista de ser simétrica, factor determinante como se verá a continuación.

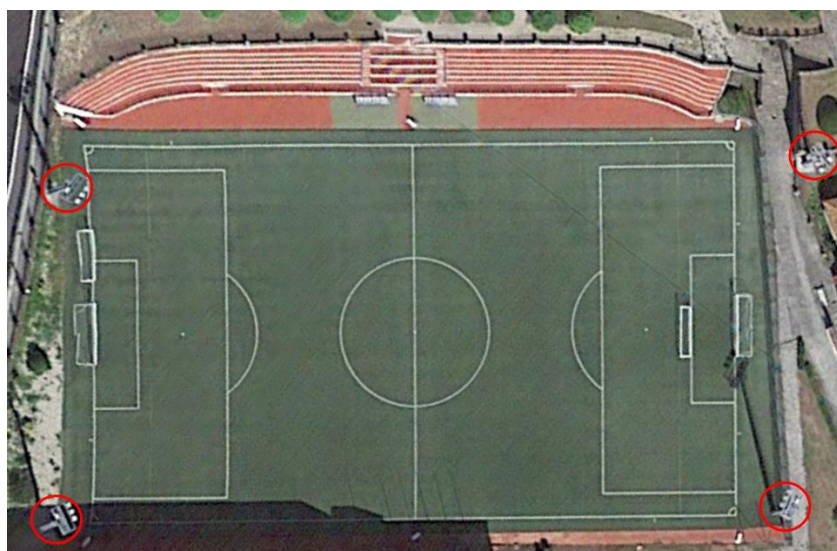


Figura 3-17 Disposición actual de las torres [17]

Tal y como expone la CIE [20], la uniformidad de iluminancia es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media en el plano. Dicho concepto varía en base del tipo de la luminaria y la geometría del sistema de iluminación principalmente.

Inicialmente, se realizó un profundo estudio mediante una hoja de cálculo Excel para poder cumplir los requisitos reflejados en la UNE-EN 12193. En este momento, había dos grandes posibles vías a seguir: la primera, realizar el diseño fotolumínico manteniendo inalterable la verdadera disposición de los postes y la segunda, realizar el diseño fotolumínico variando la posición de los postes y colocarlos en una posición más eficiente que permitiese reducir costes y aumentar los beneficios lumínicos. Dentro de estas dos opciones había un número de variables común a ambas que se modificaban en búsqueda del resultado satisfactorio: número de luminarias en cada torre, modelo y marca de luminaria empleada y potencia consumida.

La conclusión principal fue que con la disposición irregular existente no es posible satisfacer todos los objetivos establecidos para el tipo de alumbrado del presente caso, ya que solo sería posible alcanzar alguno de ellos, pero no todos simultáneamente. Por ello, la geometría del sistema de iluminación debe ser modificada para de esta manera estar al día en términos lumínicos internacionales y en el mercado

lumínico actual. La propuesta lumínica que se desarrollará se basa en la colocación de las cuatro torres de iluminación en las esquinas del área principal del terreno de juego, ya que satisface las necesidades lumínicas actuales y además encaja con las características arquitectónicas del campo, factores para tener en cuenta. [22]

3.3.3.3 Instalación de los catálogos

Para la instalación, DIALux nos permite una opción muy intuitiva desde el mismo programa. Consiste en acceder al subapartado de *Selección de luminarias – Selección de las marcas* que se desee. De esta manera, DIALux redirecciona al usuario a la página oficial dónde se encuentran disponibles las luminarias.

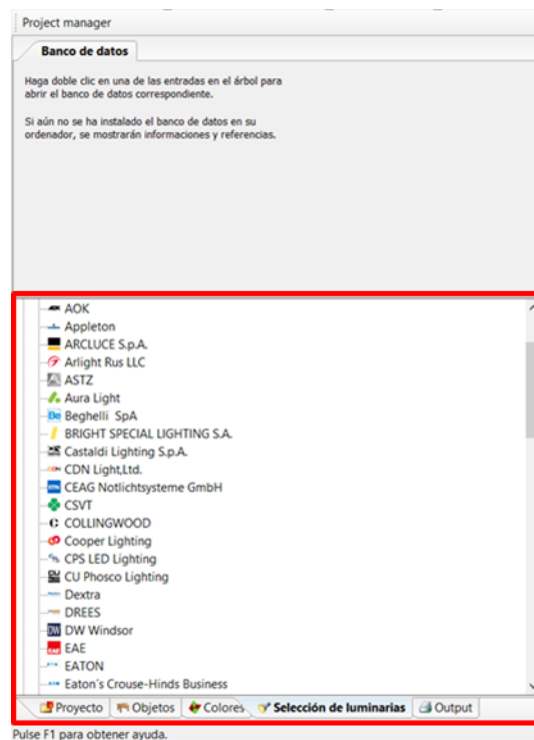


Figura 3-18 Acceso al catálogo de luminarias

3.3.3.4 Descarga de luminarias e importación a DIALux

A continuación, se explicará el empleo de lo que se conoce como *plugin* o también conocido como catálogo, a través del cual se descargará la luminaria escogida para ser posteriormente introducida en DIALux.

3.3.3.4.1 Catálogo Philips

Una vez abierto este catálogo, ofrece un amplio abanico para la búsqueda de luminarias empleando una serie de filtros. Un aspecto relevante para tener en cuenta desde el principio es la elección de luminaria exterior para este proyecto para posteriormente rellenar cada una de las pestañas con las características de la luminaria seleccionada.

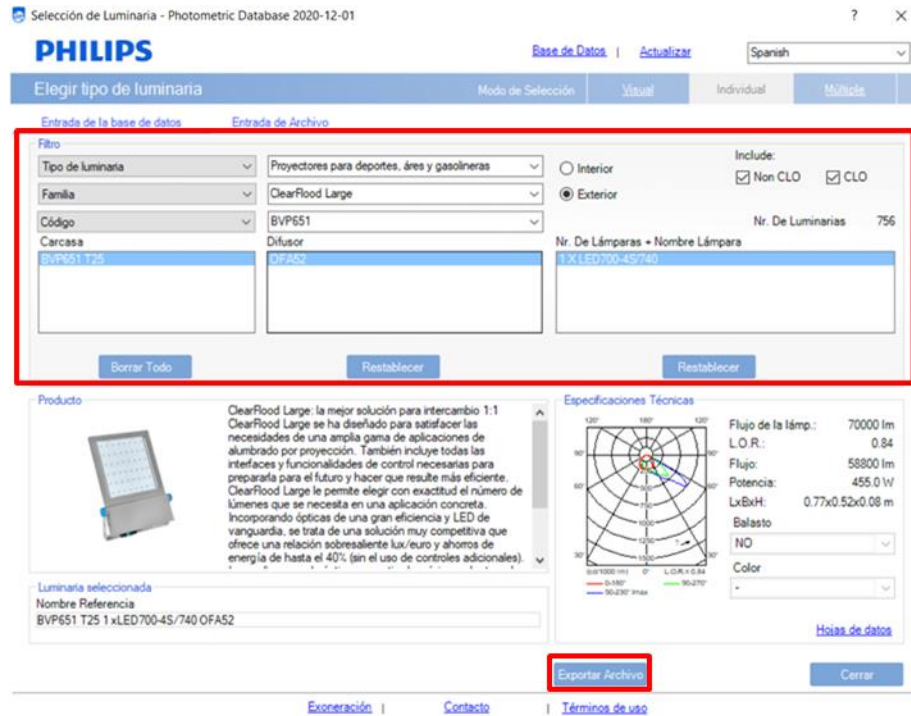


Figura 3-19 Elección de luminaria Philips

Cuando ya se encuentre elegida la luminaria que se desee, el siguiente paso será elegir la opción *Exportar archivo*. Se deberá seleccionar la exportación para el software DIALux de las distintas opciones posibles y elegir donde se ubicará la luminaria descargada para finalmente, pulsar la opción *Convertir*.

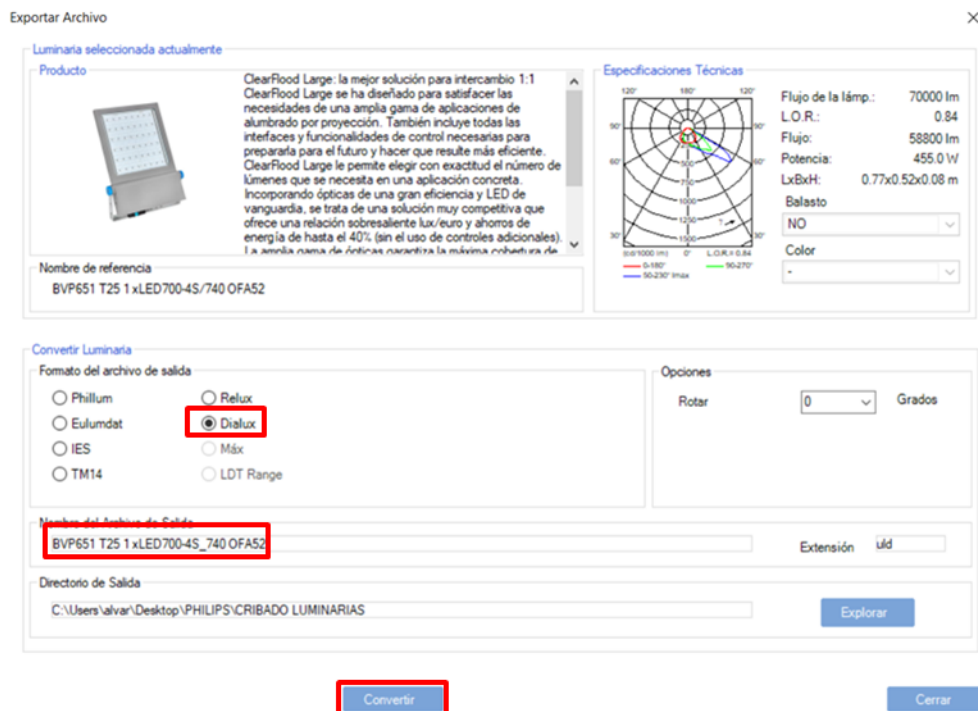


Figura 3-20 Conversión a formato DIALux

3.3.3.4.2 Importación de luminaria

Para introducir la luminaria que se ha descargado, se deberá pinchar en el archivo descargado para que sea reconocido automáticamente por DIALux. Una vez que se haya seleccionado la misma, ya quedará guardada en el software para su empleo de tal manera que solo se realice este procedimiento una vez.

3.3.3.4.3 Ubicación y configuración de las luminarias

Una vez seleccionada la luminaria, se debe introducir la luminaria en el campo, eligiendo la opción de *Disposición de luz de inundación*, reflejada en Figura 3-21. Mediante esta opción, DIALux permite iluminar zonas de grandes dimensiones desde grandes alturas, mediante el ajuste de la orientación, para hacer así más sencillo los cálculos lumínicos a desarrollar.

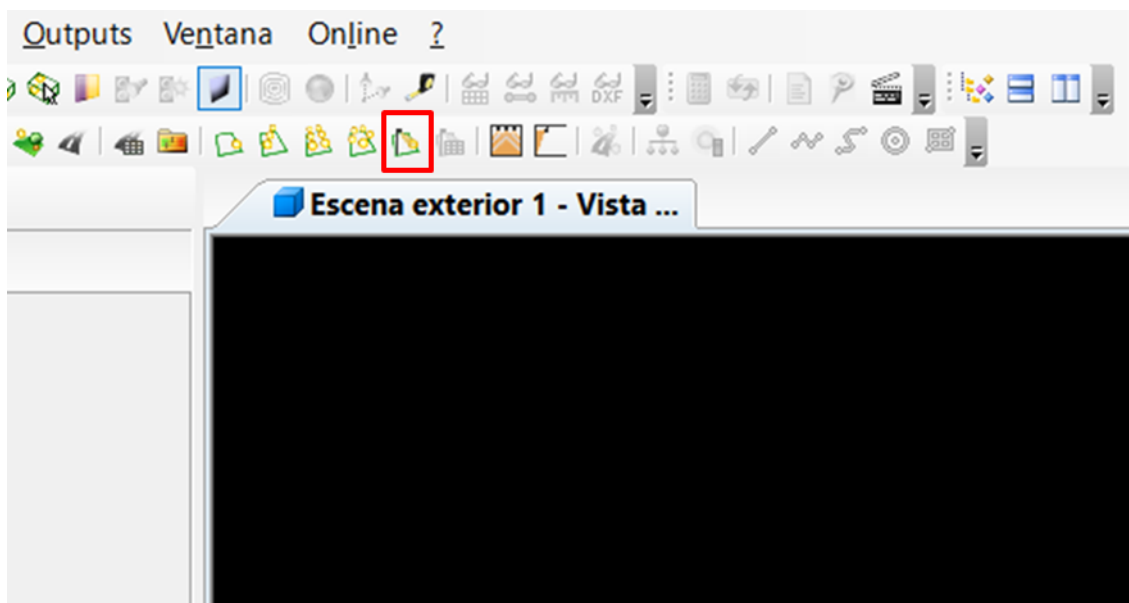


Figura 3-21 Vista en detalle de la opción a elegir

Una vez hecho esto, se deberán configurar una serie de parámetros que cuyo valor puede variar en función del usuario, como pueden ser el emplazamiento de la luminaria, la altura de la torre y la altura del punto de luz entre otros.

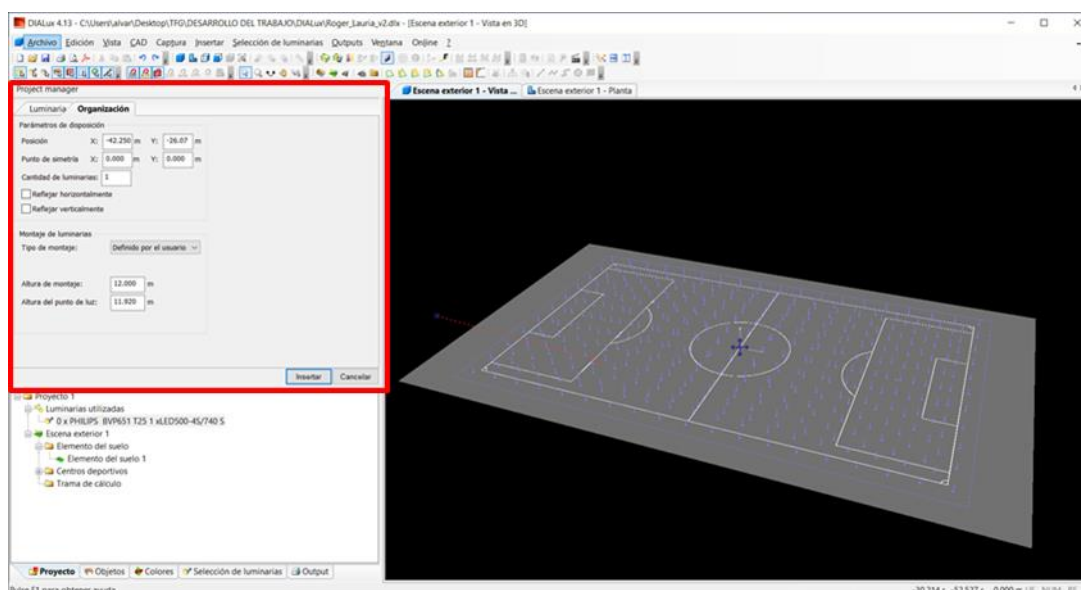


Figura 3-22 Desplegable de los parámetros variables

Las luminarias se colocarán en la disposición anteriormente justificada, en las esquinas del área principal del terreno de juego.

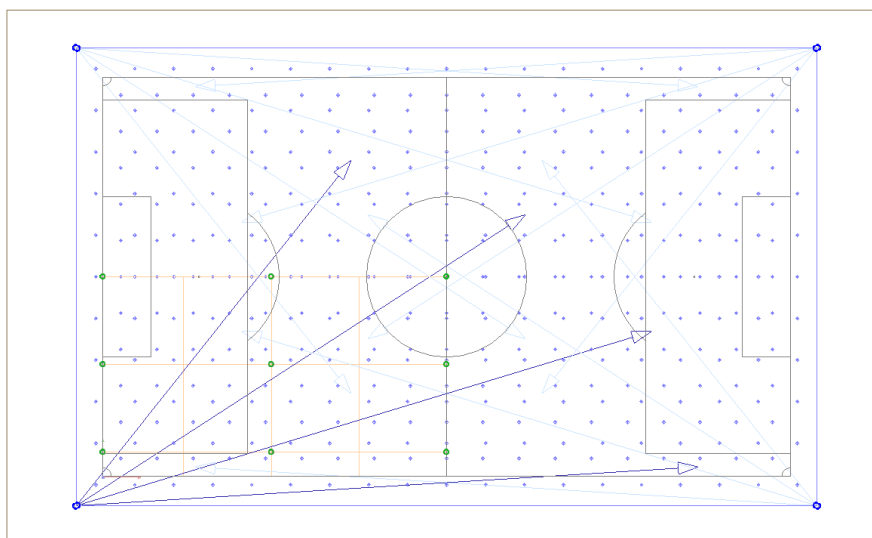


Figura 3-23 Ubicación de las luminarias

La altura del montaje se establece en 20m, la misma que la actual, para que la calidad del alumbrado sea la idónea y se pueda obtener un grado de deslumbramiento dentro de la normativa. [2]

3.3.4 Cálculo de los parámetros relevantes

A continuación, se realizarán las acciones necesarias para cumplir con la normativa vigente y se llevará a cabo la simulación prevista.

3.3.4.1 Preparación previa a la simulación

Esta preparación está enfocada en cumplir la norma UNE-EN 12193 “Iluminación de instalaciones deportivas”, cuyos valores se reflejan en Tabla 3-1.

Alumbrado clase III

Iluminancia media horizontal	75 lux
Uniformidad	0,50
Grado de deslumbramiento	55
Índice de reproducción cromática	60

Tabla 3-1 Valores de la normativa a cumplir

Tal y como se muestra en la Figura 3-23, se puede visualizar de manera matemática el área principal del terreno de juego. Estos valores irán modificando su valor a medida que se vayan modificando los parámetros de la luminaria hasta que se llegue a una armonía entre los valores marcados por la normativa y las variaciones que se realizan manualmente de la luminaria. Este equilibrio se puede asemejar de cierta manera a una partida de ajedrez, en la cual un movimiento repercute en todo el tablero y se debe tener en cuenta para alcanzar el objetivo establecido.

3.3.4.2 Configuración manual de las luminarias

Como paso previo a la simulación realizada por el propio software DIALux, se deben orientar las luminarias hasta que los indicadores marquen como mínimo los valores de la Tabla 3-1. Dichos valores se deben alcanzar en el área principal del terreno de juego ya que, si se cumple para ésta, caso más restrictivo, se cumplirá para el área total del campo de fútbol.

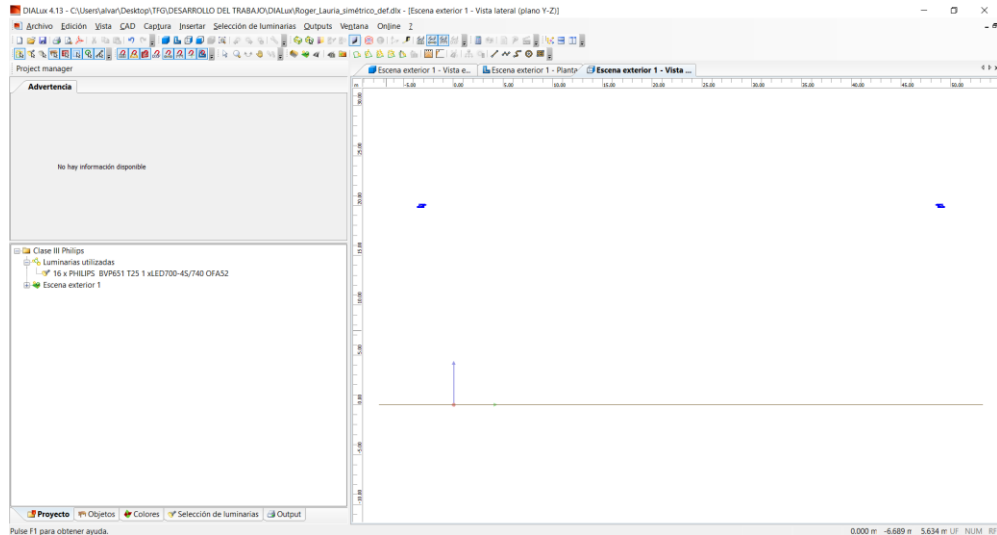


Figura 3-24 Vista lateral en la configuración manual

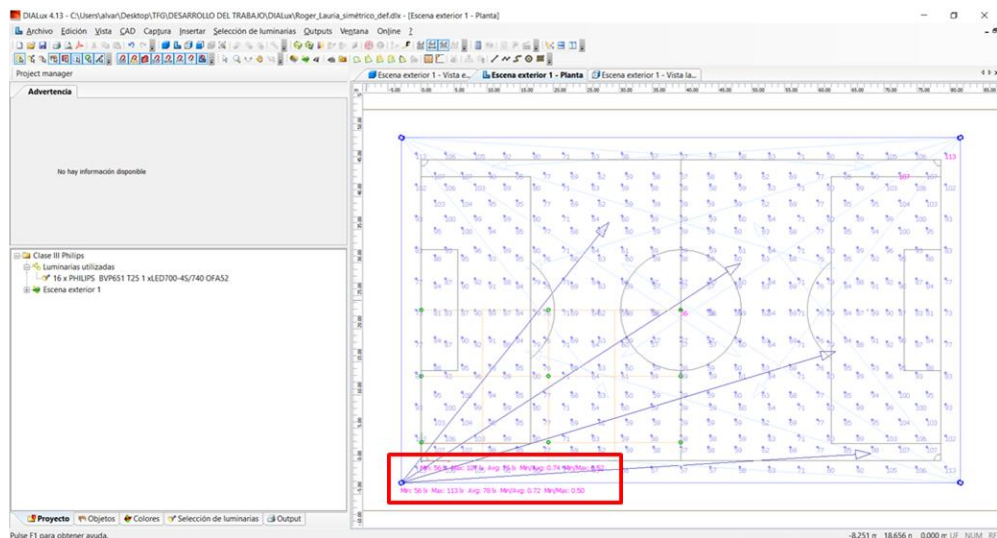


Figura 3-25 Vista en planta en la configuración manual

Una vez que los indicadores que aparecen en la Figura 3-25 marquen como mínimo los valores deseados, se procede a guardar el resultado como *Clase III Philips*.

3.3.4.3 Cálculo final

Llegado este punto, se deberá llevar a cabo la opción *Iniciar cálculo* para obtener todos los detalles relativos a la simulación.



Figura 3-26 Vista en detalle de la opción

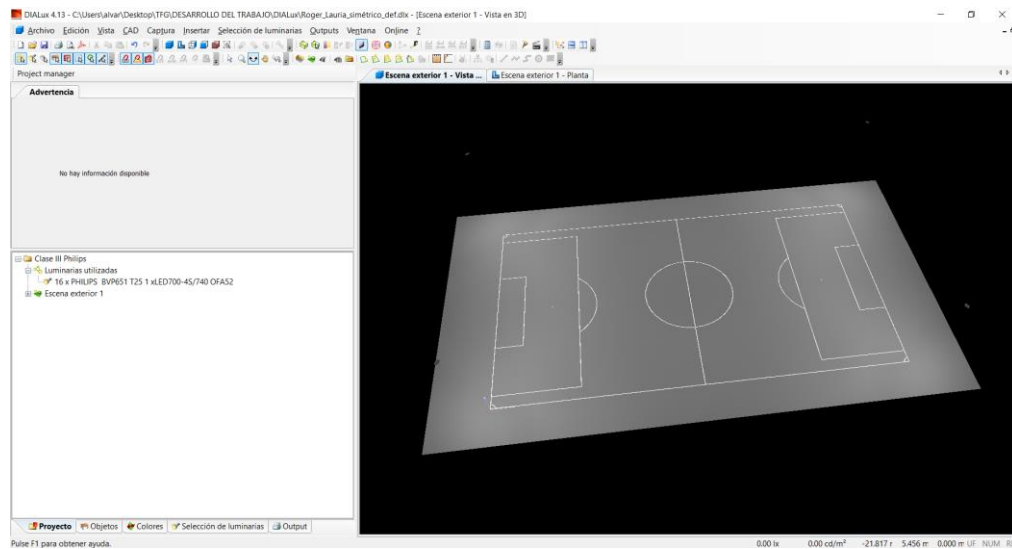


Figura 3-27 Vista al finalizar la simulación

3.3.5 Comprobación de los cálculos

Una vez realizada la simulación, para conseguir la mayor fiabilidad posible, se procede a realizar una comprobación para asegurar que nuestra escena cumple con los valores inicialmente establecidos. Para ello, se empleará el desplegable *Resumen* para el área total y el área principal en el que se podrá visualizar los valores obtenidos.

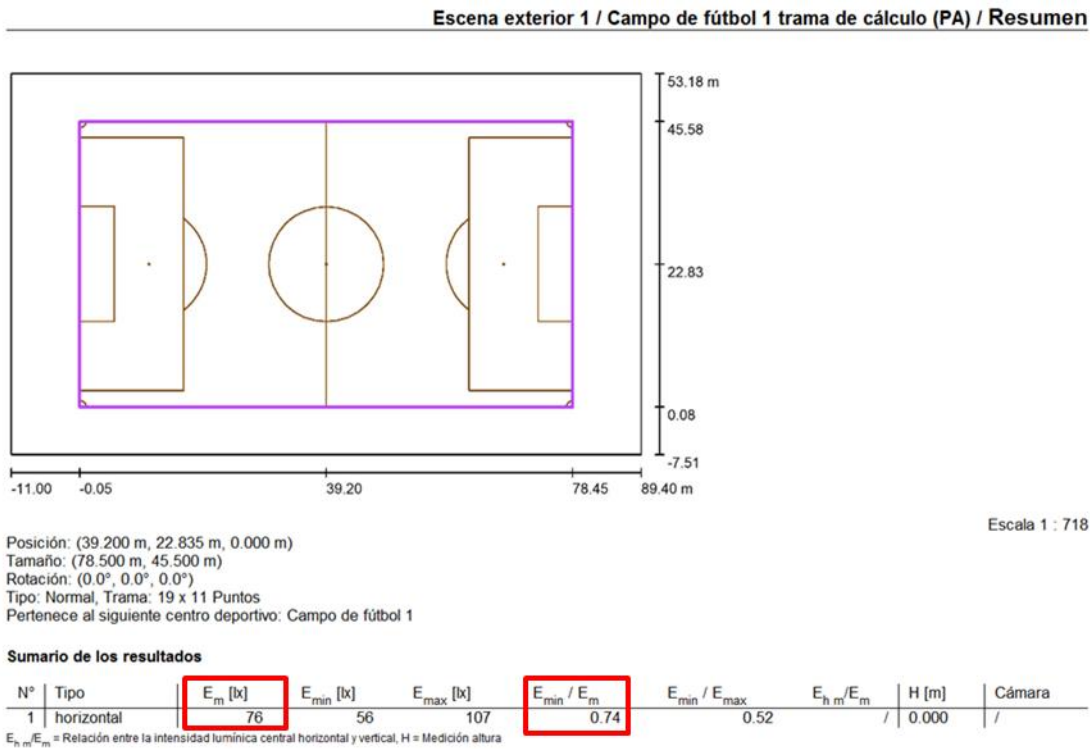


Figura 3-28 Resumen del área principal

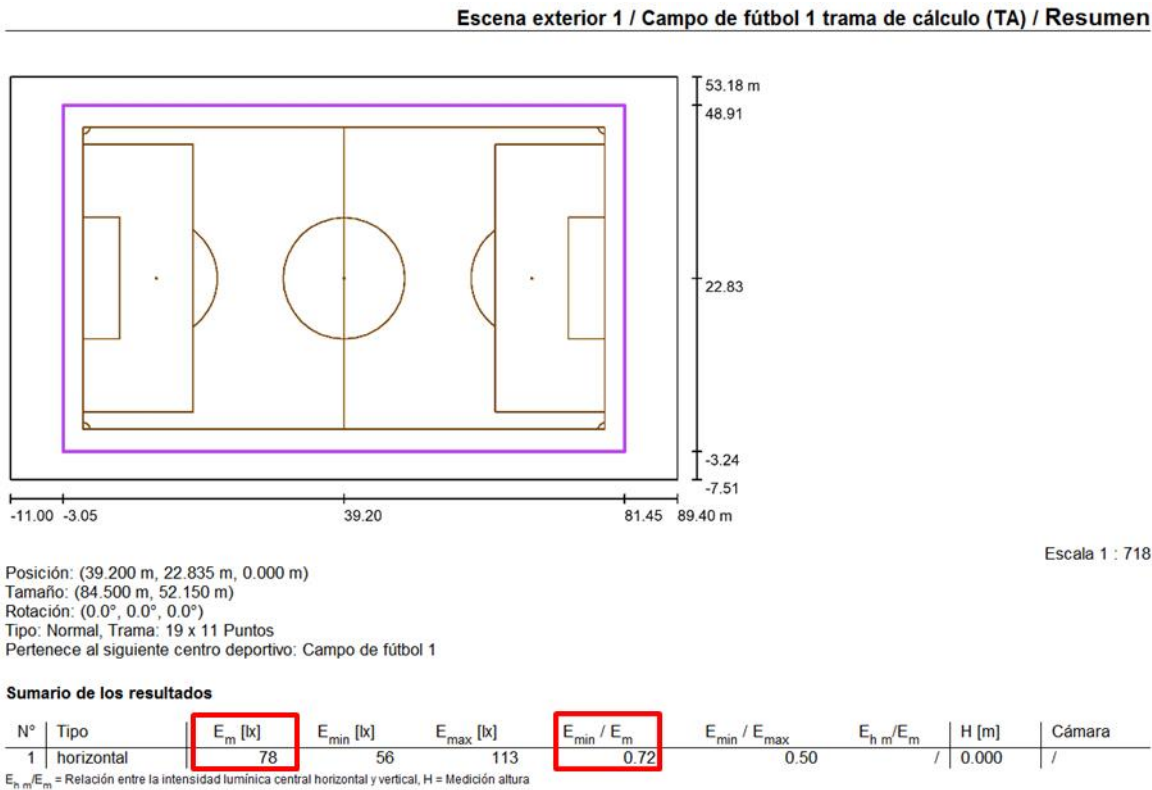


Figura 3-29 Resumen del área total

Por último, se procede a comprobar el nivel de deslumbramiento mediante la introducción de un observador en el campo de fútbol, que desempeña la función de una persona en el terreno de juego. Se

insertarán varios jugadores en lugares críticos para realizar dicha comprobación y se colocarán en una mitad del campo ya que el resto se calcula automáticamente, como si de un espejo se tratase.

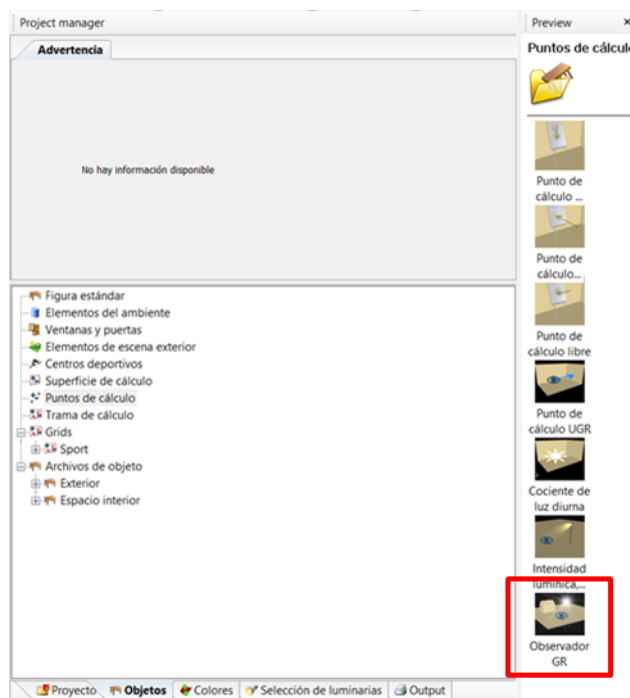


Figura 3-30 Punto de cálculo a introducir

Para ello, se emplea como referencia la opción *Trazar trama de referencia*, para así lograr una distribución ordenada y equitativa de los jugadores en todo el terreno de juego. Esta opción consiste en el trazado de una rejilla que nos sirve como medida de referencia a la hora de colocar a los observadores.

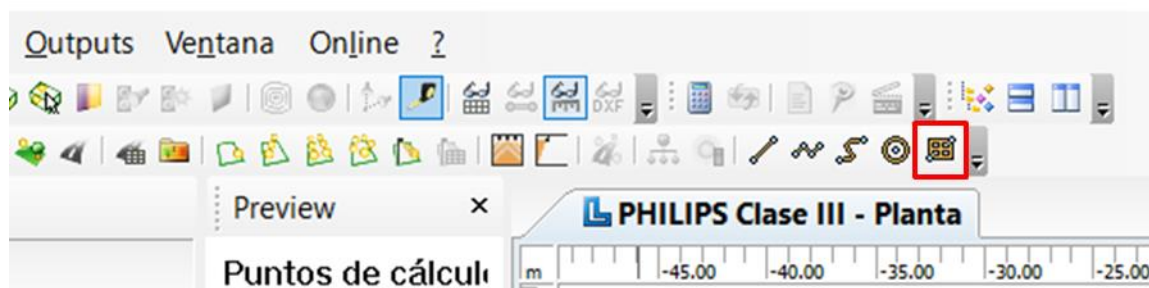


Figura 3-31 Vista en detalle de la opción

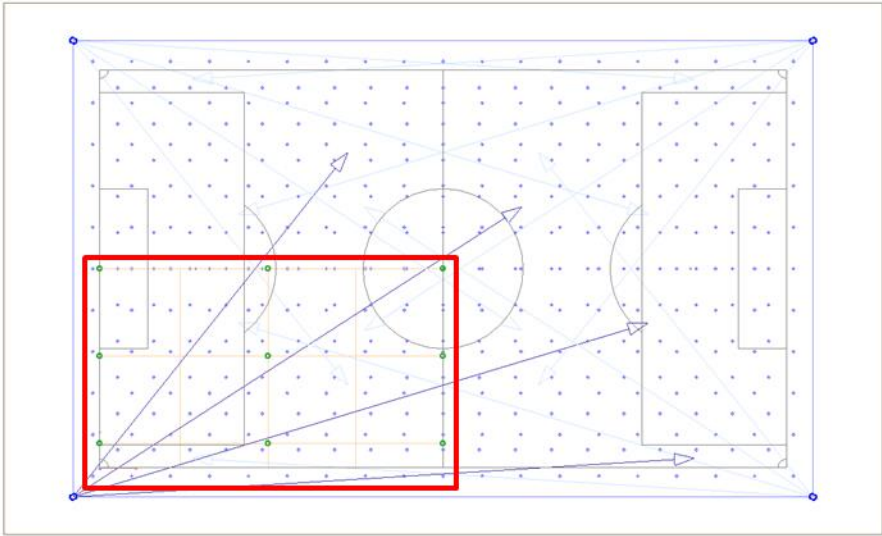


Figura 3-32 Vista con la malla y jugadores introducidos

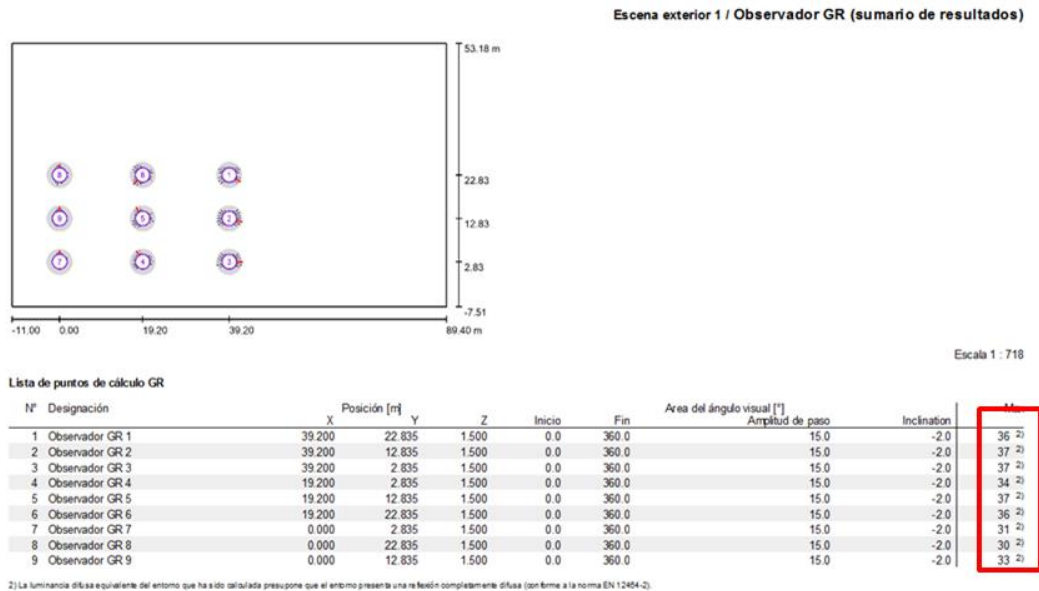


Figura 3-33 Resumen del deslumbramiento

Como se puede observar en la Figura 3-33, ningún jugador se encuentra por encima del límite establecido por la normativa, por lo que se concluye que cumple con margen las condiciones desde el punto de vista del deslumbramiento.

3.3.6 Herramientas de análisis de resultados

Una vez realizada la simulación, DIALux permite una opción para, de una manera visual y asequible a todo público sea experto o no de la materia, llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos.

3.3.6.1 Representación de colores falsos

Esta herramienta son una representación gráfica de los niveles de iluminación existentes en el modelo 3D. De esta manera, se puede identificar rápidamente la uniformidad y las distintas zonas en

base a los lux existentes. Cabe la posibilidad de regular la escala de colores para dar una impresión de mayor armonía entre áreas.

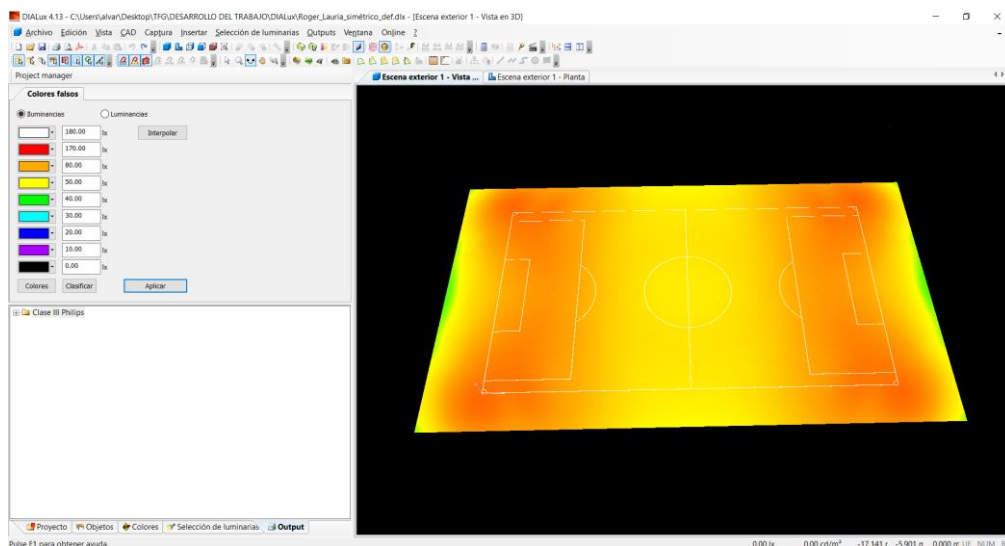


Figura 3-34 Colores falsos en 3D

3.3.7 Luminaria escogida para realizar la simulación



Figura 3-35 Luminaria PHILIPS

El modelo escogido tal y como se expuso anteriormente es el BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU, con el proyector *ClearFlood Large*, de la marca PHILIPS.

Incorporando ópticas de una gran eficiencia y LED de vanguardia, se trata de una solución muy competitiva que ofrece una relación sobresaliente lux/euro y ahorros de energía de hasta el 40%. ClearFlood Large es fácil de instalar ya que simplemente es enchufarla y adecuarla a las necesidades. Idónea para sustituir la tecnología convencional y habilitar el control de iluminación inteligente manteniendo la misma instalación eléctrica y los mismos postes, como sería el caso.

Las características principales se resumen en la siguiente tabla:

PHILIPS ClearFlood Large

Tipo	BVP651 LED700-4S/740
Potencia	455 W

Flujo luminoso	58800 lm
Eficiencia luminosa	129 lm/W
Temperatura de color	4000 K
Índice de reproducción cromática	70
L.O.R.	0.84
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Índice de protección frente a choque mecánico	IK08
Código de protección de entrada	IP66
Tipo de óptica	Optiflux asimétrico, ángulo del eje de 52°
Transformador	PSU

Tabla 3-2 Características técnicas

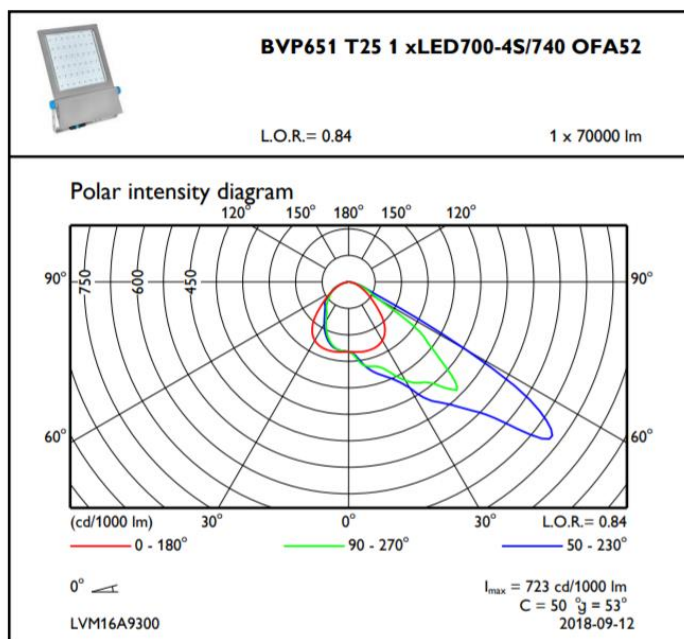


Figura 3-36 Diagrama de intensidad polar

3.3.8 Mejora visual del proyecto

Una vez finalizada la parte técnica que requiere cálculos matemáticos, se puede mejorar la parte estética del proyecto, introduciendo ciertos detalles para hacer así más atractivo el producto al usuario que lo esté visualizando.

3.3.8.1 Introducción de texturas en el campo

Para adquirir una mayor apreciación visual de que material está formado el campo de fútbol, existe la opción que permite cambiar la textura según se desee que mejore la presentación.

Se debe acudir al subapartado *Colores – Texturas* para finalmente escoger la textura de hierba.

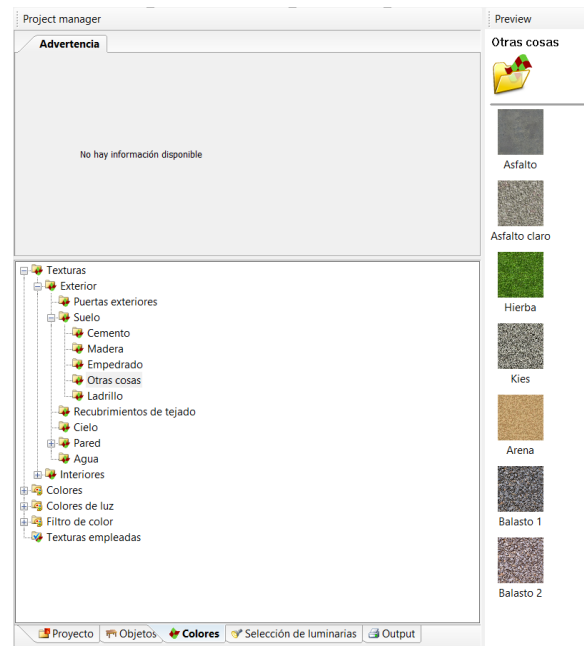


Figura 3-37 Elección de textura

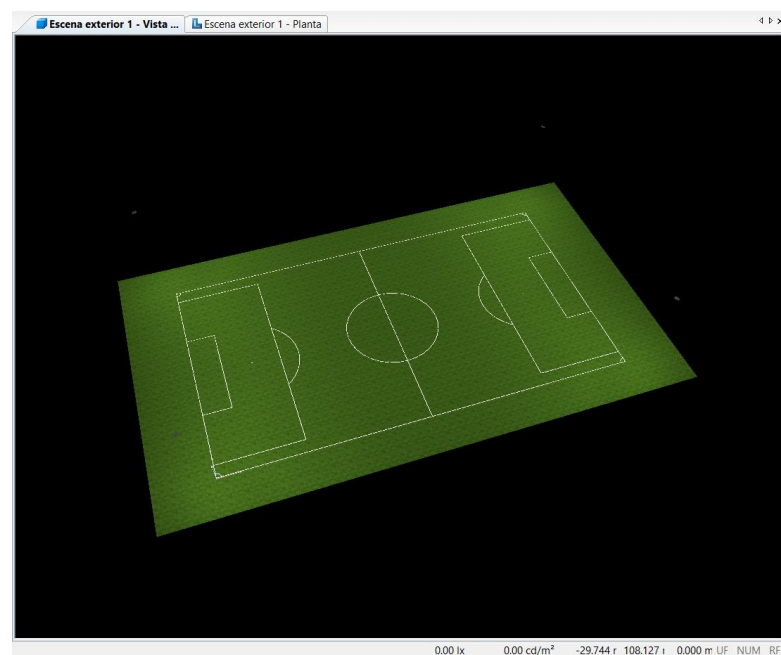


Figura 3-38 Vista 3D con texturas

3.3.8.2 Creación de las torres de iluminación

Además, también se puede introducir postes de iluminación para que de esta manera no solo se vea la luminaria sin ningún tipo de soporte físico.

Se debe acceder al subapartado *Objetos* e introducir las características de la torre. En este caso, se introdujeron las medidas reales del soporte actual.

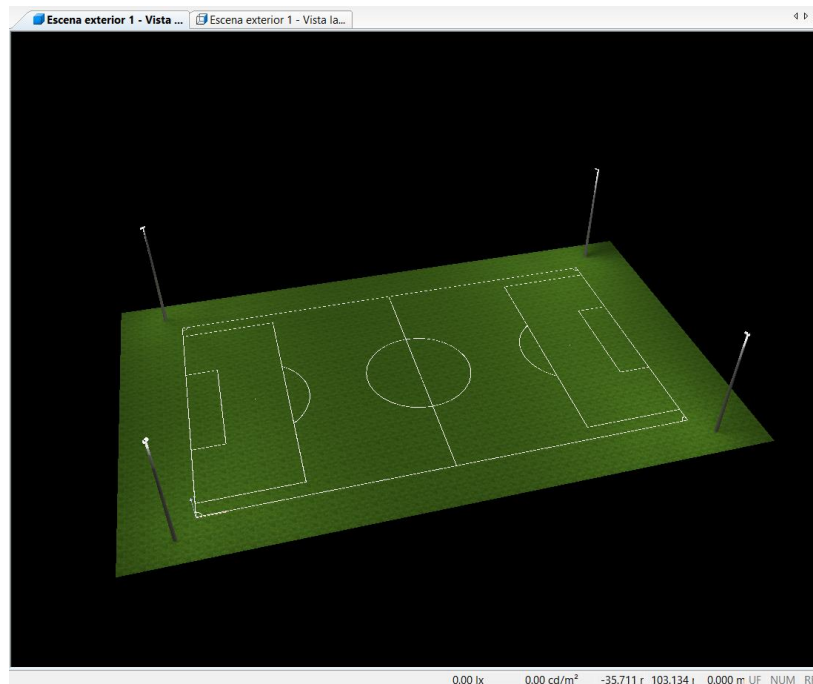


Figura 3-39 Vista 3D con las torres



Figura 3-40 Vista lateral con las torres

3.4 Estudio económico

En este apartado, se buscará una comparativa de consumo entre la instalación existente, que emplea el sistema de alumbrado convencional mediante halogenuro metálico, y la propuesta, que emplea la tecnología LED anteriormente explicada y desarrollada. Para ello, hay factores que cobran una mayor importancia para el estudio como son:

- **Número de luminarias actuales y propuestas:** este valor nos podrá indicar el número exacto de las fuentes de luz a sustituir y de las que se deberán instalar.

- **Potencia de las luminarias actuales y propuestas:** sabiendo el consumo actual por unidad, se podrá llegar a un consumo total actual y propuesto que será la base de las futuras conclusiones.
- **Potencia total actual y propuesta:** este será el resultado que nos podrá indicar de forma clara el ahorro que supone en términos energéticos la propuesta realizada a lo largo del trabajo que servirá de respaldo a todo lo expuesto.
- **Coste del kWh:** para este aspecto, se emplea la media del año 2021 que establece 0,129€/kWh. Servirá para tener una referencia económica con la que poder extraer conclusiones. [23]
- **Tiempo de uso estimado:** debido a que el sistema de alumbrado no posee un horario fijo y funciona simplemente por demanda, se estimarán distintas opciones, en base al verdadero uso que se le da a dicho sistema de alumbrado, desde el punto de vista económico de la Escuela Naval: caso base, mejor caso y peor caso posible teniendo en cuenta todas las actividades que se puedan desarrollar, como son partidos, entrenamientos, eventos etc.

A raíz de los resultados que se alcancen, se podrá concluir si la propuesta es verdaderamente superior a lo que existe en la actualidad.

4 RESULTADOS

4.1 Introducción

A lo largo de todo el desarrollo se ha explicado detalladamente los procedimientos y metodologías empleadas a lo largo del trabajo y, llegados a este punto, se expondrán los resultados de una manera sencilla y clara para que así se puedan extraer conclusiones fundamentadas con criterio. Para que la interpretación sea más asequible, cada subapartado del desarrollo tiene a su homólogo en este apartado de resultados y se buscará exponer todos los resultados posibles en forma de tabla-resumen, buscando una mayor síntesis y sencillez.

4.2 Planimetría y diseño CAD

En este subapartado se adjuntan los distintos planos que se han realizado a lo largo de todo el trabajo, como son los planos de situación, emplazamiento, luminaria escogida, etc.

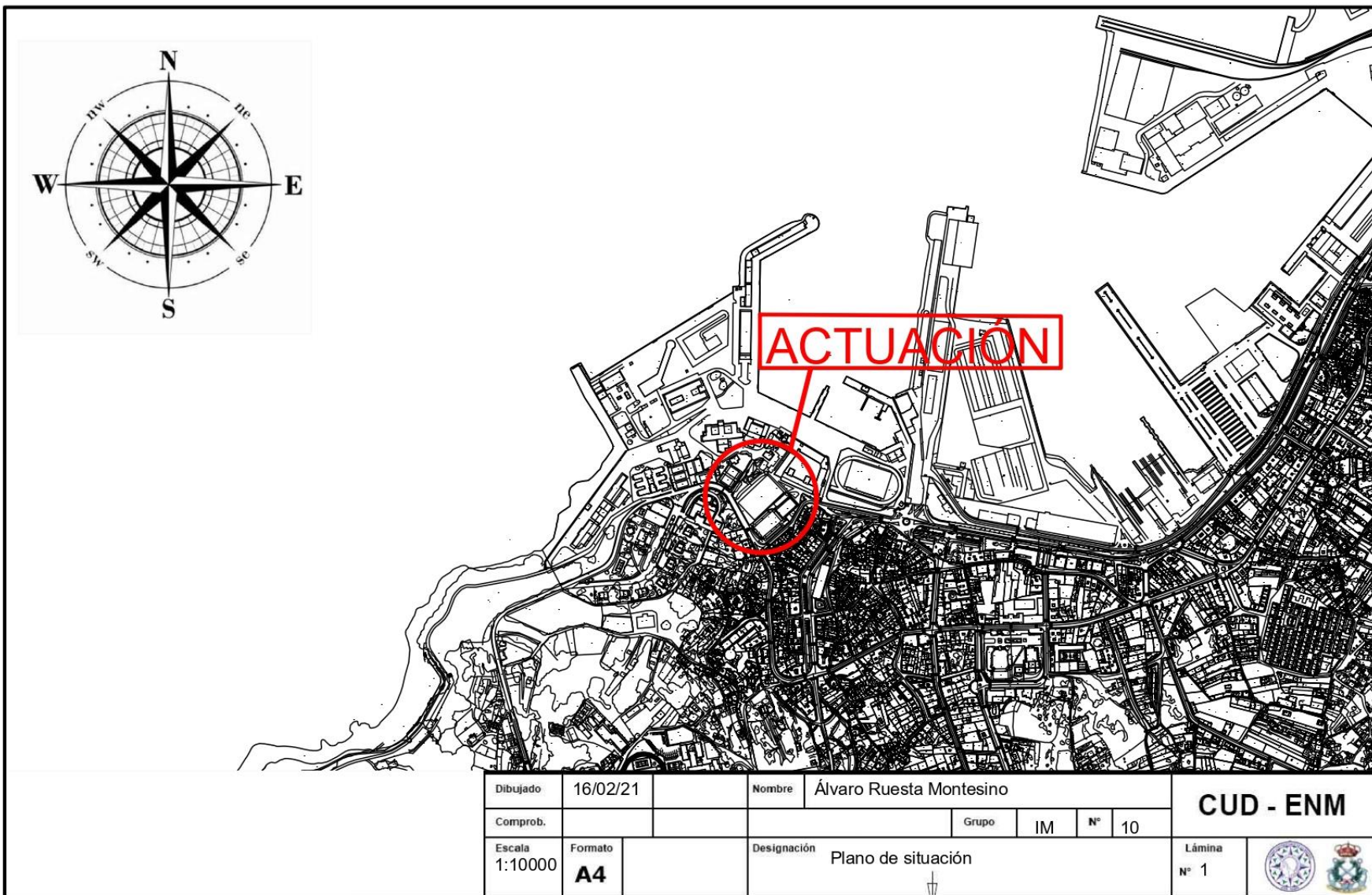
El programa fundamental empleado como ya se ha mencionado anteriormente ha sido AutoCAD 2021 con el que se ha ido modificando cada plano a las necesidades concretas de la situación. Además, también se procedió a la importación del proyecto final de DIALux para poder sacar mayor provecho desde el punto de vista gráfico al trabajo lumínico y así poder, desde diferentes puntos de vista, apreciar lo obtenido.

Los planos introducidos son:

- Plano de situación: en el se podrá visualizar la ubicación de la zona de estudio con respecto a sus alrededores, en la zona de Marín.
- Planos de emplazamiento: sitúa ya dentro de la Escuela Naval el campo de fútbol, pudiendo diferenciar las distintas zonas existentes de la academia.
- Plano en detalle, planta general y áreas de trabajo: en ellos se distinguen las distintas formas en las que se compone el terreno de juego.
- Planta del sistema de alumbrado y ubicación de las torres: se puede observar donde están físicamente las torres con respecto al terreno de juego y su disposición lumínica.
- Torres de iluminación: geometría y estructura que poseen las actuales torres de iluminación.
- Luminaria empleada: muestra desde un punto de vista gráfico la luminaria LED propuesta en el proyecto, con sus distintas vistas.

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

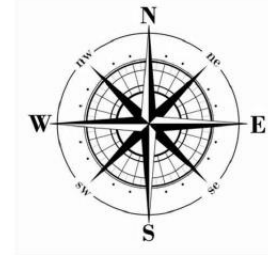
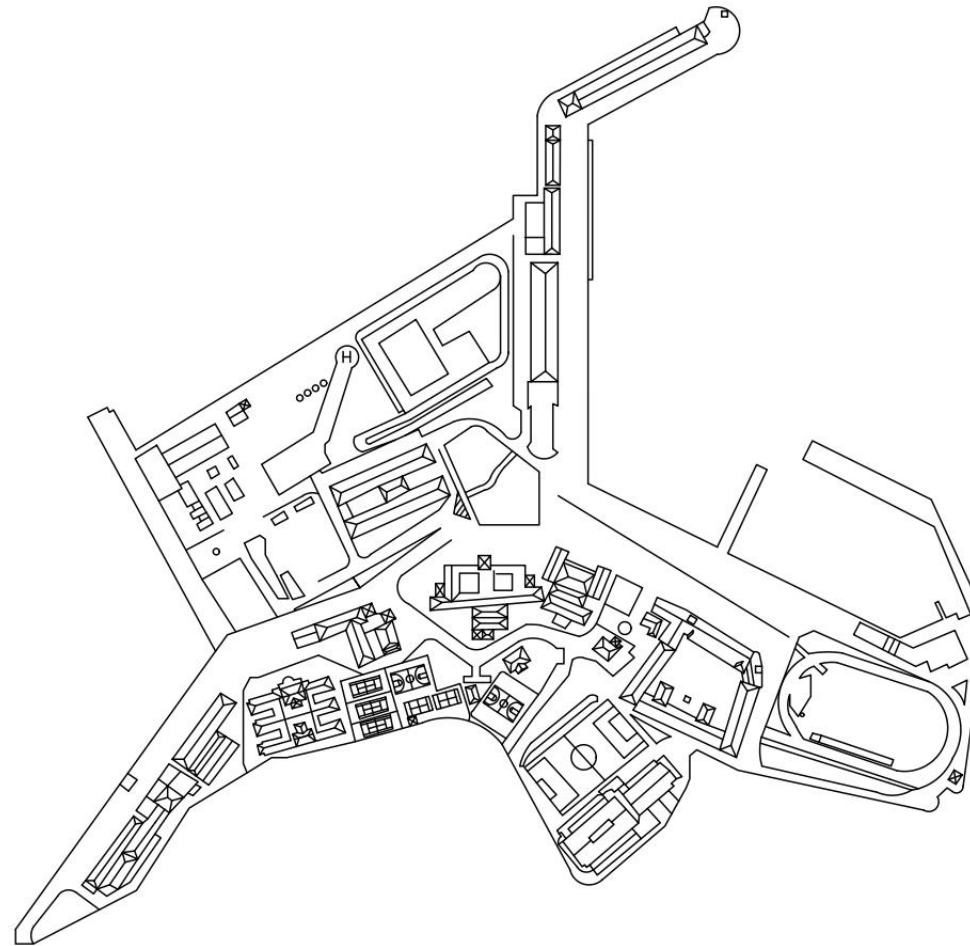
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino					CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10			
Escala 1:10000	Formato A4		Designación	Plano de situación 					Lámina Nº 1	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

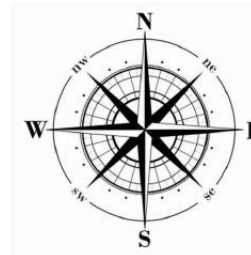
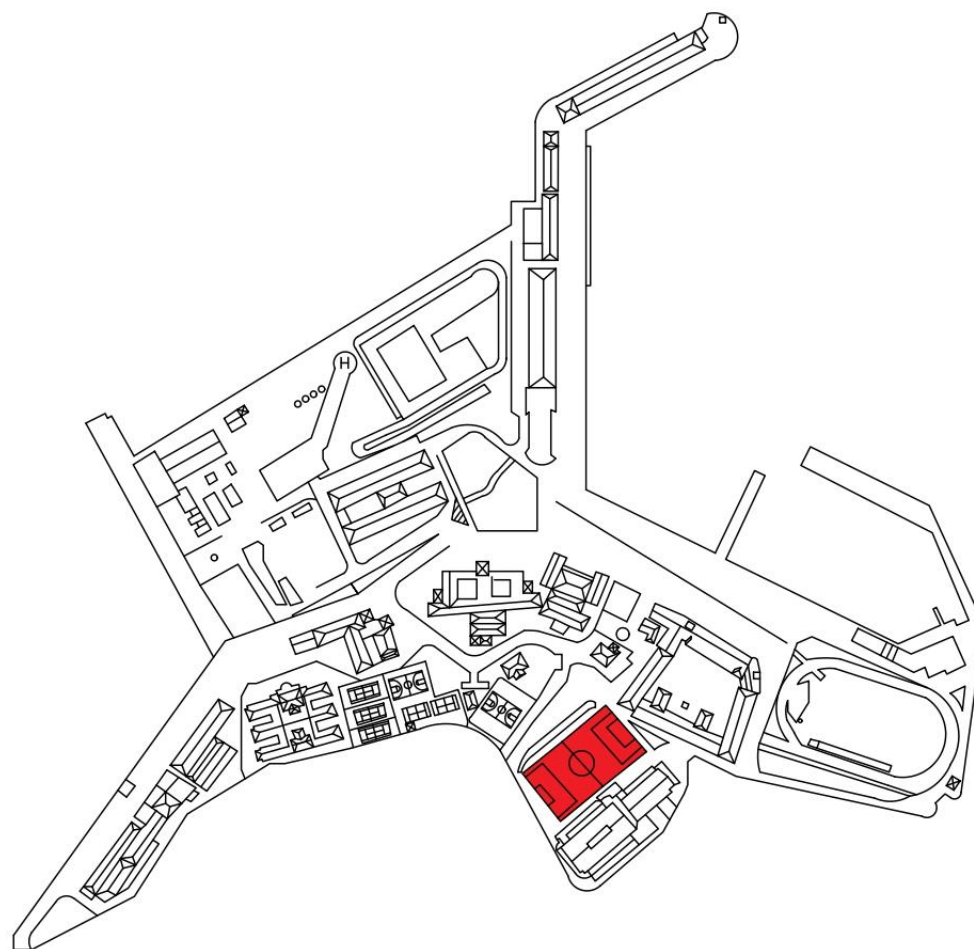
Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	1:5000	Formato	A4	Designación				Lámina	Nº 2
				Plano de emplazamiento					



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



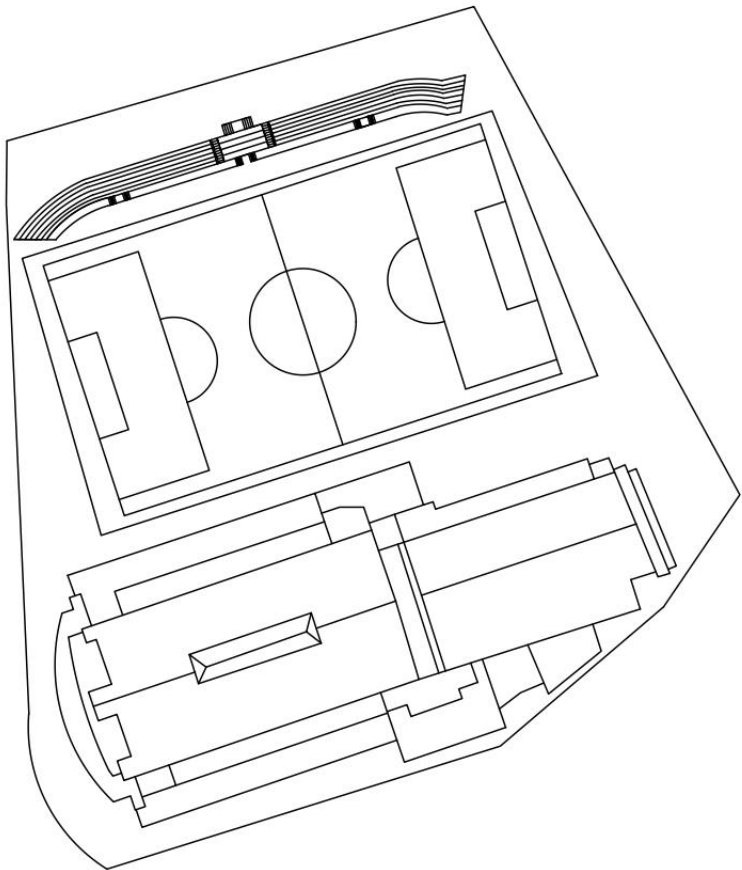
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	1:5000	Formato	A4	Designación Plano de emplazamiento				Lámina Nº 3	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



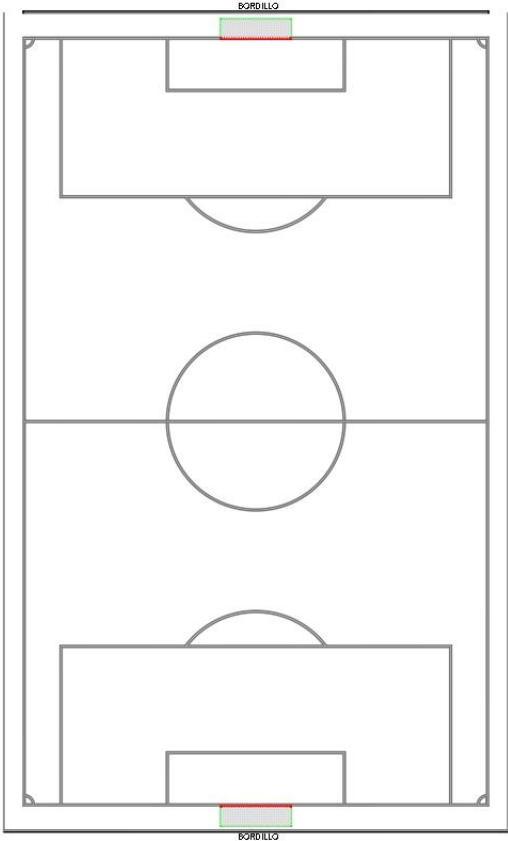
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	10/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	1:1000	Formato	A4	Designación Plano de emplazamiento				Lámina Nº 4	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



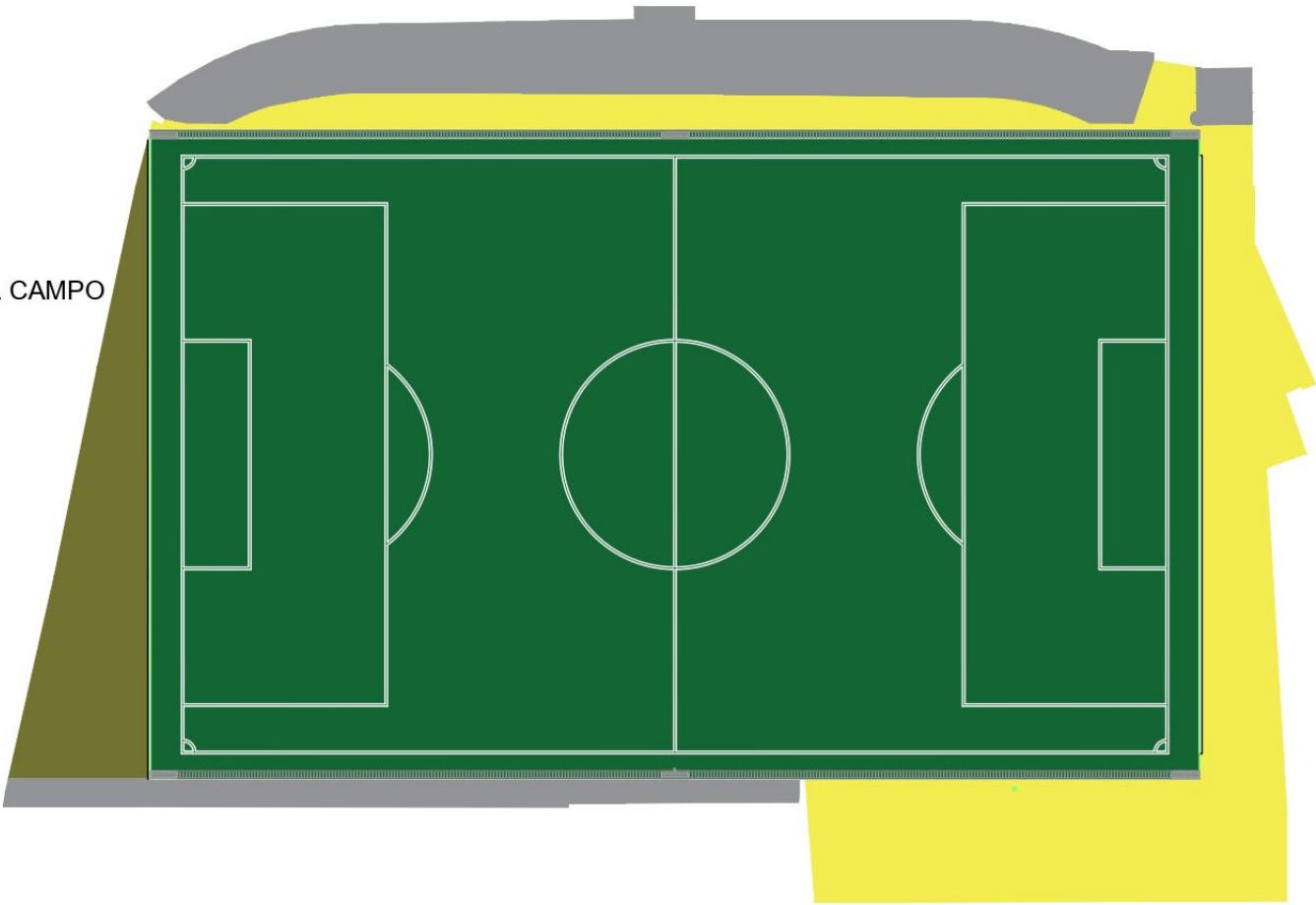
Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	Formato		Designación	Plano en detalle del campo				Lámina	 
1:100	A4							Nº 5	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

LEYENDA

- CAMPO DE FÚTBOL
- TALUD DE PIEDRA
- GRADAS
- ZONA ALREDEDOR DEL CAMPO



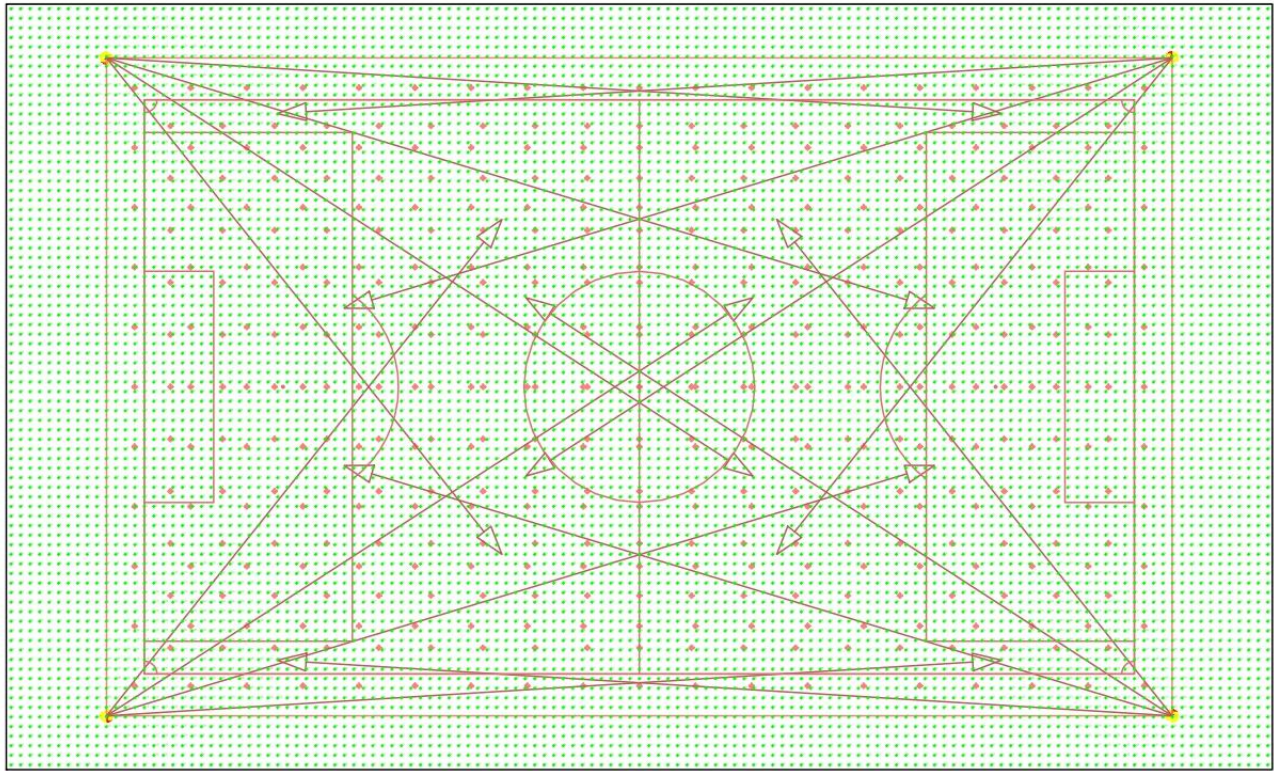
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	Formato		Designación	Planta general				Lámina	
1:500	A4							Nº 6	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala 1:500	Formato A4		Designación	Planta del sistema de alumbrado				Lámina Nº 7	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

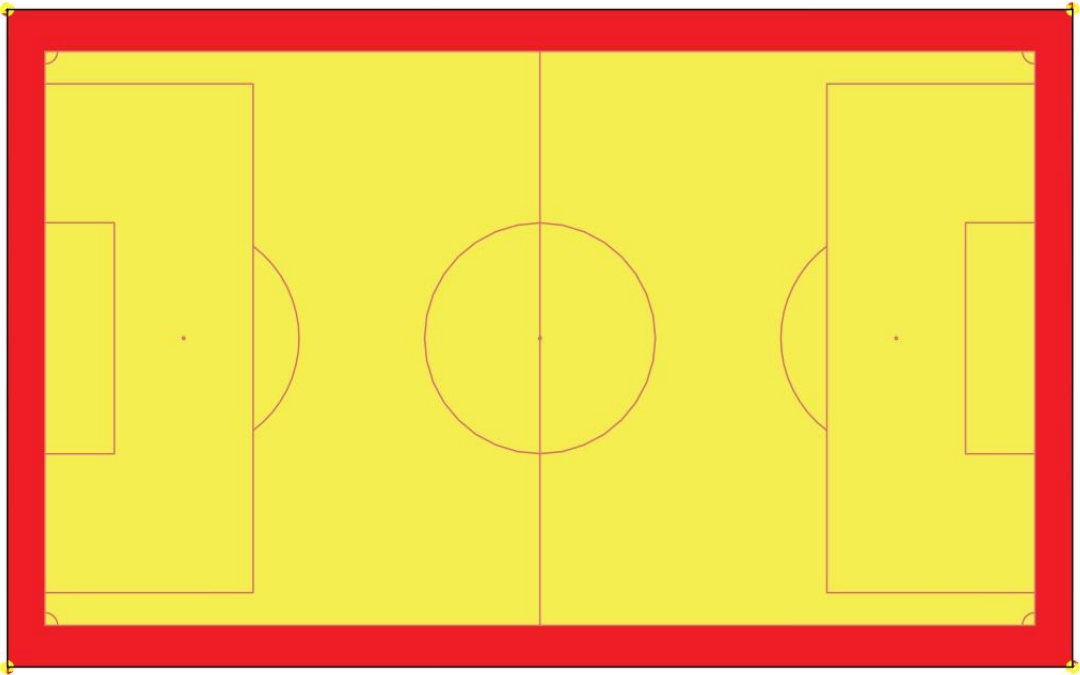
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

LEYENDA

● ÁREA PRINCIPAL
●+● ÁREA TOTAL

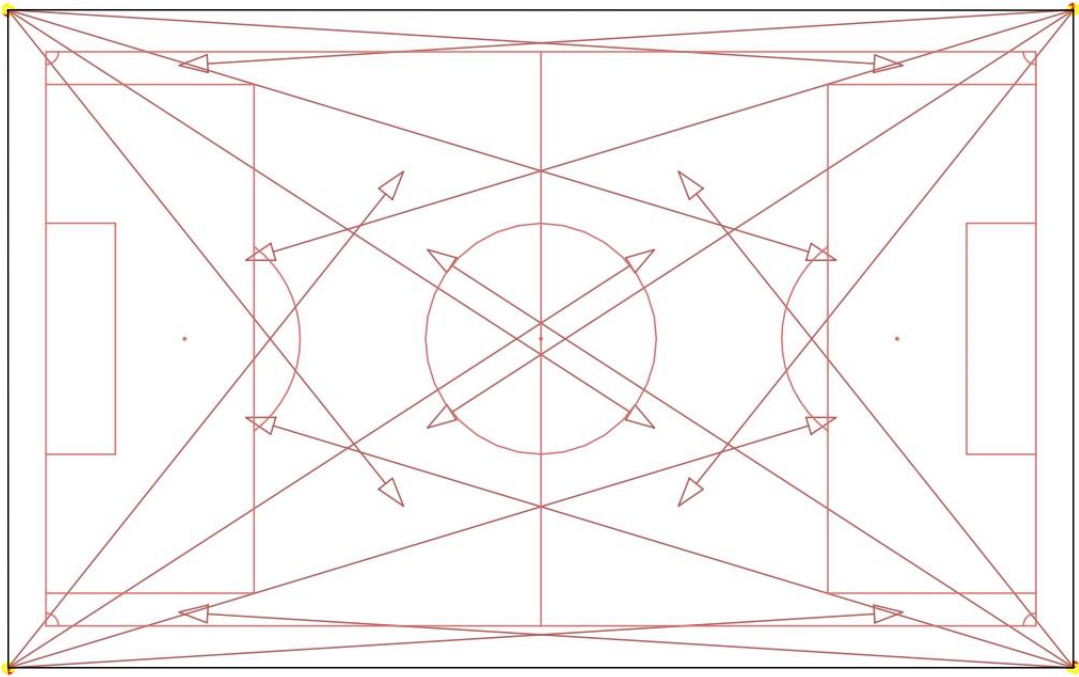


Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	Formato		Designación	Áreas de trabajo				Lámina	 
1:500	A4							Nº 8	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

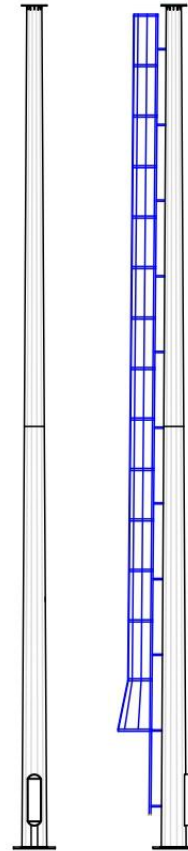
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Dibujado	16/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala	1:500	Formato	A4		Designación	Ubicación de las torres de iluminación			Lámina
								Nº 9	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

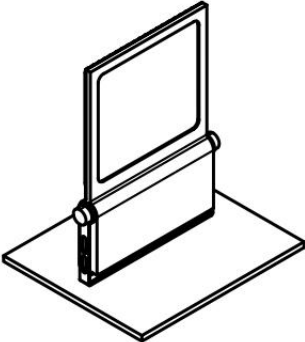
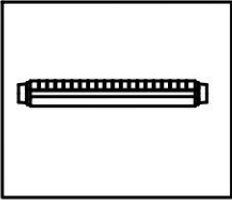
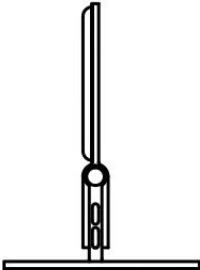
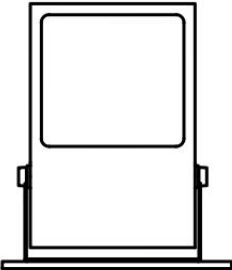


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	26/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala 1:150	Formato A4		Designación	Torres de iluminación				Lámina Nº 10	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Dibujado	22/02/21		Nombre	Álvaro Ruesta Montesino				CUD - ENM	
Comprob.				Grupo	IM	Nº	10		
Escala 1:20	Formato A4		Designación	PHILIPS CLEAR FLOOD LARGE				Lámina Nº11	 

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

4.3 Simulación propuesta

En este subapartado, se sintetizará en la medida de lo posible todo lo obtenido en el software lumínico que deberá estar en concordancia con la norma europea ya mencionada UNE-EN 12193 en los distintos aspectos que establece. Se incluirán las dos áreas principales, la total y la principal, para de esta manera poder comprobar como varía lo hallado en función de la extensión total.

Cada tabla representará una variable lumínica de interés y contará con una breve explicación y análisis de los distintos resultados finales.

4.3.1 Uniformidad (E_{min}/E_m) e iluminancia horizontal (E_m)

ÁREA/NORMA	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m	E_{min}/E_{max}	
Norma UNE-EN 12193	75			0.5		Veredicto
Principal (PA)	76	56	107	0.74	0.52	SI CUMPLE
Total (TA)	78	56	113	0.72	0.5	SI CUMPLE

Tabla 4-1 Resultados de uniformidad e iluminancia horizontal

Con respecto a la iluminancia, se alcanza de manera satisfactoria en ambos casos, con mayor margen en el área total y siendo más restrictivo en el área principal. Esto significa que no habría problema con respecto a que no se cuente con una iluminancia de calidad en alguna parte del campo.

Se puede apreciar que la uniformidad en ambas zonas es significativamente mayor a la exigida, valores obtenidos debido en gran medida a la disposición simétrica propuesta de las torres. Con esto, se consigue disminuir la diferencia lumínica entre las distintas zonas existentes del terreno de juego, para que no haya algunas demasiado iluminadas y otras apenas iluminadas, evitando así una desigualdad que provocaría una iluminancia de poca calidad.

Analizando estos dos factores a la vez, se puede saber que la iluminancia es buena ya que supera el límite establecido pero que, a su vez, esta iluminancia que cumple con la normativa vigente está presente en la gran mayoría del campo. Estos dos aspectos se deben estudiar a la vez ya que el tener solo buena uniformidad puede indicar tener una mala iluminancia en todo el campo de valor similar, que provoque esta falsa sensación de calidad; se debe cumplir la normativa simultáneamente para llegar a los estándares de calidad esperados.

4.3.2 Grado de deslumbramiento (GR)

OBSERVADOR/NORMA	Grado de deslumbramiento	
Norma UNE-EN 12193	55	Veredicto
Observador 1	36	SI CUMPLE
Observador 2	37	SI CUMPLE
Observador 3	37	SI CUMPLE
Observador 4	34	SI CUMPLE
Observador 5	37	SI CUMPLE
Observador 6	36	SI CUMPLE
Observador 7	31	SI CUMPLE
Observador 8	30	SI CUMPLE
Observador 9	33	SI CUMPLE

Tabla 4-2 Resultados del grado de deslumbramiento

De los distintos observadores introducidos en el terreno de juego, simulando personal real, se aprecia que se cumple de manera holgada el límite incluso en el caso más restrictivo del observador 5. De esta manera, el desarrollo del partido sería cómodo visualmente tanto para los deportistas como para los espectadores, sin provocar efectos visuales no deseados como son la fatiga, cansancio o molestia y que no se pudiese ver de manera correcta acontecimientos que ocurren a gran velocidad como un disparo a portería.

4.3.3 Índice de reproducción cromática

LUMINARIA/NORMA	Índice de reproducción cromática	
Norma UNE-EN 12193	60	Veredicto
Luminaria LED escogida	70	SI CUMPLE

Tabla 4-3 Resultado del índice de reproducción cromática

Esta variable lumínica viene implícitamente establecida dentro de la luminaria LED escogida, que cumple con creces la normativa vigente. De esta manera, los distintos colores de la zona de estudio se pueden apreciar de manera considerablemente similar a la real y que no se pierda calidad desde el punto de vista de los colores.

4.4 Estudio económico

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos bajo las premisas descritas en el apartado 3.4. En los diferentes apartados, variará simplemente el tiempo de uso que tendrá la instalación de alumbrado, al no tener horario fijo. De esta manera, se podrá tener una opinión más abierta a la casuística real del funcionamiento del alumbrado.

4.4.1 Caso base

En este caso, se tomará un tiempo estimado de uso de 3 partidos por semana de una duración de 90 minutos cada uno, que se traduce en 4,5h de uso.

	Actual	Propuesta LED
Luminaria	MVP507 MHN-LA1000W/842 230V WB SI	BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU
Número de torres	4	
Número luminarias por torre	3	4
Número total de luminarias	12	16
Potencia consumida por luminaria (W)	1000	440
Potencia total (kW)	12	7.04
Tiempo de uso (h)	4.5	
Potencia consumida (kWh)	54	31.68
Coste €/kWh (2021)	0.129	
Coste total semanal (€)	6.966	4.08672
Coste total mensual (€)	27.864	16.34688
Coste total semestral (€)	167.184	98.08128
Coste total anual (€)	334.368	196.16256

Tabla 4-4 Caso base

4.4.2 Mejor caso posible

En este caso, se tomará un tiempo estimado de uso de 1 partido por semana de una duración de 90 minutos cada uno, que se traduce en 1,5h de uso.

	Actual	Propuesta LED
Luminaria	MVP507 MHN-LA1000W/842 230V WB SI	BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU
Número de torres	4	
Número luminarias/torre	3	4
Número total de luminarias	12	16
Potencia consumida por luminaria (W)	1000	440
Potencia total (kW)	12	7.04
Tiempo de uso estimado (h)	1.5	
Potencia consumida (kWh)	18	10.56
Coste €/kWh (2021)	0.129	
Coste total semanal (€)	2.322	1.36224
Coste total mensual (€)	9.288	5.44896
Coste total semestral (€)	55.728	32.69376
Coste total anual (€)	111.456	65.38752

Tabla 4-5 Mejor caso posible

4.4.3 Peor caso posible

En este caso, se tomará un tiempo estimado de uso de 6 partidos por semana de una duración de 90 minutos cada uno, que se traduce en 9h de uso.

	Actual	Propuesta LED
Luminaria	MVP507 MHN-LA1000W/842 230V WB SI	BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU
Número de torres	4	
Número luminarias/torre	3	4
Número total de luminarias	12	16
Potencia consumida por luminaria (W)	1000	440
Potencia total (kW)	12	7.04
Tiempo de uso estimado (h)	9	
Potencia consumida (kWh)	108	63.36
Coste €/kWh (2021)	0.129	
Coste total semanal (€)	13.932	8.17344
Coste total mensual (€)	55.728	32.69376
Coste total semestral (€)	334.368	196.16256
Coste total anual (€)	668.736	392.32512

Tabla 4-6 Peor caso posible

4.4.4 Explicación común a las opciones

Analizando las tres opciones planteadas, se observa que el ahorro es considerable en todos los escenarios posibles desde el punto de vista de la potencia, hecho que certifica la propuesta LED como mejor que la actual también desde el punto de vista económico.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Introducción

Como parte final de este trabajo, se expondrán las ideas que han cobrado mayor importancia y que se han obtenido a lo largo de la realización de este. Para ello, se dividirá en dos partes: la primera, se basará principalmente en las ideas de los distintos apartados en los que se divide el proyecto; en cambio, la segunda, constará de las conclusiones y razonamientos desde un punto de vista global, del conjunto del trabajo en su totalidad.

Como cierre final, se dará una serie de líneas futuras para encaminar en cierta manera las posibles variantes y proyectos a venir en un futuro próximo, para así plantear una mejora en lo ya hecho o incluso una propuesta innovadora.

5.2 Conclusiones

5.2.1 Conclusiones previas

Tal y como se ha expuesto en la introducción del apartado, a continuación, se irá apartado por apartado concluyendo con los aspectos más relevantes, haciendo un enfoque profundo para no dejar ningún aspecto relevante sin analizar.

El proyecto nace con el apartado de planimetría y diseño CAD que se fundamenta en la creación de los distintos planos para ubicar de una manera correcta la zona de estudio, pero también para dar los detalles necesarios de las distintas áreas. El empleo de ortofotos simplificó en gran medida el trazado y el posterior escalado, ya que sirvió como plantilla de referencia de una manera realmente intuitiva. Debido a la situación sanitaria causada por la pandemia en la que se encuentra la Escuela Naval, España y el resto del mundo, se sustituyó de la mejor manera posible el uso de herramientas en la realidad (odómetro, telémetro láser, etc) mediante distintos visores cartográficos, que sirvieron como sustituto y que el empleo de varios de ellos sirviese como doble comprobación para minimizar todo lo posible los errores humanos en la medición. De esta manera, se pudo compatibilizar las medidas impuestas por las autoridades y reducir el riesgo de contagio con un mínimo impacto en el trabajo.

El hecho de haber empleado AutoCAD en distintos cursos y en diferentes asignaturas, dio mayor soltura a la hora de realizar los planos que agilizó en cierta medida todo el proceso, ya que la interfaz y las opciones eran conocidas en su mayoría. Se buscó combinar este programa gráfico con los distintos visores cartográficos líderes en el sector como Google Earth y SIGPAC para exponer la facilidad de trabajar con estas plataformas y la utilidad que se puede llegar a tener. Además, las posibilidades son

infinitas para obtener información de cara a la planimetría, como el uso de la sede electrónica del Catastro.

Pasando a la parte específica del software lumínico DIALux, esta constó de distintas partes, desde la elaboración del proyecto al desarrollo de este, a través de los distintos pasos para llegar al resultado final. En este punto, fue clave una previa lectura e interiorización de la interfaz del programa teniendo como finalidad poder interpretar de manera correcta los resultados de las distintas magnitudes lumínicas. La disponibilidad de mucha información en Internet acerca de su empleo facilitó en gran medida la primera toma de contacto con un software totalmente nuevo y nunca visto anteriormente. En este punto, se evitó el empleo de archivos creados en AutoCAD para poder obtener mayor fluidez en los cálculos y que el programa soportase mejor todo el proceso; se quiso respetar la naturaleza de software de iluminación y no darle un papel de programa gráfico que no le corresponde.

Las funciones relacionadas con la iluminación son realmente intuitivas y no requieren un gran conocimiento previo de dicho programa: por ejemplo, el insertar la luminaria deseada tal y como se mostró es un proceso rápido y direccionado desde el mismo programa. Lo mismo ocurre con la introducción de texturas y objetos, pero un aspecto relevante para tener en cuenta es que el tiempo de cálculo es directamente proporcional al número de objetos insertados en la escena. Con la opción de asignación de texturas se permite variar incluso el grado de reflexión, transparencia y rugosidad, pudiendo optar a resultados realmente precisos y cercanos a la realidad.

En la selección e introducción de luminarias se contó con la suerte de contar con la prestigiosa marca PHILIPS y su catálogo existente ya dentro del programa que evitó mayores complicaciones. Una vez que se escogió la definitiva, se mostró realmente que la verdadera naturaleza del programa ya que muestra de una forma excepcional los resultados en las variables importantes, evitando los grandes y profundos cálculos que se deberían hacer en caso de no disponer de esta ayuda. Cualquier variación se podía cambiar de una forma sencilla y que no repercutiese de manera significativa en el producto final. Finalmente, en la parte de cálculos, estos fueron realizados de una forma bastante rápida ya que la relación entre la información introducida y la potencia del programa fue la adecuada, permitiendo mayor velocidad en el proceso.

Relativo al aspecto económico, la diferencia entre ambas opciones es considerable. Variando el tiempo de uso entre diferentes escenarios, se aprecia que siempre va a ser mejor la propuesta LED que la instalación ya existente, hecho que respalda la decisión tomada.

5.2.2 Conclusiones finales

Llegados a este punto, se puede afirmar que el objetivo principal del trabajo se consiguió satisfactoriamente ya que se consiguió que la nueva propuesta cumpliera el estándar internacional exigido, con una nueva ubicación de los postes de iluminación que encaje en la situación lumínica actual.

De otra manera, DIALux ha demostrado grandes capacidades en su ámbito de actuación, dejando patente que es una gran herramienta para todo aquel que necesite información acerca de iluminación, incluso aquellos que no sean expertos en la materia. Su interfaz simple y sencilla permite una rápida interiorización de los distintos comandos y opciones existentes. De igual manera ocurre con AutoCAD, programa que proporciona un abanico interminable de caminos para llegar a un mismo resultado.

5.3 Líneas futuras

A continuación, se propondrán posibles líneas de acción que puedan seguir aguas al presente trabajo, tanto a corto plazo como a largo plazo.

5.3.1 *Corto plazo*

Realizar un profundo estudio de campo en la zona de estudio para obtener información de las distintas posibilidades de mejora y optimización, teniendo en cuenta las principales conclusiones obtenidas en el presente trabajo.

5.3.2 *Largo plazo*

Llevar a cabo una optimización y actualización de toda la instalación de alumbrado deportivo exterior de la Escuela Naval Militar, abarcando las distintas zonas como son la pista militar, pista de atletismo, campo de fútbol, pistas de tenis y baloncesto.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Armada Española,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal>. [Último acceso: 23 Febrero 2021].
- [2] C. N. d. A. e. I. (NORAI), «Proyecto básico y ejecución de instalación de césped artificial en el campo de fútbol "Roger de Lauria",» 2006.
- [3] W. E. Corporation, Manual del alumbrado, Madrid: Dossat S.A., 1989.
- [4] I. p. l. d. y. a. d. e. (IDAE), «Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior,» 2020.
- [5] «Grupo de estudios luminotécnicos,» [En línea]. Available: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/iluminacionDeportiva-implantacionesTipicas.php#Futbol>. [Último acceso: 6 Febrero 2021].
- [6] «Studio Seed,» [En línea]. Available: <https://www.studioseed.net/blog/los-5-conceptos-basicos-de-iluminacion-para-usar-dialux/?cmd=redirect&arubalp=12345>. [Último acceso: 17 Enero 2021].
- [7] «Guía sobre tecnología LED en el alumbrado,» [En línea]. Available: <https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2018/07/Guia-sobre-Tecnologia-LED-en-el-Alumbrado-fenercom-2015.pdf>. [Último acceso: 20 Enero 2021].
- [8] M. P. C. Guaman, «Diseño de iluminación con luminarias tipo LED basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual,» 2015.
- [9] «Idea Ingeniería,» [En línea]. Available: <https://ideaingenieria.es/bim/que-es-la-tecnologia-bim/>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [10] «Adbarbieri,» [En línea]. Available: : <https://www.adbarbieri.com/blog/que-es-como-funciona-bim>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [11] «DIALux,» [En línea]. Available: <https://www.dialux.com/es-ES/dialux>. [Último acceso: 15 Enero 2021].

- [12] «Voltimum,» [En línea]. Available: <https://www.voltimum.es/novedades-producto/que-es-dialux-y-que-sirve>. [Último acceso: 17 Enero 2021].
- [13] «Autodesk,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/>. [Último acceso: 17 Enero 2021].
- [14] «Sede Electrónica del Catastro,» [En línea]. Available: <https://www.sedecatastro.gob.es/>. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [15] «Aplitop,» [En línea]. Available: <https://www.aplitop.com/software/mdt-profesional>. [Último acceso: 18 Febrero 2021].
- [16] F. E. d. G. Agraria, «Visor Sigpac,» FEAGA, [En línea]. Available: <http://sigpac.mapama.gob.es/feaga/visor/>. [Último acceso: 24 Enero 2021].
- [17] «Google Earth,» [En línea]. Available: <https://www.google.com/intl/es/earth/>. [Último acceso: 7 Febrero 2021].
- [18] «Revit,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/products/revit/overview?term=1-YEAR&support=null>. [Último acceso: 18 Febrero 2021].
- [19] «Philips Lighting,» [En línea]. Available: <https://www.lighting.philips.es/about-us>. [Último acceso: 5 Febrero 2021].
- [20] «Comission Internationale de l'Eclairage (CIE),» [En línea]. Available: <https://cie.co.at/>. [Último acceso: 18 Febrero 2021].
- [21] «Department of Energy,» [En línea]. Available: <https://www.energy.gov/>. [Último acceso: 16 Febrero 2021].
- [22] P. I. Antonio José Gandolfo Castells, «Criterios básicos para la instalación de alumbrado en campos de fútbol,» Eurostudios S.A, Madrid.
- [23] «Somenergía,» [En línea]. Available: <https://www.somenergia.coop/es/tarifas-de-electricidad/historico-de-tarifas-de-electricidad/>. [Último acceso: 8 Marzo 2021].

ANEXO I: LUMINARIA ACTUAL Y PROPUESTA LED



OptiVision

MVP507 MHN-LA1000W/842 230V WB SI

OPTIVISION - MASTER MHN-LA - 1000 W - Haz ancho

OptiVision es un proyector de alumbrado asimétrico que combina unas dimensiones compactas con una eficiencia muy elevada. La disponibilidad de haces intensivo, medio y extensivo permite una mayor flexibilidad en su aplicación, y ofrece un control excelente del flujo lumínico, limitando el deslumbramiento y la contaminación lumínica. OptiVision admite lámparas de halogenuros metálicos para ofrecer una óptima reproducción de color o de sodio de alta presión para obtener un rendimiento más económico. Con un excelente control del flujo lumínico, la limitación del deslumbramiento y de la pérdida innecesaria de luz queda asegurada gracias a sus ópticas asimétricas que alcanzan su máxima intensidad a 60° y la función de corte del haz de luz a 80°. Las lámparas MHN-LA/FC garantizan una reproducción del color agradable y una atmósfera natural.

Datos del producto

Información general		
Número de fuentes de luz	1 [1 pieza]	
Código de familia de lámparas	MHN-LA [MASTER MHN-LA]	
Potencia de la lámpara	1000 W	
Color de la fuente de luz	842 blanco neutro	
Con lámpara incluida	K	
Clase de protección IEC	Seguridad clase I	
Marca CE	Marcado CE	
Certificado ENEC	No	
Apto para zonas deportivas	BIR	
Accesorios mecánicos	No [-]	
Tipo de óptica al aire libre	Haz ancho	
Clase de mantenimiento	Clase A, la luminaria está equipada con piezas que requieren mantenimiento (cuando sea pertinente): placa LED, controlador, unidades de control, dispositivo de protección contra sobretensiones, óptica, cubierta frontal y piezas mecánicas	
		Código de gama de producto MVP507 [OPTIVISION]
Operativos y eléctricos		
Tensión de suministro de lámpara	230 V [230]	
Tensión de entrada	230 V	
Arrancador	SI [Series]	
Mecánicos y de carcasa		
Color	ALU	

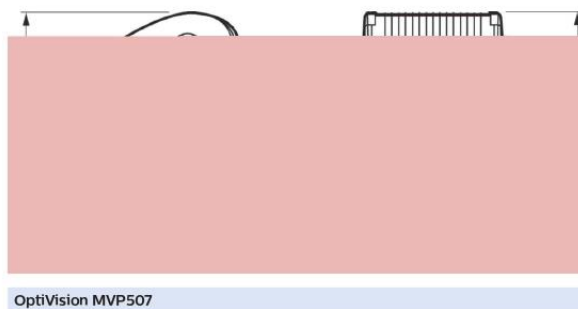
OptiVision

Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	NaN x NaN x NaN mm (NaN x NaN x NaN in)
Aprobación y aplicación	
Código de protección de entrada	IP65 [Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK08 [IK08]
Datos de producto	
Código de producto completo	871155954630800

Nombre de producto del pedido	MVP507 MHN-LA1000W/842 230V WB SI
EAN/UPC - Producto	8711559546308
Código de pedido	54630800
Cantidad por paquete SAP	1
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	1
Material SAP	910403025412
Peso neto (pieza)	17,500 kg



Plano de dimensiones



© 2020 Signify Holding Todos los derechos reservados. Signify no otorga representación o garantía con respecto a la exactitud o integridad de la información incluida aquí y no será responsable de ninguna acción que dependa de la misma. La información presentada en este documento no está destinada a su uso con fines comerciales ni forma parte de ningún presupuesto ni contrato, a menos que Signify acuerde otros términos. Philips y el emblema de escudo de Philips son marcas comerciales registradas de Koninklijke Philips N.V.

www.lighting.philips.com
2020, Noviembre 16 - Datos sujetos a cambios



ClearFlood Large

BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU

ClearFlood large - LED module 70000 lm - LED - Fuente de alimentación - Optiflux asimétrico, ángulo del eje de 52° - GR

ClearFlood Large se ha diseñado para satisfacer las necesidades de una amplia gama de aplicaciones de alumbrado por proyección. También incluye todas las interfaces y funcionalidades de control necesarias para prepararla para el futuro y hacer que resulte más eficiente. ClearFlood Large le permite elegir con exactitud el número de lúmenes que se necesita en una aplicación concreta. Incorporando ópticas de una gran eficiencia y LED de vanguardia, se trata de una solución muy competitiva que ofrece una relación sobresaliente lux/euro y ahorros de energía de hasta el 40% (sin el uso de controles adicionales). La amplia gama de ópticas garantiza la máxima cobertura de aplicaciones. ClearFlood Large es fácil de instalar: solo tiene que enchufarla y elegir la mejor opción para sus necesidades. Perfecta para sustituir la tecnología convencional y habilitar el control de iluminación inteligente manteniendo la misma instalación eléctrica y los mismos postes.

Datos del producto

Información general	
Código de familia de lámparas	LED700 [LED module 70000 lm]
Color de la fuente de luz	740 blanco neutro
Fuente de luz sustituible	Si
Número de unidades de equipo	2
Driver/unidad de potencia/transformador	PSU [Fuente de alimentación]
Driver incluido	Si
Tipo lente/cubierta óptica	FG [Cristal plano]
Apertura de haz de luz de la luminaria	39° - 11" x 98"
Interfaz de control	No
Conexión	Unidad de conexión de 5 polos

Cable	No
Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Marca de inflamabilidad	F [F]
Marca CE	Marcado CE
Certificado ENEC	Marcado ENEC
Período de garantía	5 años
Tipo de óptica al aire libre	Optiflux asimétrico, ángulo del eje de 52°
Comentarios	*- Según el informe guía de Lighting Europe "Evaluating performance of LED based luminaires" de enero de 2018, estadísticamente no existe una diferencia relevante en el mantenimiento lumínico

ClearFlood Large

	entre B50 y, por ejemplo, B10. Por lo tanto, el valor de vida útil medio (B50) también es representativo para el valor B10. * A temperaturas ambiente extremas, es posible que la luminaria se atenúe automáticamente para proteger los componentes
Flujo luminoso constante	No
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	3
Conforme con EU RoHS	Sí
Tipo de motor de fuente de luz	LED
Clase de mantenimiento	Clase A, la luminaria está equipada con piezas que requieren mantenimiento (cuando sea pertinente): placa LED, controlador, unidades de control, dispositivo de protección contra sobretensiones, óptica, cubierta frontal y piezas mecánicas
Código de gama de producto	BVP651 [ClearFlood large]
Datos técnicos de la luz	
Ratio de flujo luminoso ascendente	0
Post-top en ángulo de inclinación estándar	0°
Entrada lateral en ángulo de inclinación estándar	0°
Operativos y eléctricos	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Corriente de arranque	13 A
Tiempo de irrupción	1,32 ms
Factor de potencia (mín.)	0,97
Controles y regulación	
Regulable	No
Mecánicos y de carcasa	
Material de la carcasa	Aluminio fundido
Material del reflector	-
Material óptico	AC
Material cubierta óptica/lente	Vidrio
Material de fijación	Acero
Dispositivo de montaje	MBA [Anclaje montaje ajustable]
Forma cubierta óptica/lente	FT
Acabado cubierta óptica/lente	Clara
Longitud global	817 mm
Anchura global	597 mm
Altura global	80 mm
Área de proyección efectiva	0,41 m²

Color	GR
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	80 x 597 x 817 mm (3,1 x 23,5 x 32,2 in)
Aprobación y aplicación	
Código de protección de entrada	IP66 [Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK08 [IK08]
Protección contra sobretensiones (común/diferencial)	Nivel de protección contra sobretensiones de la luminaria hasta 4 kV en modo diferencial y 4 kV en modo común
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Flujo lumínico inicial	58800 lm
Tolerancia de flujo lumínico	+/-7%
Eficacia de la luminaria LED inicial	134 lm/W
Corr. inic. de temperatura de color	4000 K
Índice de reproducción cromática	70
Cromacidad inicial	(0,380, 0,390) SDCM <5
Potencia de entrada inicial	440 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-11%
Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)	
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 100.000 h	10 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 100.000 h	L95
Condiciones de aplicación	
Rango de temperatura ambiente	-40 °C a +50 °C
Temperatura ambiente para rendimiento Tq	25 °C
Datos de producto	
Código de producto completo	871869910811300
Nombre de producto del pedido	BVP651 LED700-4S/740 OFA52 ALU PSU
EAN/UPC - Producto	8718699108113
Código de pedido	10811300
Cantidad por paquete	1
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	1
Código 12NC	912300023767
Peso neto (pieza) SAP	24,000 kg



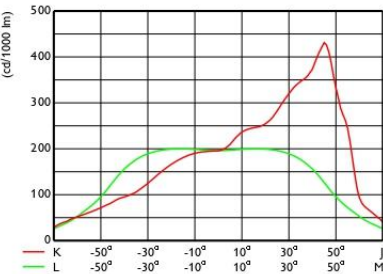
ClearFlood Large

Plano de dimensiones

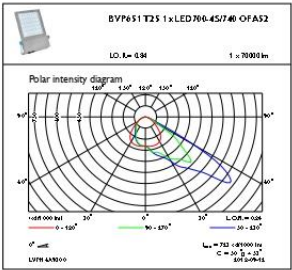


ClearFlood BVP650/651

Datos fotométricos



OFCS1_BVP651T251xLED700-4S740OFA52



OFPC1_BVP651T251xLED700-4S740OFA52



© 2021 Signify Holding Todos los derechos reservados. Signify no otorga representación o garantía con respecto a la exactitud o integridad de la información incluida aquí y no será responsable de ninguna acción que dependa de la misma. La información presentada en este documento no está destinada a su uso con fines comerciales ni forma parte de ningún presupuesto ni contrato, a menos que Signify acuerde otros términos. Philips y el emblema de escudo de Philips son marcas comerciales registradas de Koninklijke Philips N.V.

www.lighting.philips.com
2021, Marzo 8 - Datos sujetos a cambios

ANEXO II: INFORME DEL CAMPO DE FÚTBOL “ROGER DE LAURIA”

Clase III Philips

Partner for Contact:
Order No.:
Company:
Customer No.:

Fecha: 16.03.2021
Proyecto elaborado por: Álvaro Ruesta Montesino



Índice

Clase III Philips

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52	
Hoja de datos de luminarias	5
CDL (Polar)	6
CDL (Lineal)	7
Hoja de datos CDL	8
Escena exterior 1	
Datos de planificación	9
Lista de luminarias	10
Luminarias (ubicación)	11
Luminarias (lista de coordenadas)	12
Centros deportivos (plano de situación)	13
Insertar centros deportivos (lista de coordenadas)	14
Luminarias de deporte (lista de coordenadas)	15
Trama de cálculo (lista de coordenadas)	17
Observador GR (sumario de resultados)	18
Superficies exteriores	
Elemento del suelo 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	20
Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA)	
Resumen	21
Isolíneas (E, horizontal)	22
Gama de grises (E, horizontal)	23
Gráfico de valores (E, horizontal)	24
Tabla (E, horizontal)	25
Valores de puntos (E, horizontal)	27
Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA)	
Resumen	36
Isolíneas (E, horizontal)	37
Gama de grises (E, horizontal)	38
Gráfico de valores (E, horizontal)	39
Tabla (E, horizontal)	40
Valores de puntos (E, horizontal)	42
Observador GR	
Observador GR 1	
Resumen	51
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	52
Observador GR 2	
Resumen	53
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	54
Observador GR 3	
Resumen	55
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	56
Observador GR 4	
Resumen	57
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	58
Observador GR 5	
Resumen	59
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	60



Índice

Observador GR 6	
Resumen	61
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	62
Observador GR 7	
Resumen	63
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	64
Observador GR 8	
Resumen	65
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	66
Observador GR 9	
Resumen	67
Luminancias equivalentes al deslumbramiento	68

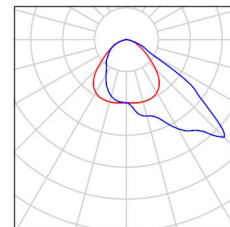


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Clase III Philips / Lista de luminarias

16 Pieza PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 58800 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 70000 lm
Potencia de las luminarias: 455.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 89 99 100 84
Lámpara: 1 x LED700-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

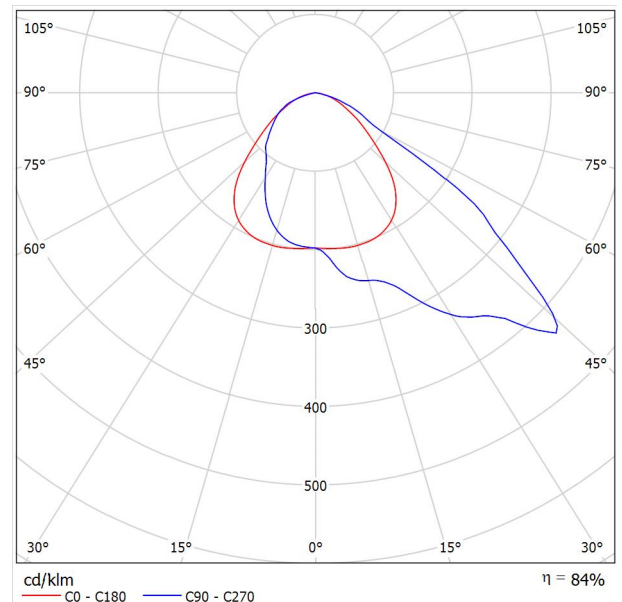


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 89 99 100 84

ClearFlood Large: la mejor solución para intercambio 1:1 ClearFlood Large se ha diseñado para satisfacer las necesidades de una amplia gama de aplicaciones de alumbrado por proyección. También incluye todas las interfaces y funcionalidades de control necesarias para prepararla para el futuro y hacer que resulte más eficiente. ClearFlood Large le permite elegir con exactitud el número de lúmenes que se necesita en una aplicación concreta. Incorporando ópticas de una gran eficiencia y LED de vanguardia, se trata de una solución muy competitiva que ofrece una relación sobresaliente lux/euro y ahorros de energía de hasta el 40% (sin el uso de controles adicionales). La amplia gama de ópticas garantiza la máxima cobertura de aplicaciones. ClearFlood Large es fácil de instalar: solo tiene que enchufarla y elegir la mejor opción para sus necesidades. Perfecta para sustituir la tecnología convencional y habilitar el control de iluminación inteligente manteniendo la misma instalación eléctrica y los mismos postes.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



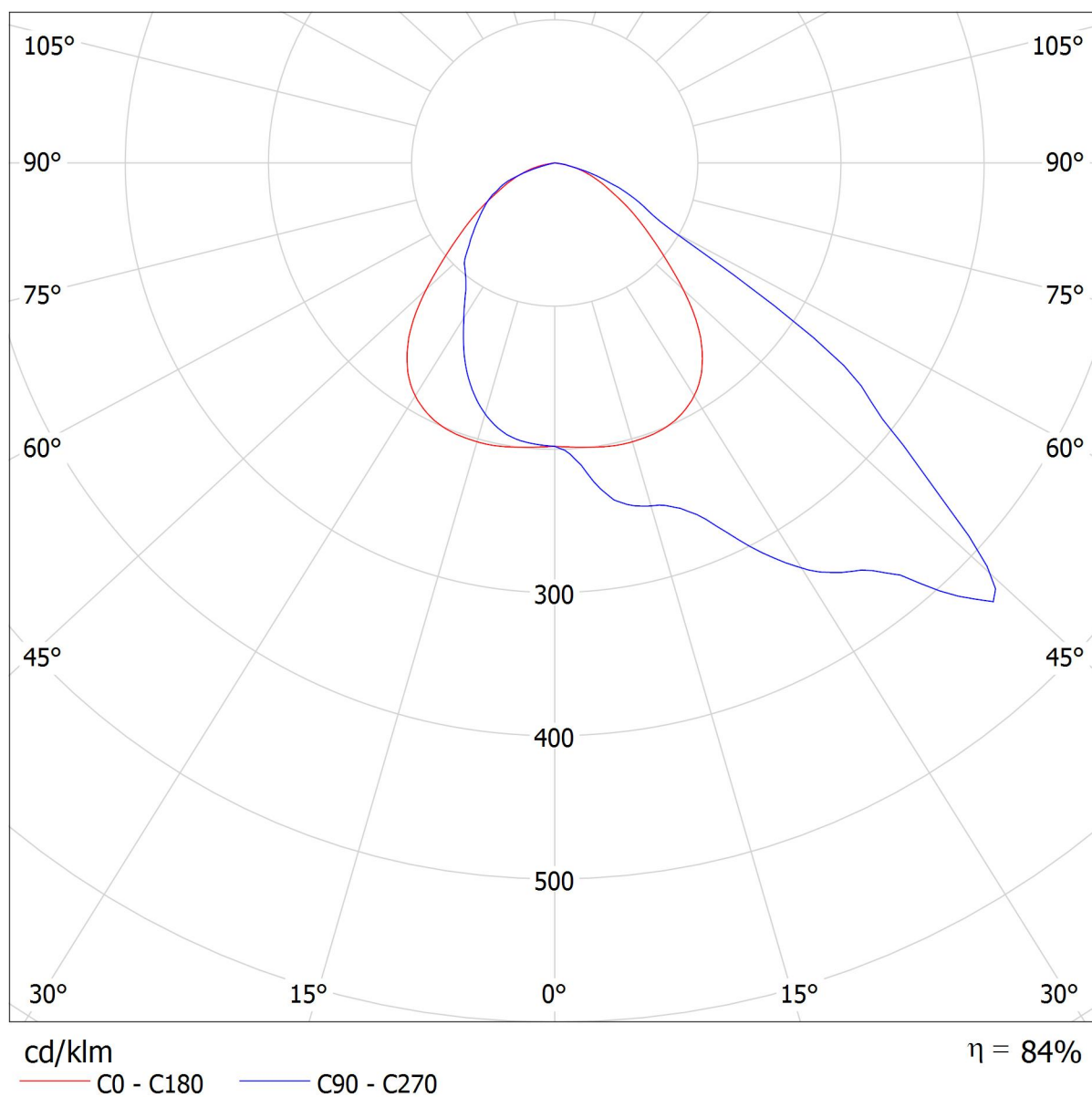
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52 / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52

Lámparas: 1 x LED700-4S/740





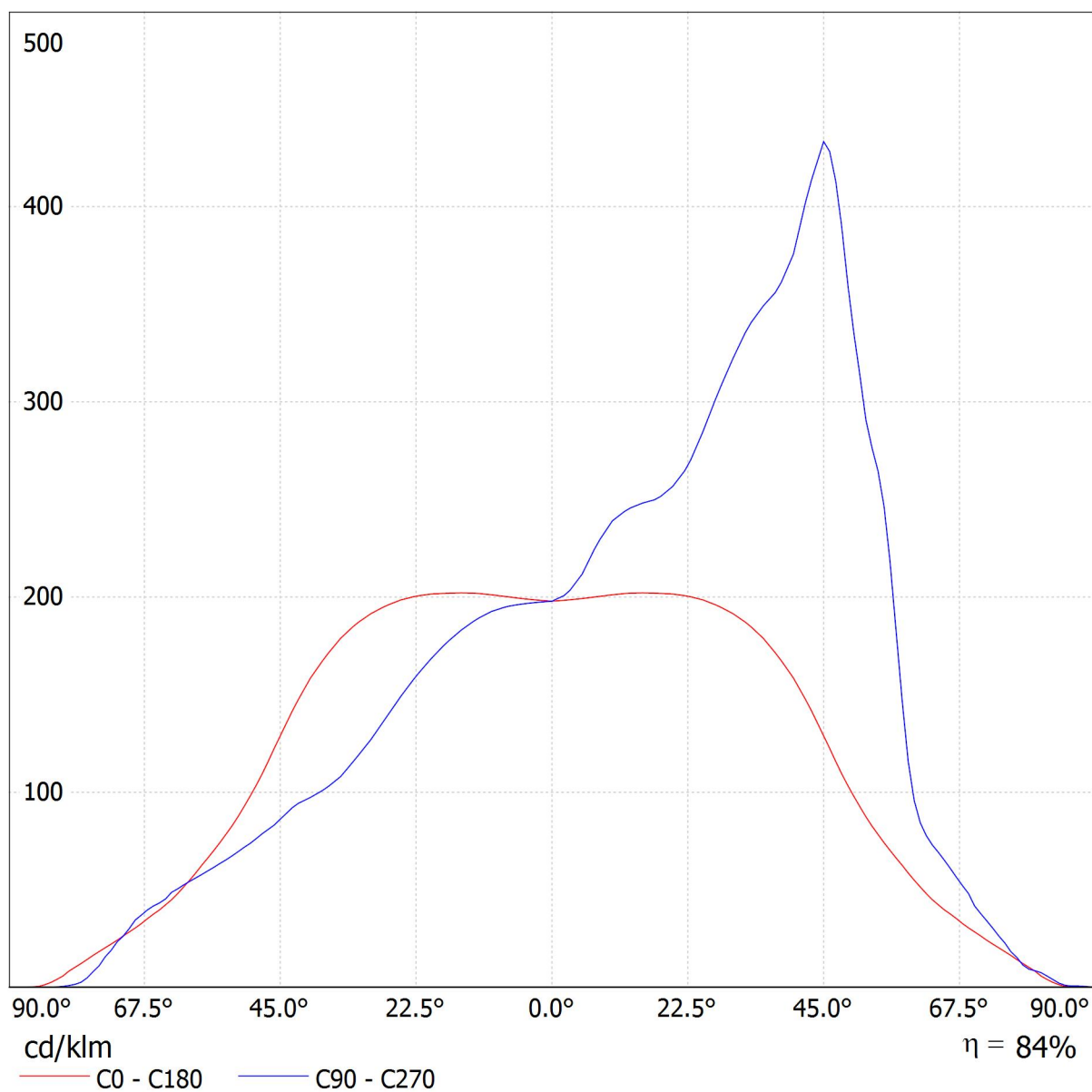
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52 / CDL (Lineal)

Luminaria: PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52

Lámparas: 1 x LED700-4S/740





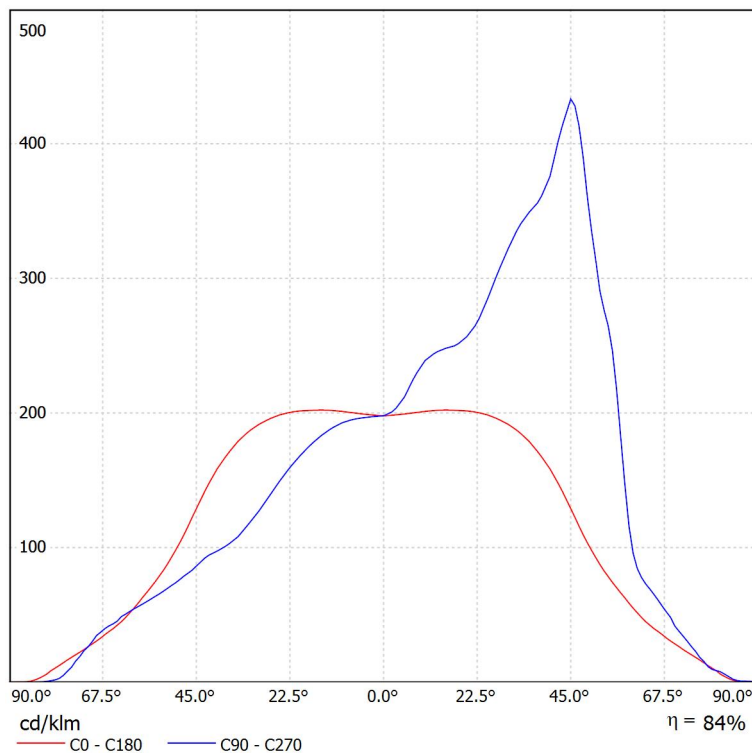
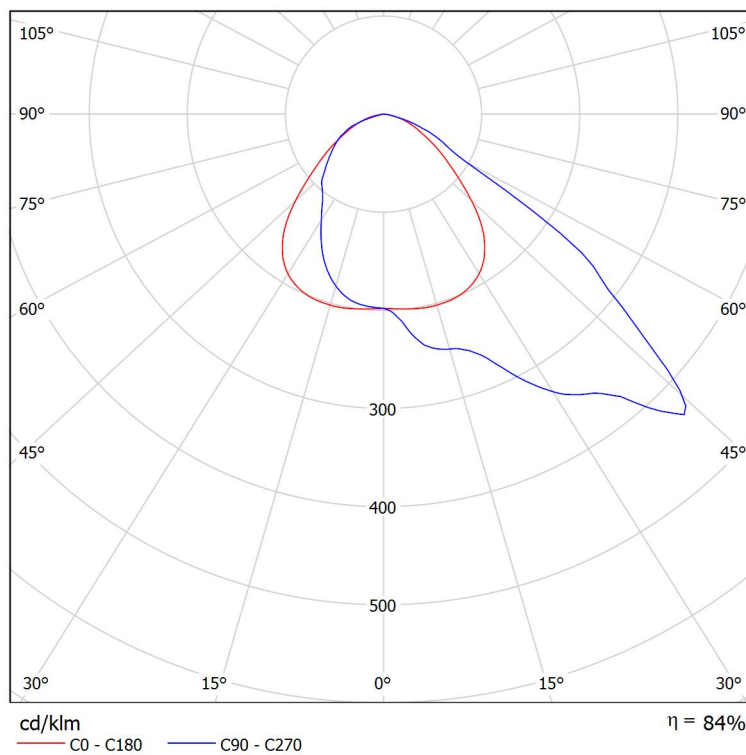
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52 / Hoja de datos CDL

Luminaria: PHILIPS BVP651 T25 1
xLED700-4S/740 OFA52

Lámparas: 1 x LED700-4S/740





Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escuela Naval Militar

Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:718

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52 (1.000)	58800	70000	455.0
Total:			940800	1120000	7280.0

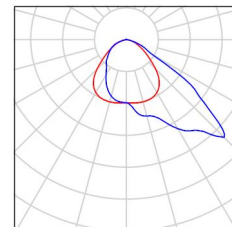


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Lista de luminarias

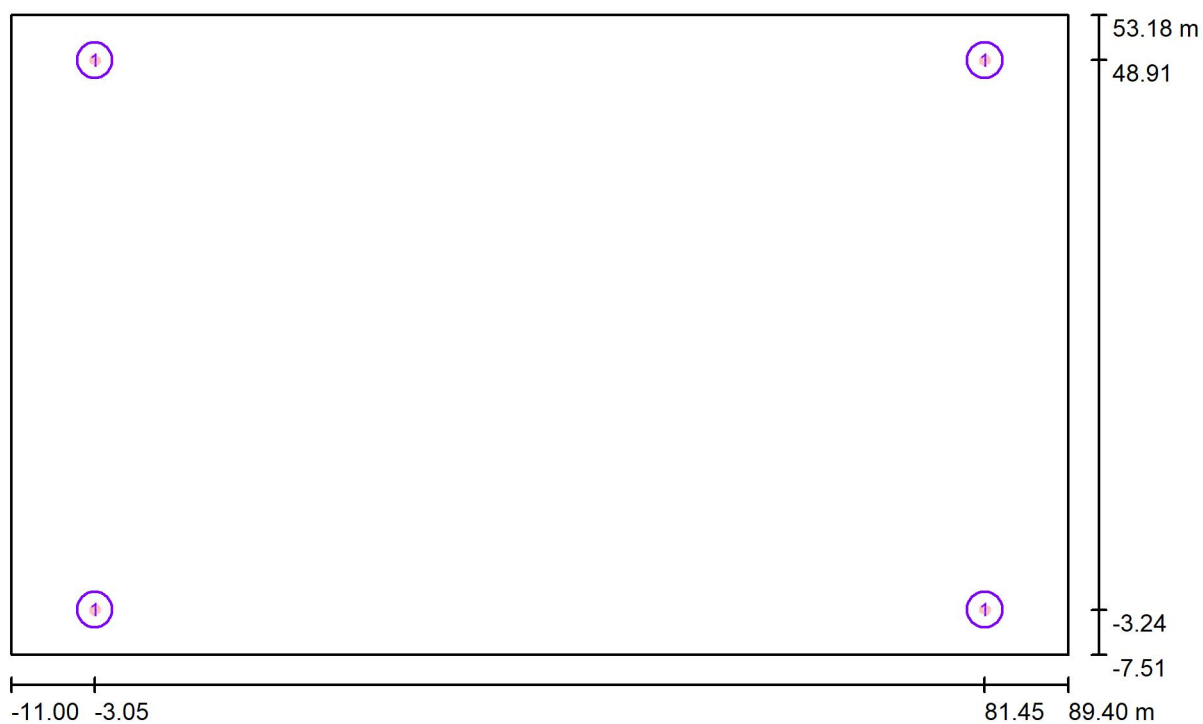
16 Pieza PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 58800 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 70000 lm
Potencia de las luminarias: 455.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 89 99 100 84
Lámpara: 1 x LED700-4S/740 (Factor de corrección 1.000).





Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)

Escala 1 : 718

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	16	PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52



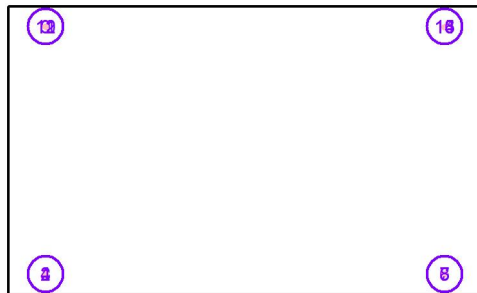
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700-4S/740 OFA52

58800 lm, 455.0 W, 1 x 1 x LED700-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



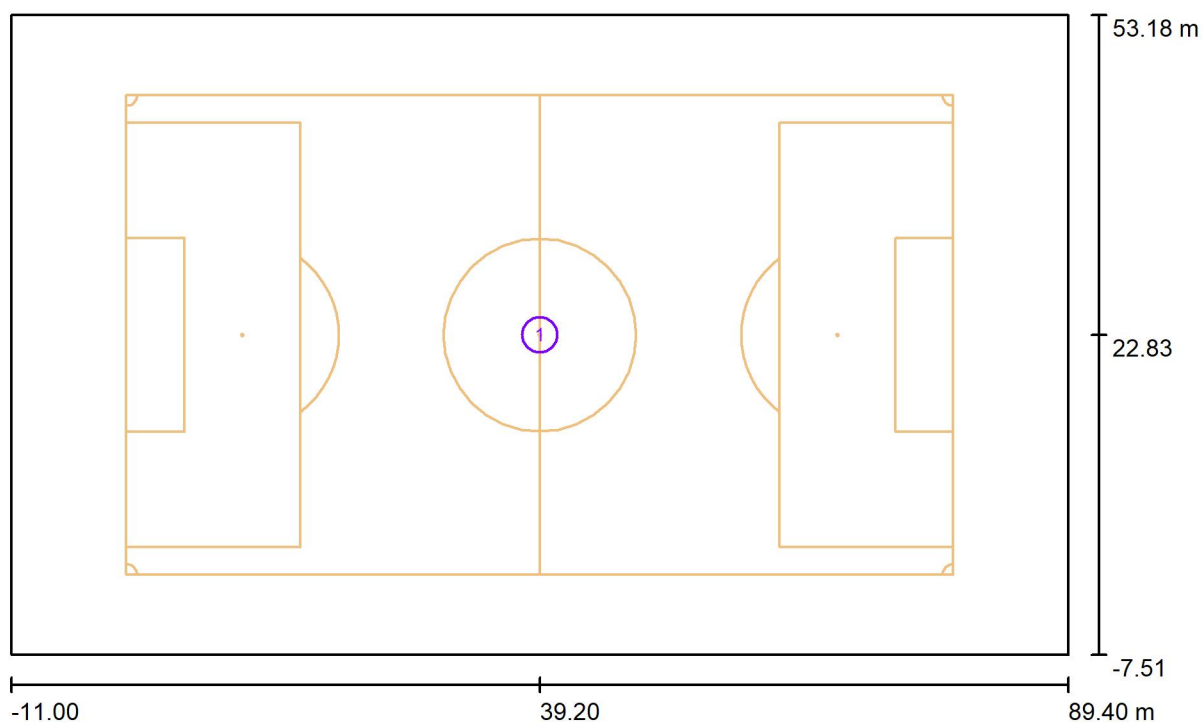
Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-3.050	-3.240	20.000	15.3	0.0	-38.6
2	-3.050	-3.240	20.000	18.9	0.0	-57.1
3	-3.050	-3.240	20.000	20.7	0.0	-73.2
4	-3.050	-3.240	20.000	21.3	0.0	-86.4
5	81.450	-3.240	20.000	15.3	0.0	38.6
6	81.450	-3.240	20.000	18.9	0.0	57.1
7	81.450	-3.240	20.000	20.7	0.0	73.2
8	81.450	-3.240	20.000	21.3	0.0	86.4
9	-3.050	48.910	20.000	15.3	0.0	-141.4
10	-3.050	48.910	20.000	18.9	0.0	-122.9
11	-3.050	48.910	20.000	20.7	0.0	-106.8
12	-3.050	48.910	20.000	21.3	0.0	-93.6
13	81.450	48.910	20.000	15.3	0.0	141.4
14	81.450	48.910	20.000	18.9	0.0	122.9
15	81.450	48.910	20.000	20.7	0.0	106.8
16	81.450	48.910	20.000	21.3	0.0	93.6



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Centros deportivos (plano de situación)



Escala 1 : 718

Centros deportivos-lista de unidades

Nº	Pieza	Designación
1	1	Campo de fútbol

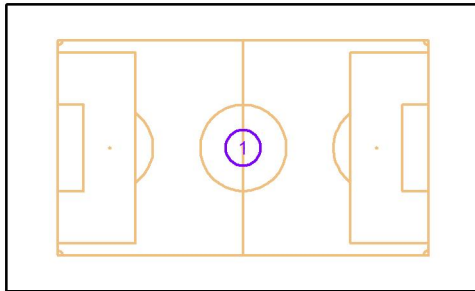


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Insertar centros deportivos (lista de coordenadas)

Campo de fútbol



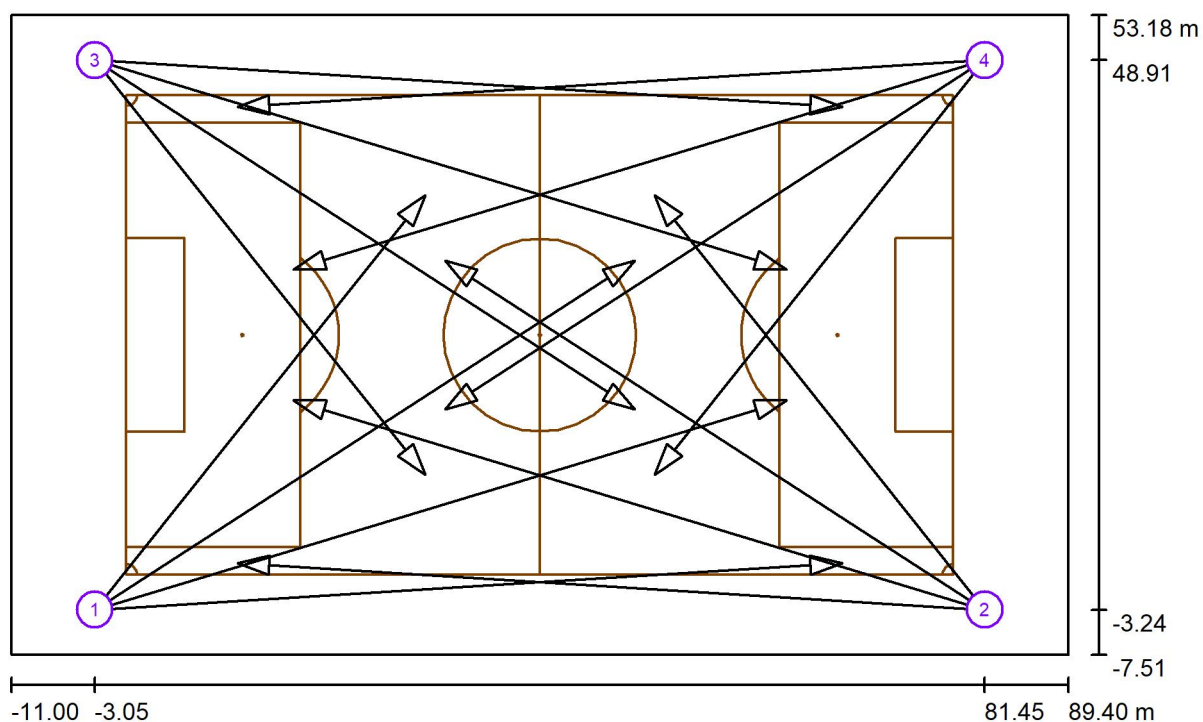
Nº	Posición [m]			Tamaño Superficie principal [m]		Tamaño Superficie total [m]		Rotación [°]		
	X	Y	Z	L	A	L	A	X	Y	Z
1	39.200	22.835	0.000	78.500	45.500	84.500	52.150	0.0	0.0	0.0



Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escuela Naval Militar

Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)



Escala 1 : 718

Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	1	-3.050	-3.240	20.000	28.300	36.100	0.000	21.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	1	-3.050	-3.240	20.000	48.200	29.900	0.000	18.1	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	1	-3.050	-3.240	20.000	62.600	16.600	0.000	16.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	1	-3.050	-3.240	20.000	67.900	1.170	0.000	15.7	(C 90, G IMax)	/



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

Lista de zonas luminarias deportivas

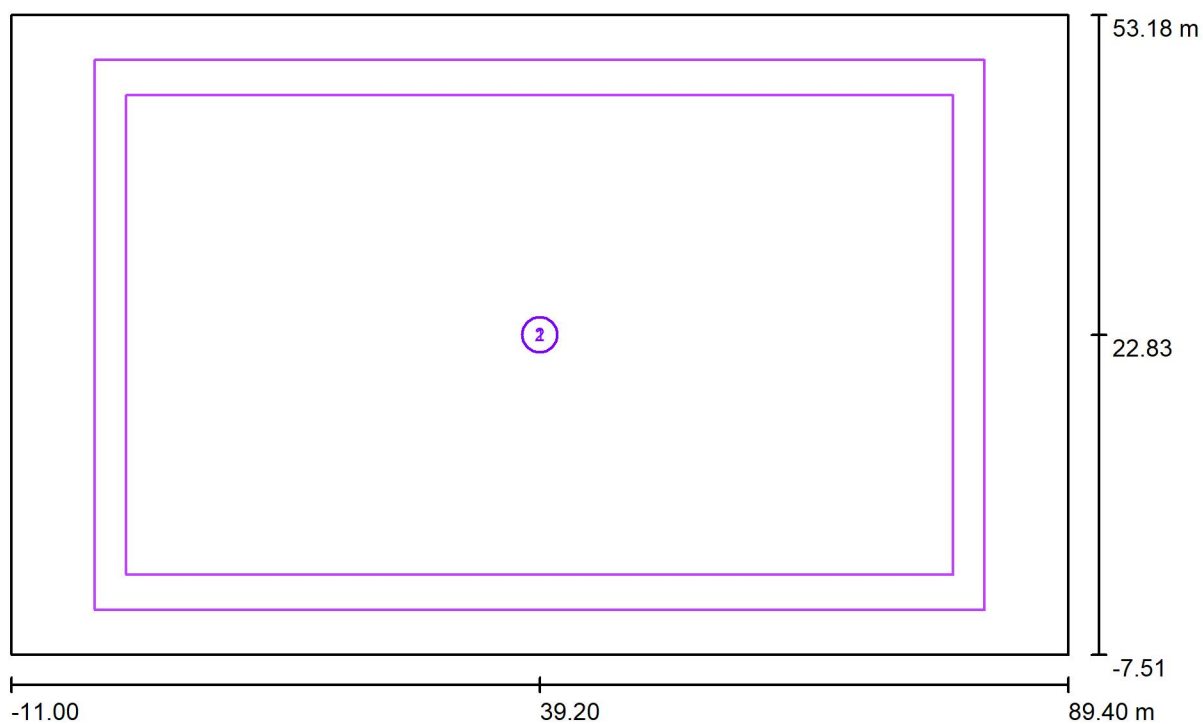
Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	2	81.450	-3.240	20.000	50.100	36.100	0.000	21.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	2	81.450	-3.240	20.000	30.200	29.900	0.000	18.1	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	2	81.450	-3.240	20.000	15.800	16.600	0.000	16.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	2	81.450	-3.240	20.000	10.500	1.170	0.000	15.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	3	-3.050	48.910	20.000	28.300	9.569	0.000	21.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	3	-3.050	48.910	20.000	48.200	15.769	0.000	18.1	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	3	-3.050	48.910	20.000	62.600	29.069	0.000	16.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	3	-3.050	48.910	20.000	67.900	44.500	0.000	15.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	4	81.450	48.910	20.000	50.100	9.569	0.000	21.7	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	4	81.450	48.910	20.000	30.200	15.769	0.000	18.1	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	4	81.450	48.910	20.000	15.800	29.069	0.000	16.3	(C 90, G IMax)	/
PHILIPS BVP651 T25 1 xLED700- 4S/740 OFA52	4	81.450	48.910	20.000	10.500	44.500	0.000	15.7	(C 90, G IMax)	/



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Trama de cálculo (lista de coordenadas)



Escala 1 : 718

Lista de tramas de cálculo

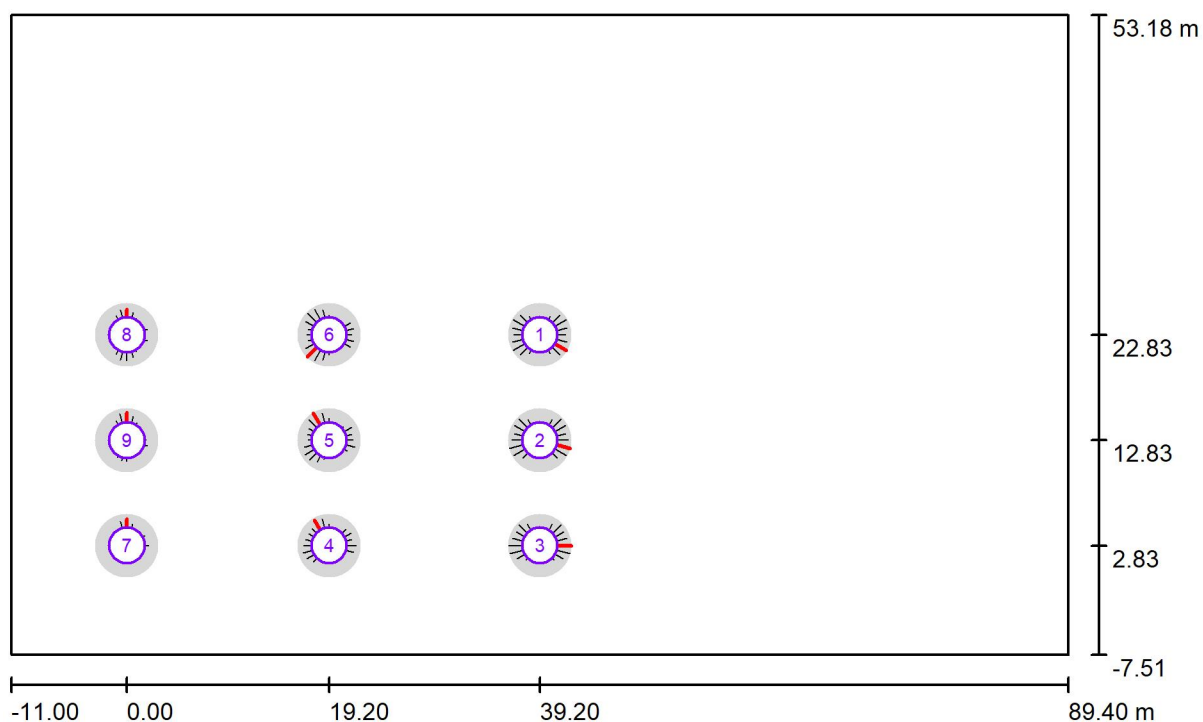
N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA)	39.200	22.835	0.000	78.500	45.500	0.0	0.0	0.0
2	Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA)	39.200	22.835	0.000	84.500	52.150	0.0	0.0	0.0



Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escuela Naval Militar

Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)



Escala 1 : 718

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
1	Observador GR 1	39.200	22.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	36 ²⁾
2	Observador GR 2	39.200	12.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 ²⁾
3	Observador GR 3	39.200	2.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 ²⁾
4	Observador GR 4	19.200	2.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	34 ²⁾



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

Nº	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
5	Observador GR 5	19.200	12.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 ²⁾
6	Observador GR 6	19.200	22.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	36 ²⁾
7	Observador GR 7	0.000	2.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	31 ²⁾
8	Observador GR 8	0.000	22.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	30 ²⁾
9	Observador GR 9	0.000	12.835	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	33 ²⁾

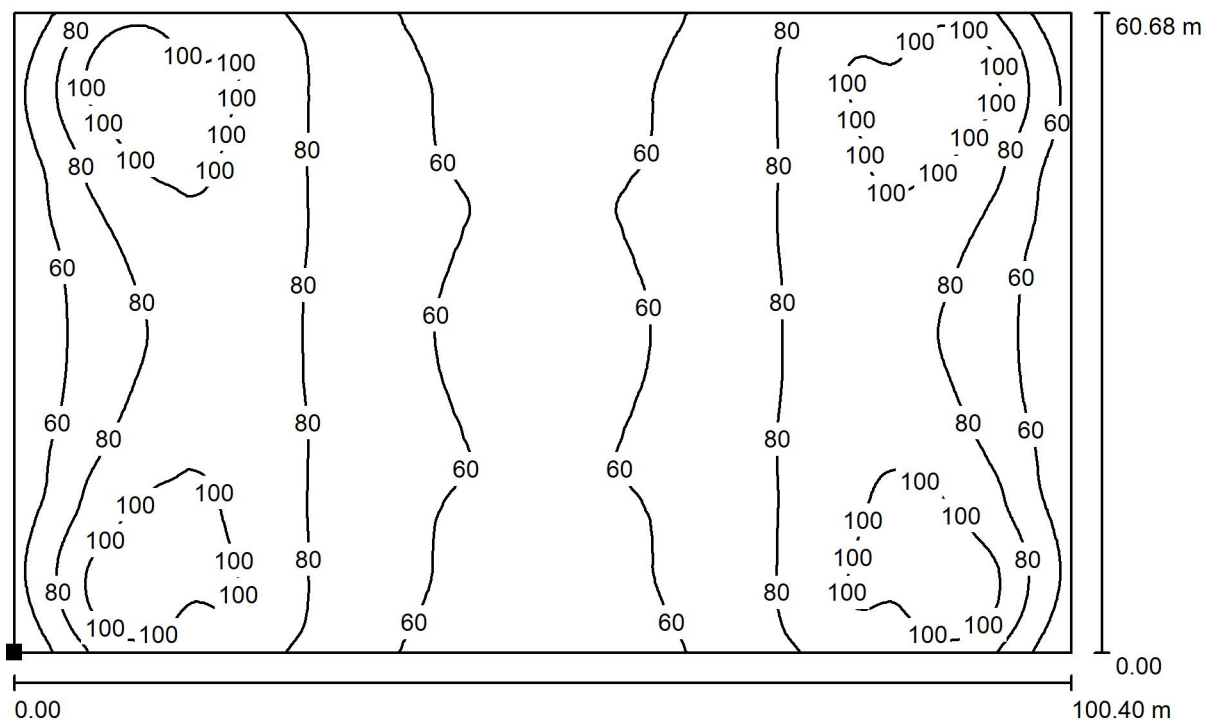
2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escuela Naval Militar

Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 718

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(-10.998 m, -7.507 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
43

E_{max} [lx]
114

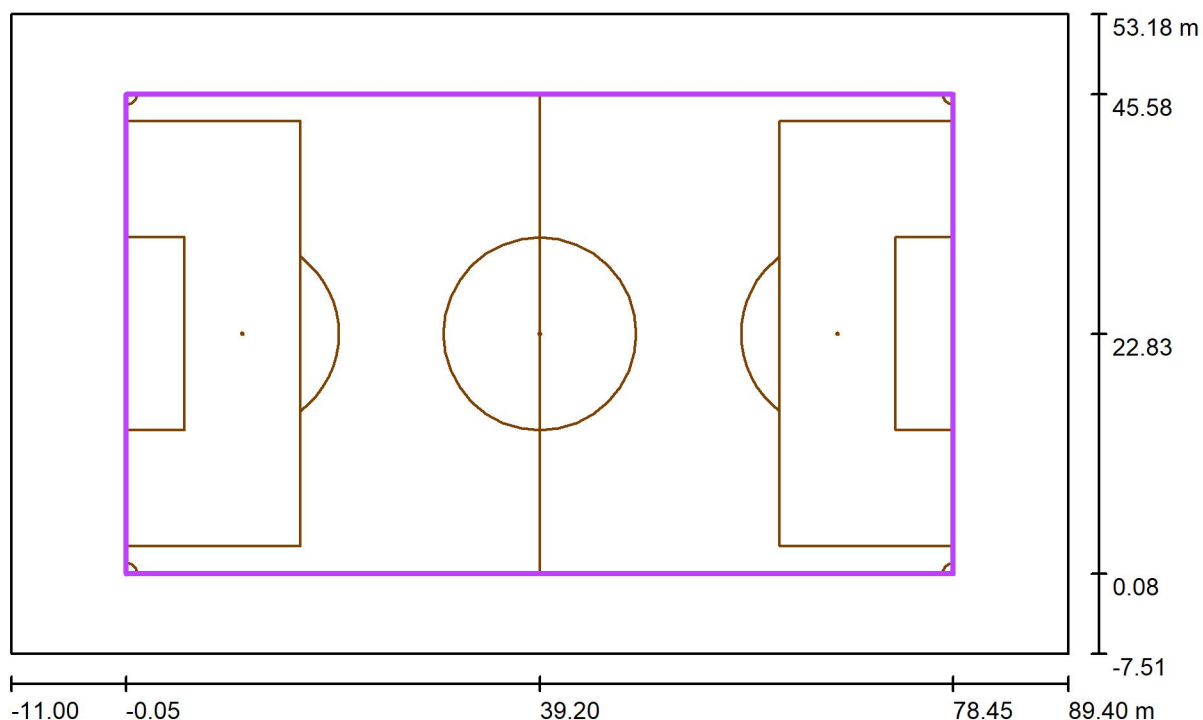
E_{min} / E_m
0.568

E_{min} / E_{max}
0.378

Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Resumen



Escala 1 : 718

Posición: (39.200 m, 22.835 m, 0.000 m)

Tamaño: (78.500 m, 45.500 m)

Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Normal, Trama: 19 x 11 Puntos

Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

Sumario de los resultados

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	horizontal	76	56	107	0.74	0.52	/	0.000	/

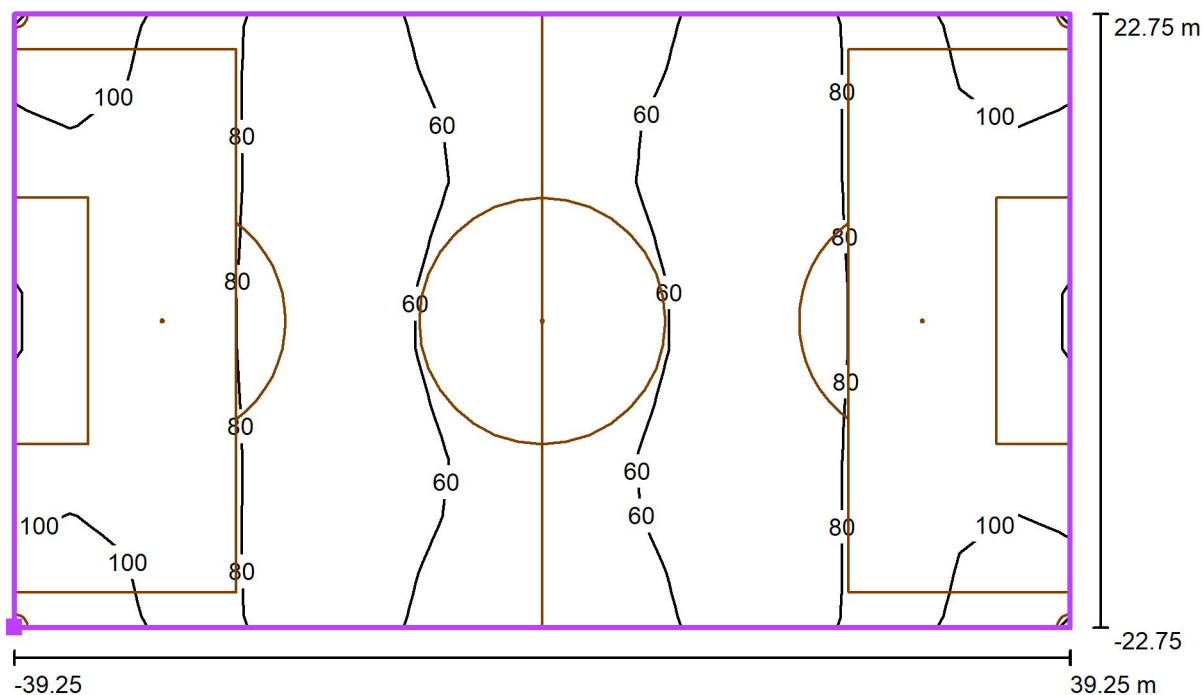
$E_{h\ m} / E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura



Escuela Naval Militar

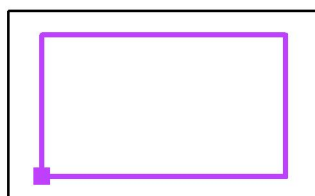
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 562

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

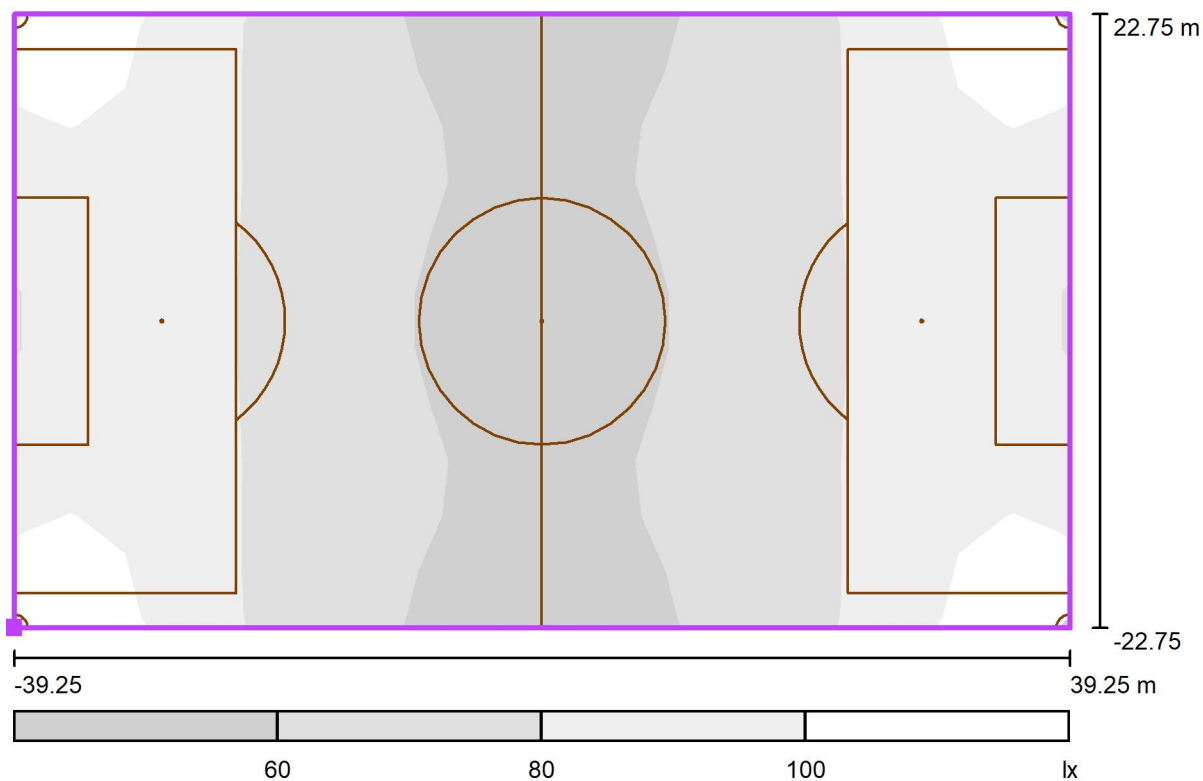
E_{min} / E_{max}
0.52



Escuela Naval Militar

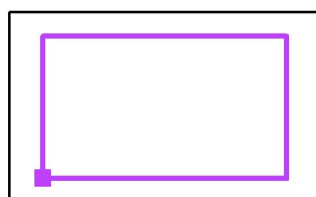
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gama de grises (E, horizontal)



Escala 1 : 562

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m,
 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

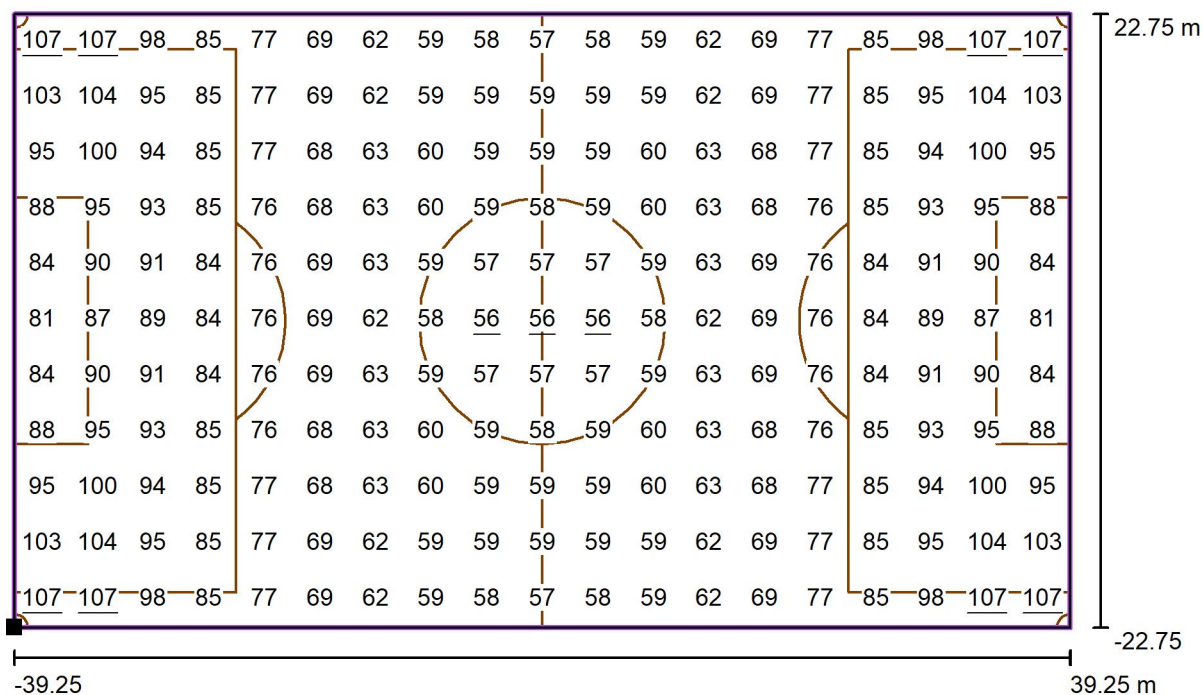
E_{min} / E_{max}
0.52



Escuela Naval Militar

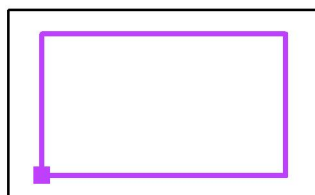
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gráfico de valores (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 562

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

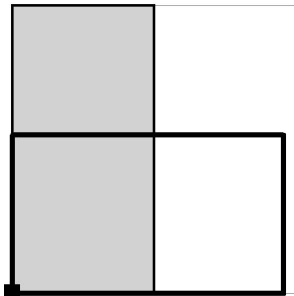
E_{min} / E_{max}
0.52



Escuela Naval Militar

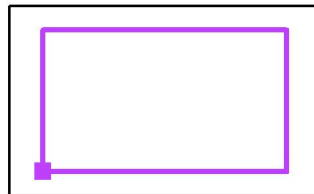
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Tabla (E, horizontal)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



43.432	<u>107</u>	<u>107</u>	98	85	77	69	62	59	58	57
39.295	103	104	95	85	77	69	62	59	59	59
35.159	95	100	94	85	77	68	63	60	59	59
31.023	88	95	93	85	76	68	63	60	59	58
26.886	84	90	91	84	76	69	63	59	57	57
22.750	81	87	89	84	76	69	62	58	<u>56</u>	<u>56</u>
18.614	84	90	91	84	76	69	63	59	57	57
14.477	88	95	93	85	76	68	63	60	59	58
10.341	95	100	94	85	77	68	63	60	59	59
6.205	103	104	95	85	77	69	62	59	59	59
2.068	<u>107</u>	<u>107</u>	98	85	77	69	62	59	58	57
m	2.066	6.197	10.329	14.461	18.592	22.724	26.855	30.987	35.118	39.250

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

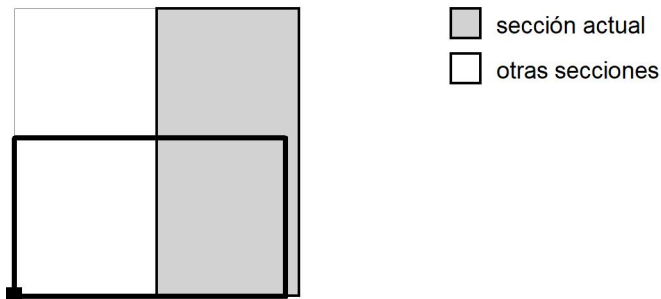
E_{min} / E_{max}
0.52



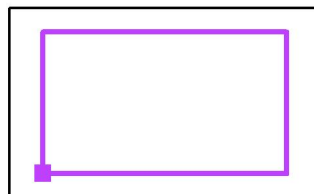
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Tabla (E, horizontal)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



43.432	58	59	62	69	77	85	98	<u>107</u>	<u>107</u>
39.295	59	59	62	69	77	85	95	104	103
35.159	59	60	63	68	77	85	94	100	95
31.023	59	60	63	68	76	85	93	95	88
26.886	57	59	63	69	76	84	91	90	84
22.750	<u>56</u>	58	62	69	76	84	89	87	81
18.614	57	59	63	69	76	84	91	90	84
14.477	59	60	63	68	76	85	93	95	88
10.341	59	60	63	68	77	85	94	100	95
6.205	59	59	62	69	77	85	95	104	103
2.068	58	59	62	69	77	85	98	<u>107</u>	<u>107</u>
m	43.382	47.513	51.645	55.776	59.908	64.039	68.171	72.303	76.434

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

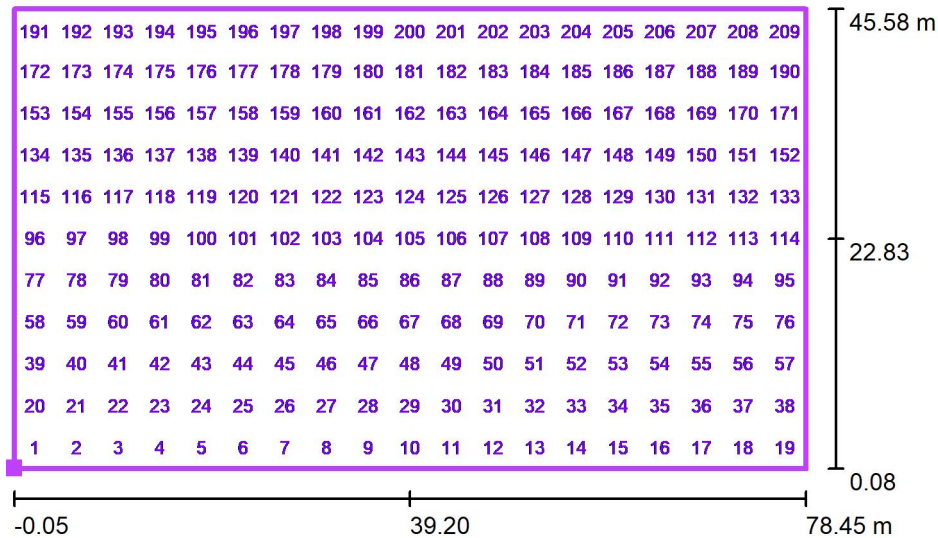
E_{min} / E_{max}
0.52



Escuela Naval Militar

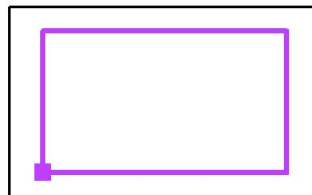
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)



Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



N°	Posición [m]		Z	Valor [lx]
	X	Y		
1	2.016	2.153	0.000	107
2	6.147	2.153	0.000	107
3	10.279	2.153	0.000	98
4	14.411	2.153	0.000	85
5	18.542	2.153	0.000	77

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	56	107	0.74	0.52



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



N°	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
6	22.674	2.153	0.000	69
7	26.805	2.153	0.000	62
8	30.937	2.153	0.000	59
9	35.068	2.153	0.000	58
10	39.200	2.153	0.000	57
11	43.332	2.153	0.000	58
12	47.463	2.153	0.000	59
13	51.595	2.153	0.000	62
14	55.726	2.153	0.000	69
15	59.858	2.153	0.000	77
16	63.989	2.153	0.000	85
17	68.121	2.153	0.000	98
18	72.253	2.153	0.000	107
19	76.384	2.153	0.000	107
20	2.016	6.289	0.000	103
21	6.147	6.289	0.000	104
22	10.279	6.289	0.000	95
23	14.411	6.289	0.000	85
24	18.542	6.289	0.000	77
25	22.674	6.289	0.000	69
26	26.805	6.289	0.000	62
27	30.937	6.289	0.000	59
28	35.068	6.289	0.000	59
29	39.200	6.289	0.000	59
30	43.332	6.289	0.000	59
31	47.463	6.289	0.000	59
32	51.595	6.289	0.000	62

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

E_{min} / E_{max}
0.52



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
33	55.726	6.289	0.000	69
34	59.858	6.289	0.000	77
35	63.989	6.289	0.000	85
36	68.121	6.289	0.000	95
37	72.253	6.289	0.000	104
38	76.384	6.289	0.000	103
39	2.016	10.426	0.000	95
40	6.147	10.426	0.000	100
41	10.279	10.426	0.000	94
42	14.411	10.426	0.000	85
43	18.542	10.426	0.000	77
44	22.674	10.426	0.000	68
45	26.805	10.426	0.000	63
46	30.937	10.426	0.000	60
47	35.068	10.426	0.000	59
48	39.200	10.426	0.000	59
49	43.332	10.426	0.000	59
50	47.463	10.426	0.000	60
51	51.595	10.426	0.000	63
52	55.726	10.426	0.000	68
53	59.858	10.426	0.000	77
54	63.989	10.426	0.000	85
55	68.121	10.426	0.000	94
56	72.253	10.426	0.000	100
57	76.384	10.426	0.000	95
58	2.016	14.562	0.000	88
59	6.147	14.562	0.000	95

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	56	107	0.74	0.52

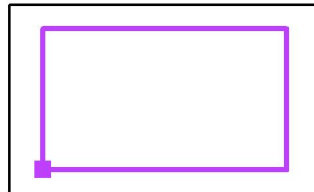


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
60	10.279	14.562	0.000	93
61	14.411	14.562	0.000	85
62	18.542	14.562	0.000	76
63	22.674	14.562	0.000	68
64	26.805	14.562	0.000	63
65	30.937	14.562	0.000	60
66	35.068	14.562	0.000	59
67	39.200	14.562	0.000	58
68	43.332	14.562	0.000	59
69	47.463	14.562	0.000	60
70	51.595	14.562	0.000	63
71	55.726	14.562	0.000	68
72	59.858	14.562	0.000	76
73	63.989	14.562	0.000	85
74	68.121	14.562	0.000	93
75	72.253	14.562	0.000	95
76	76.384	14.562	0.000	88
77	2.016	18.698	0.000	84
78	6.147	18.698	0.000	90
79	10.279	18.698	0.000	91
80	14.411	18.698	0.000	84
81	18.542	18.698	0.000	76
82	22.674	18.698	0.000	69
83	26.805	18.698	0.000	63
84	30.937	18.698	0.000	59
85	35.068	18.698	0.000	57
86	39.200	18.698	0.000	57

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

E_{min} / E_{max}
0.52

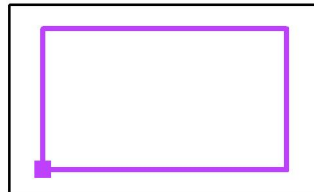


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
87	43.332	18.698	0.000	57
88	47.463	18.698	0.000	59
89	51.595	18.698	0.000	63
90	55.726	18.698	0.000	69
91	59.858	18.698	0.000	76
92	63.989	18.698	0.000	84
93	68.121	18.698	0.000	91
94	72.253	18.698	0.000	90
95	76.384	18.698	0.000	84
96	2.016	22.835	0.000	81
97	6.147	22.835	0.000	87
98	10.279	22.835	0.000	89
99	14.411	22.835	0.000	84
100	18.542	22.835	0.000	76
101	22.674	22.835	0.000	69
102	26.805	22.835	0.000	62
103	30.937	22.835	0.000	58
104	35.068	22.835	0.000	56
105	39.200	22.835	0.000	56
106	43.332	22.835	0.000	56
107	47.463	22.835	0.000	58
108	51.595	22.835	0.000	62
109	55.726	22.835	0.000	69
110	59.858	22.835	0.000	76
111	63.989	22.835	0.000	84
112	68.121	22.835	0.000	89
113	72.253	22.835	0.000	87

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

E_{min} / E_{max}
0.52

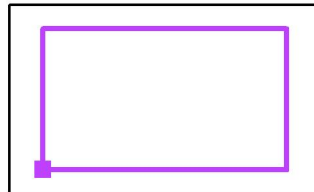


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
114	76.384	22.835	0.000	81
115	2.016	26.971	0.000	84
116	6.147	26.971	0.000	90
117	10.279	26.971	0.000	91
118	14.411	26.971	0.000	84
119	18.542	26.971	0.000	76
120	22.674	26.971	0.000	69
121	26.805	26.971	0.000	63
122	30.937	26.971	0.000	59
123	35.068	26.971	0.000	57
124	39.200	26.971	0.000	57
125	43.332	26.971	0.000	57
126	47.463	26.971	0.000	59
127	51.595	26.971	0.000	63
128	55.726	26.971	0.000	69
129	59.858	26.971	0.000	76
130	63.989	26.971	0.000	84
131	68.121	26.971	0.000	91
132	72.253	26.971	0.000	90
133	76.384	26.971	0.000	84
134	2.016	31.107	0.000	88
135	6.147	31.107	0.000	95
136	10.279	31.107	0.000	93
137	14.411	31.107	0.000	85
138	18.542	31.107	0.000	76
139	22.674	31.107	0.000	68
140	26.805	31.107	0.000	63

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	56	107	0.74	0.52

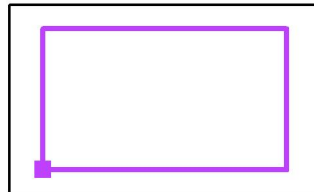


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
141	30.937	31.107	0.000	60
142	35.068	31.107	0.000	59
143	39.200	31.107	0.000	58
144	43.332	31.107	0.000	59
145	47.463	31.107	0.000	60
146	51.595	31.107	0.000	63
147	55.726	31.107	0.000	68
148	59.858	31.107	0.000	76
149	63.989	31.107	0.000	85
150	68.121	31.107	0.000	93
151	72.253	31.107	0.000	95
152	76.384	31.107	0.000	88
153	2.016	35.244	0.000	95
154	6.147	35.244	0.000	100
155	10.279	35.244	0.000	94
156	14.411	35.244	0.000	85
157	18.542	35.244	0.000	77
158	22.674	35.244	0.000	68
159	26.805	35.244	0.000	63
160	30.937	35.244	0.000	60
161	35.068	35.244	0.000	59
162	39.200	35.244	0.000	59
163	43.332	35.244	0.000	59
164	47.463	35.244	0.000	60
165	51.595	35.244	0.000	63
166	55.726	35.244	0.000	68
167	59.858	35.244	0.000	77

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
76

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
107

E_{min} / E_m
0.74

E_{min} / E_{max}
0.52

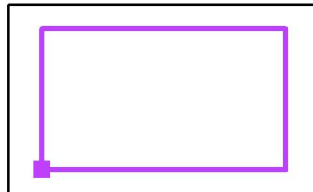


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
168	63.989	35.244	0.000	85
169	68.121	35.244	0.000	94
170	72.253	35.244	0.000	100
171	76.384	35.244	0.000	95
172	2.016	39.380	0.000	103
173	6.147	39.380	0.000	104
174	10.279	39.380	0.000	95
175	14.411	39.380	0.000	85
176	18.542	39.380	0.000	77
177	22.674	39.380	0.000	69
178	26.805	39.380	0.000	62
179	30.937	39.380	0.000	59
180	35.068	39.380	0.000	59
181	39.200	39.380	0.000	59
182	43.332	39.380	0.000	59
183	47.463	39.380	0.000	59
184	51.595	39.380	0.000	62
185	55.726	39.380	0.000	69
186	59.858	39.380	0.000	77
187	63.989	39.380	0.000	85
188	68.121	39.380	0.000	95
189	72.253	39.380	0.000	104
190	76.384	39.380	0.000	103
191	2.016	43.517	0.000	107
192	6.147	43.517	0.000	107
193	10.279	43.517	0.000	98
194	14.411	43.517	0.000	85

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	56	107	0.74	0.52

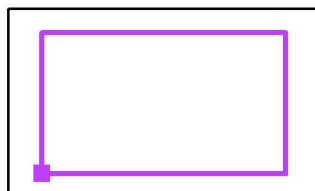


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-0.050 m, 0.085 m, 0.000 m)



N°	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
195	18.542	43.517	0.000	77
196	22.674	43.517	0.000	69
197	26.805	43.517	0.000	62
198	30.937	43.517	0.000	59
199	35.068	43.517	0.000	58
200	39.200	43.517	0.000	57
201	43.332	43.517	0.000	58
202	47.463	43.517	0.000	59
203	51.595	43.517	0.000	62
204	55.726	43.517	0.000	69
205	59.858	43.517	0.000	77
206	63.989	43.517	0.000	85
207	68.121	43.517	0.000	98
208	72.253	43.517	0.000	107
209	76.384	43.517	0.000	107

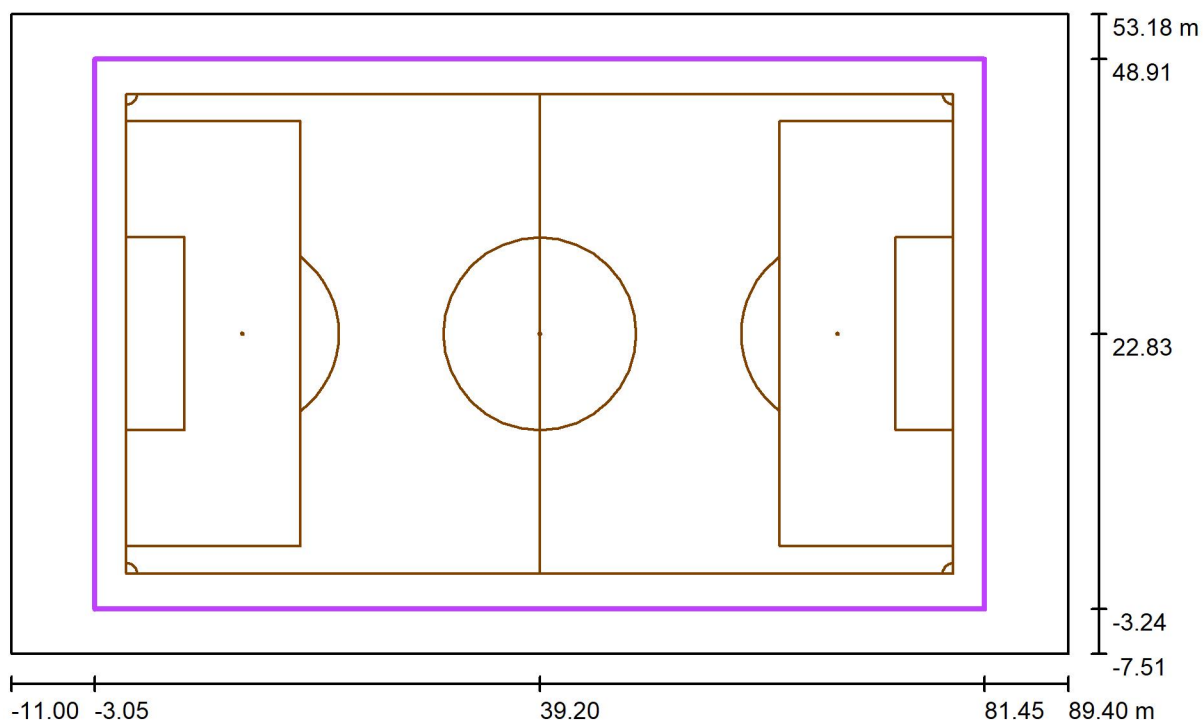
Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	56	107	0.74	0.52

Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Resumen



Escala 1 : 718

Posición: (39.200 m, 22.835 m, 0.000 m)

Tamaño: (84.500 m, 52.150 m)

Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Normal, Trama: 19 x 11 Puntos

Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

Sumario de los resultados

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	horizontal	78	56	113	0.72	0.50	/	0.000	/

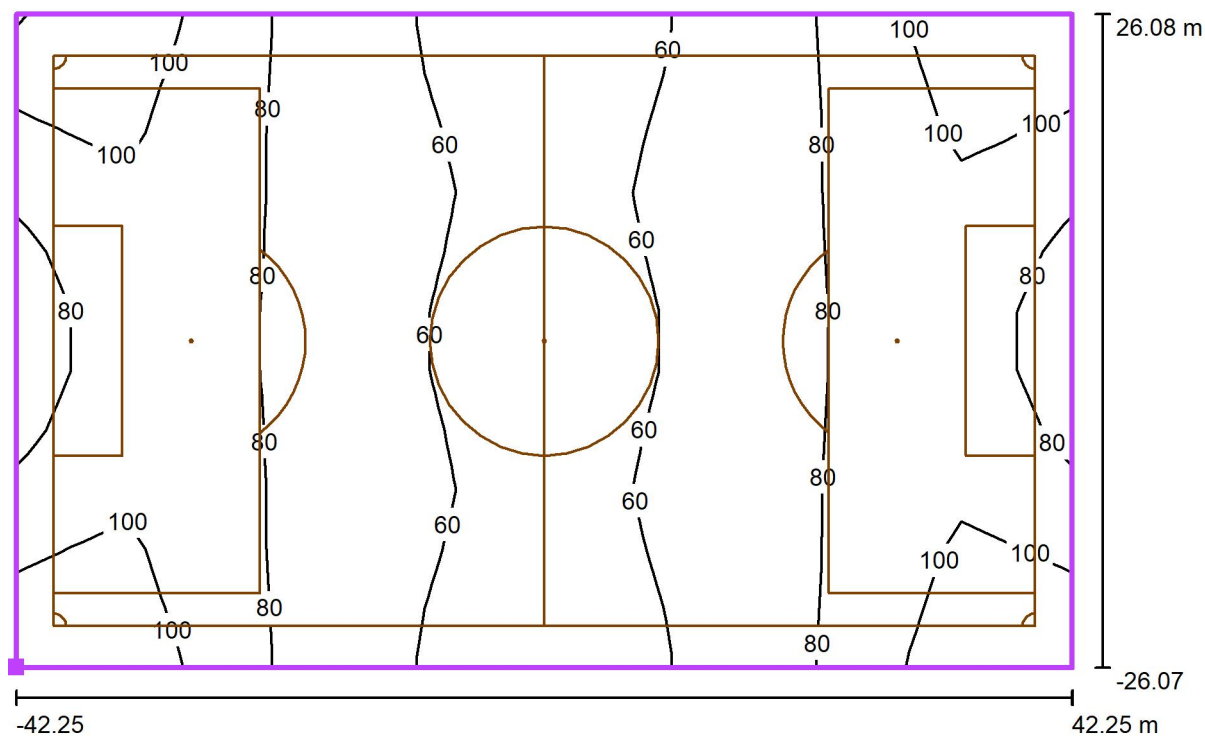
$E_{h\ m} / E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura



Escuela Naval Militar

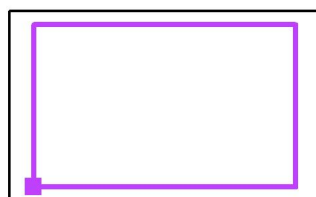
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Isolíneas (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 605

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

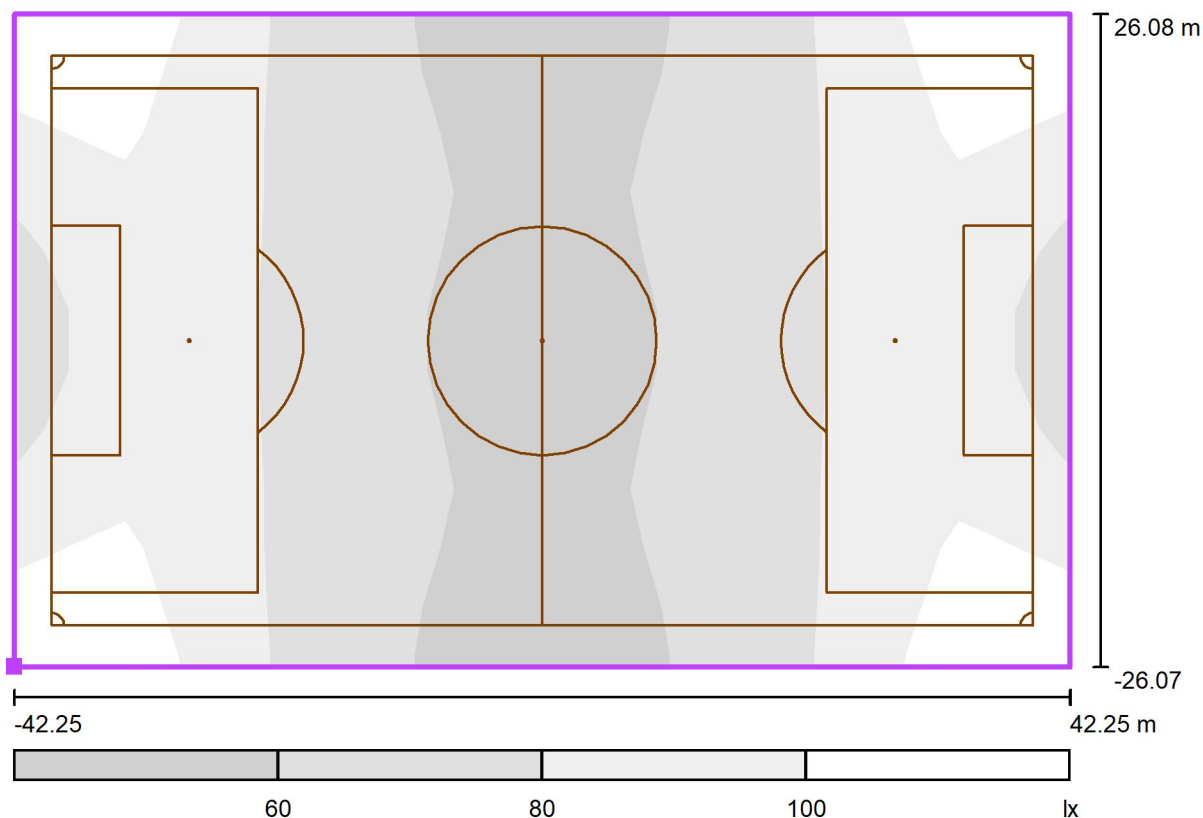
E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

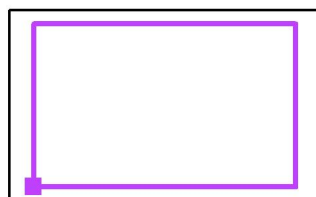
Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Gama de grises (E, horizontal)



Escala 1 : 605

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

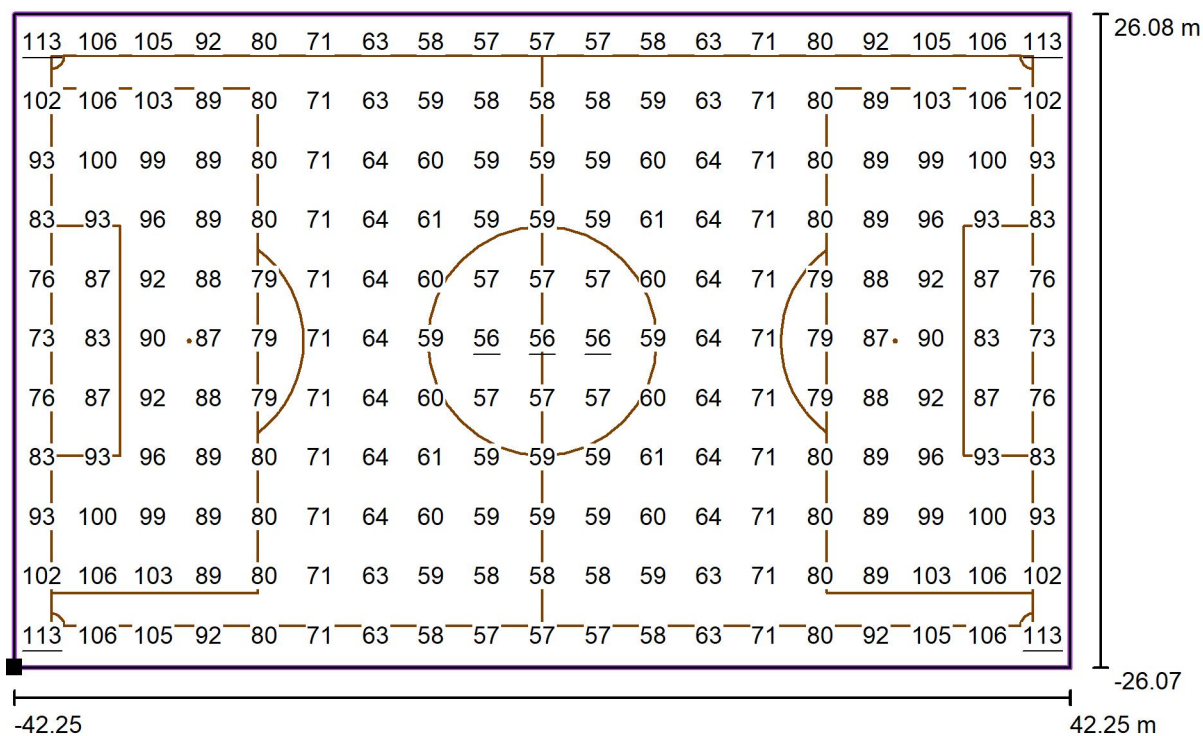
E_{min} / E_{max}
0.50



Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

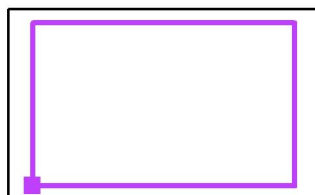
Escuela Naval Militar

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Gráfico de valores (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 605

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

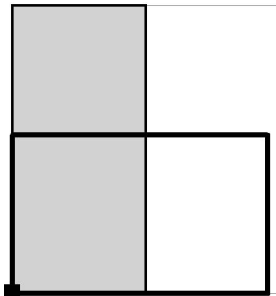
E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Tabla (E, horizontal)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



49.780	<u>113</u>	106	105	92	80	71	63	58	57	57
45.039	102	106	103	89	80	71	63	59	58	58
40.298	93	100	99	89	80	71	64	60	59	59
35.557	83	93	96	89	80	71	64	61	59	59
30.816	76	87	92	88	79	71	64	60	57	57
26.075	73	83	90	87	79	71	64	59	<u>56</u>	<u>56</u>
21.334	76	87	92	88	79	71	64	60	57	57
16.593	83	93	96	89	80	71	64	61	59	59
11.852	93	100	99	89	80	71	64	60	59	59
7.111	102	106	103	89	80	71	63	59	58	58
2.370	<u>113</u>	106	105	92	80	71	63	58	57	57
m	2.224	6.671	11.118	15.566	20.013	24.461	28.908	33.355	37.803	42.250

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

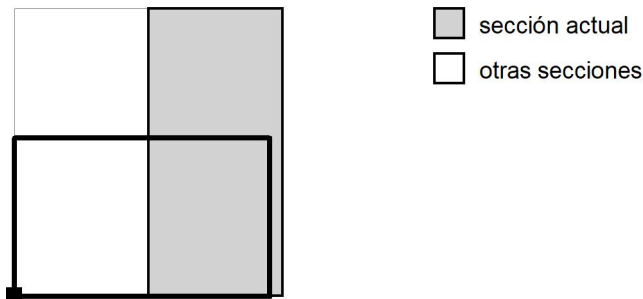
E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Tabla (E, horizontal)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



49.780	57	58	63	71	80	92	105	106	<u>113</u>
45.039	58	59	63	71	80	89	103	106	102
40.298	59	60	64	71	80	89	99	100	93
35.557	59	61	64	71	80	89	96	93	83
30.816	57	60	64	71	79	88	92	87	76
26.075	<u>56</u>	59	64	71	79	87	90	83	73
21.334	57	60	64	71	79	88	92	87	76
16.593	59	61	64	71	80	89	96	93	83
11.852	59	60	64	71	80	89	99	100	93
7.111	58	59	63	71	80	89	103	106	102
2.370	57	58	63	71	80	92	105	106	<u>113</u>
m	46.697	51.145	55.592	60.039	64.487	68.934	73.382	77.829	82.276

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 19 x 11 Puntos

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

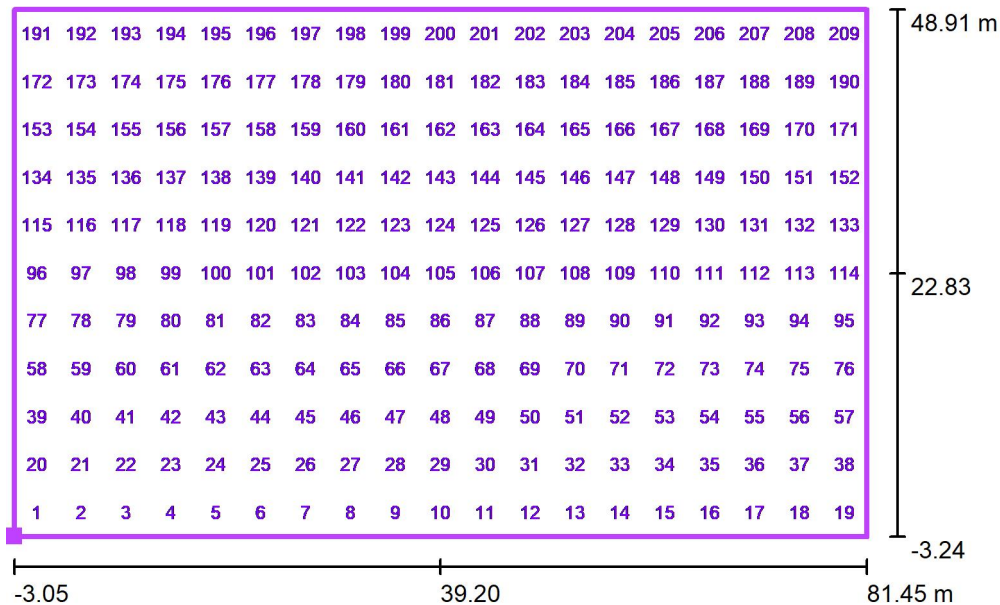
E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]		Z	Valor [lx]
	X	Y		
1	-0.826	-0.870	0.000	113
2	3.621	-0.870	0.000	106
3	8.068	-0.870	0.000	105
4	12.516	-0.870	0.000	92
5	16.963	-0.870	0.000	80

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
78	56	113	0.72	0.50

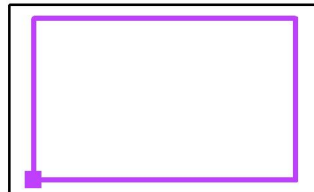


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
6	21.411	-0.870	0.000	71
7	25.858	-0.870	0.000	63
8	30.305	-0.870	0.000	58
9	34.753	-0.870	0.000	57
10	39.200	-0.870	0.000	57
11	43.647	-0.870	0.000	57
12	48.095	-0.870	0.000	58
13	52.542	-0.870	0.000	63
14	56.989	-0.870	0.000	71
15	61.437	-0.870	0.000	80
16	65.884	-0.870	0.000	92
17	70.332	-0.870	0.000	105
18	74.779	-0.870	0.000	106
19	79.226	-0.870	0.000	113
20	-0.826	3.871	0.000	102
21	3.621	3.871	0.000	106
22	8.068	3.871	0.000	103
23	12.516	3.871	0.000	89
24	16.963	3.871	0.000	80
25	21.411	3.871	0.000	71
26	25.858	3.871	0.000	63
27	30.305	3.871	0.000	59
28	34.753	3.871	0.000	58
29	39.200	3.871	0.000	58
30	43.647	3.871	0.000	58
31	48.095	3.871	0.000	59
32	52.542	3.871	0.000	63

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
33	56.989	3.871	0.000	71
34	61.437	3.871	0.000	80
35	65.884	3.871	0.000	89
36	70.332	3.871	0.000	103
37	74.779	3.871	0.000	106
38	79.226	3.871	0.000	102
39	-0.826	8.612	0.000	93
40	3.621	8.612	0.000	100
41	8.068	8.612	0.000	99
42	12.516	8.612	0.000	89
43	16.963	8.612	0.000	80
44	21.411	8.612	0.000	71
45	25.858	8.612	0.000	64
46	30.305	8.612	0.000	60
47	34.753	8.612	0.000	59
48	39.200	8.612	0.000	59
49	43.647	8.612	0.000	59
50	48.095	8.612	0.000	60
51	52.542	8.612	0.000	64
52	56.989	8.612	0.000	71
53	61.437	8.612	0.000	80
54	65.884	8.612	0.000	89
55	70.332	8.612	0.000	99
56	74.779	8.612	0.000	100
57	79.226	8.612	0.000	93
58	-0.826	13.353	0.000	83
59	3.621	13.353	0.000	93

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

E_{min} / E_{max}
0.50

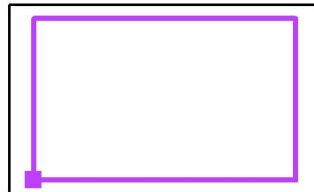


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
60	8.068	13.353	0.000	96
61	12.516	13.353	0.000	89
62	16.963	13.353	0.000	80
63	21.411	13.353	0.000	71
64	25.858	13.353	0.000	64
65	30.305	13.353	0.000	61
66	34.753	13.353	0.000	59
67	39.200	13.353	0.000	59
68	43.647	13.353	0.000	59
69	48.095	13.353	0.000	61
70	52.542	13.353	0.000	64
71	56.989	13.353	0.000	71
72	61.437	13.353	0.000	80
73	65.884	13.353	0.000	89
74	70.332	13.353	0.000	96
75	74.779	13.353	0.000	93
76	79.226	13.353	0.000	83
77	-0.826	18.094	0.000	76
78	3.621	18.094	0.000	87
79	8.068	18.094	0.000	92
80	12.516	18.094	0.000	88
81	16.963	18.094	0.000	79
82	21.411	18.094	0.000	71
83	25.858	18.094	0.000	64
84	30.305	18.094	0.000	60
85	34.753	18.094	0.000	57
86	39.200	18.094	0.000	57

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

E_{min} / E_{max}
0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
87	43.647	18.094	0.000	57
88	48.095	18.094	0.000	60
89	52.542	18.094	0.000	64
90	56.989	18.094	0.000	71
91	61.437	18.094	0.000	79
92	65.884	18.094	0.000	88
93	70.332	18.094	0.000	92
94	74.779	18.094	0.000	87
95	79.226	18.094	0.000	76
96	-0.826	22.835	0.000	73
97	3.621	22.835	0.000	83
98	8.068	22.835	0.000	90
99	12.516	22.835	0.000	87
100	16.963	22.835	0.000	79
101	21.411	22.835	0.000	71
102	25.858	22.835	0.000	64
103	30.305	22.835	0.000	59
104	34.753	22.835	0.000	56
105	39.200	22.835	0.000	56
106	43.647	22.835	0.000	56
107	48.095	22.835	0.000	59
108	52.542	22.835	0.000	64
109	56.989	22.835	0.000	71
110	61.437	22.835	0.000	79
111	65.884	22.835	0.000	87
112	70.332	22.835	0.000	90
113	74.779	22.835	0.000	83

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
78	56	113	0.72	0.50

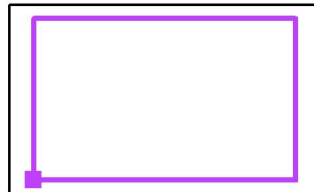


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
114	79.226	22.835	0.000	73
115	-0.826	27.576	0.000	76
116	3.621	27.576	0.000	87
117	8.068	27.576	0.000	92
118	12.516	27.576	0.000	88
119	16.963	27.576	0.000	79
120	21.411	27.576	0.000	71
121	25.858	27.576	0.000	64
122	30.305	27.576	0.000	60
123	34.753	27.576	0.000	57
124	39.200	27.576	0.000	57
125	43.647	27.576	0.000	57
126	48.095	27.576	0.000	60
127	52.542	27.576	0.000	64
128	56.989	27.576	0.000	71
129	61.437	27.576	0.000	79
130	65.884	27.576	0.000	88
131	70.332	27.576	0.000	92
132	74.779	27.576	0.000	87
133	79.226	27.576	0.000	76
134	-0.826	32.317	0.000	83
135	3.621	32.317	0.000	93
136	8.068	32.317	0.000	96
137	12.516	32.317	0.000	89
138	16.963	32.317	0.000	80
139	21.411	32.317	0.000	71
140	25.858	32.317	0.000	64

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
78	56	113	0.72	0.50

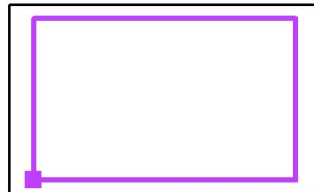


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
141	30.305	32.317	0.000	61
142	34.753	32.317	0.000	59
143	39.200	32.317	0.000	59
144	43.647	32.317	0.000	59
145	48.095	32.317	0.000	61
146	52.542	32.317	0.000	64
147	56.989	32.317	0.000	71
148	61.437	32.317	0.000	80
149	65.884	32.317	0.000	89
150	70.332	32.317	0.000	96
151	74.779	32.317	0.000	93
152	79.226	32.317	0.000	83
153	-0.826	37.057	0.000	93
154	3.621	37.057	0.000	100
155	8.068	37.057	0.000	99
156	12.516	37.057	0.000	89
157	16.963	37.057	0.000	80
158	21.411	37.057	0.000	71
159	25.858	37.057	0.000	64
160	30.305	37.057	0.000	60
161	34.753	37.057	0.000	59
162	39.200	37.057	0.000	59
163	43.647	37.057	0.000	59
164	48.095	37.057	0.000	60
165	52.542	37.057	0.000	64
166	56.989	37.057	0.000	71
167	61.437	37.057	0.000	80

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

E_{min} / E_{max}
0.50

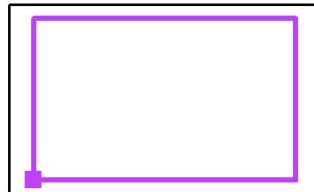


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
168	65.884	37.057	0.000	89
169	70.332	37.057	0.000	99
170	74.779	37.057	0.000	100
171	79.226	37.057	0.000	93
172	-0.826	41.798	0.000	102
173	3.621	41.798	0.000	106
174	8.068	41.798	0.000	103
175	12.516	41.798	0.000	89
176	16.963	41.798	0.000	80
177	21.411	41.798	0.000	71
178	25.858	41.798	0.000	63
179	30.305	41.798	0.000	59
180	34.753	41.798	0.000	58
181	39.200	41.798	0.000	58
182	43.647	41.798	0.000	58
183	48.095	41.798	0.000	59
184	52.542	41.798	0.000	63
185	56.989	41.798	0.000	71
186	61.437	41.798	0.000	80
187	65.884	41.798	0.000	89
188	70.332	41.798	0.000	103
189	74.779	41.798	0.000	106
190	79.226	41.798	0.000	102
191	-0.826	46.539	0.000	113
192	3.621	46.539	0.000	106
193	8.068	46.539	0.000	105
194	12.516	46.539	0.000	92

Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]
78

E_{min} [lx]
56

E_{max} [lx]
113

E_{min} / E_m
0.72

E_{min} / E_{max}
0.50

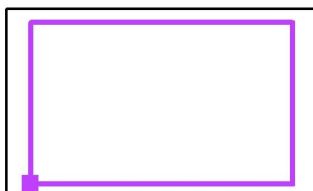


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Campo de fútbol 1 trama de cálculo (TA) / Valores de puntos (E, horizontal)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-3.050 m, -3.240 m, 0.000 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
195	16.963	46.539	0.000	80
196	21.411	46.539	0.000	71
197	25.858	46.539	0.000	63
198	30.305	46.539	0.000	58
199	34.753	46.539	0.000	57
200	39.200	46.539	0.000	57
201	43.647	46.539	0.000	57
202	48.095	46.539	0.000	58
203	52.542	46.539	0.000	63
204	56.989	46.539	0.000	71
205	61.437	46.539	0.000	80
206	65.884	46.539	0.000	92
207	70.332	46.539	0.000	105
208	74.779	46.539	0.000	106
209	79.226	46.539	0.000	113

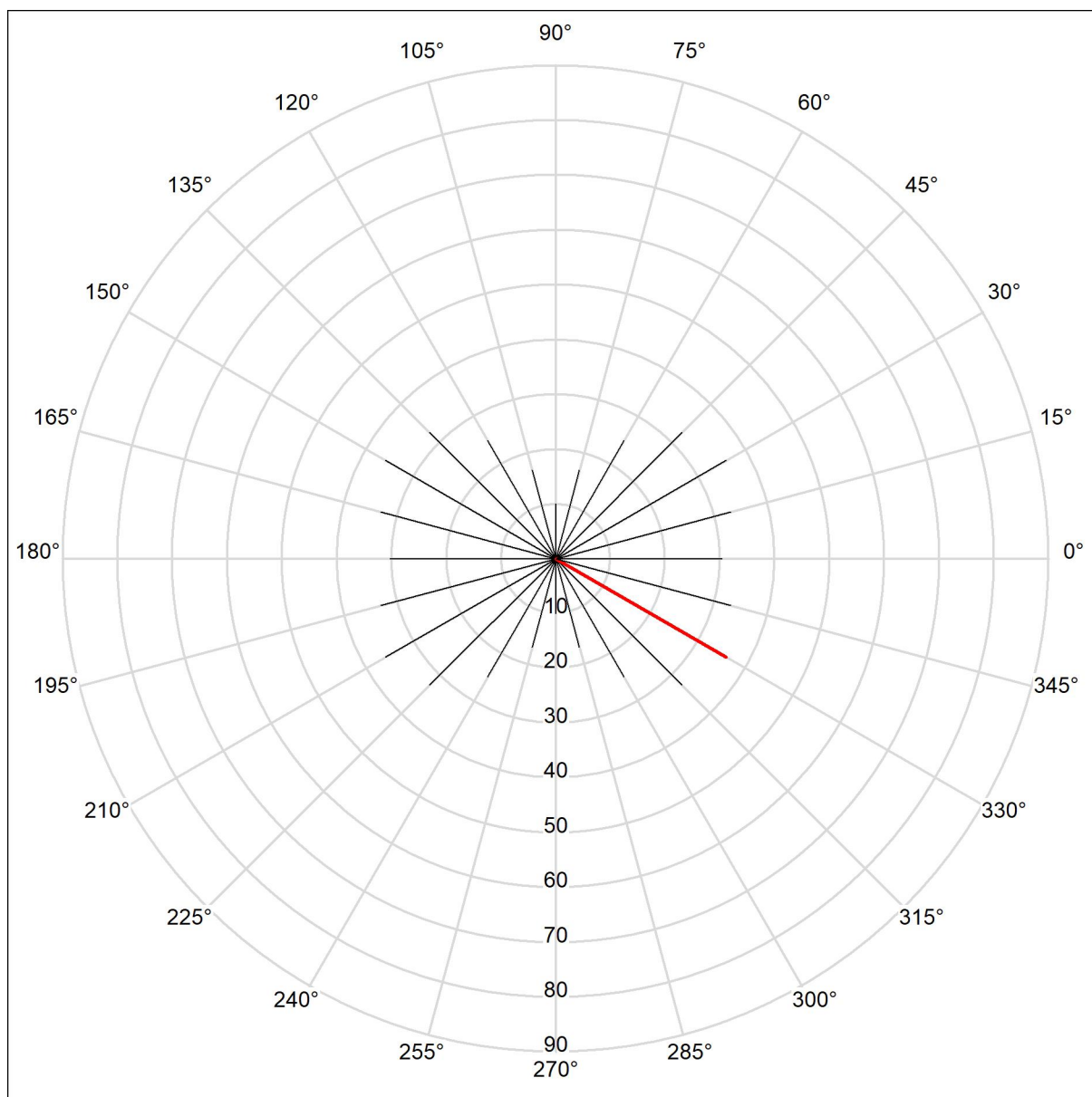
Cantidad Puntos: 209

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
78	56	113	0.72	0.50



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 1 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 17, Max: 36

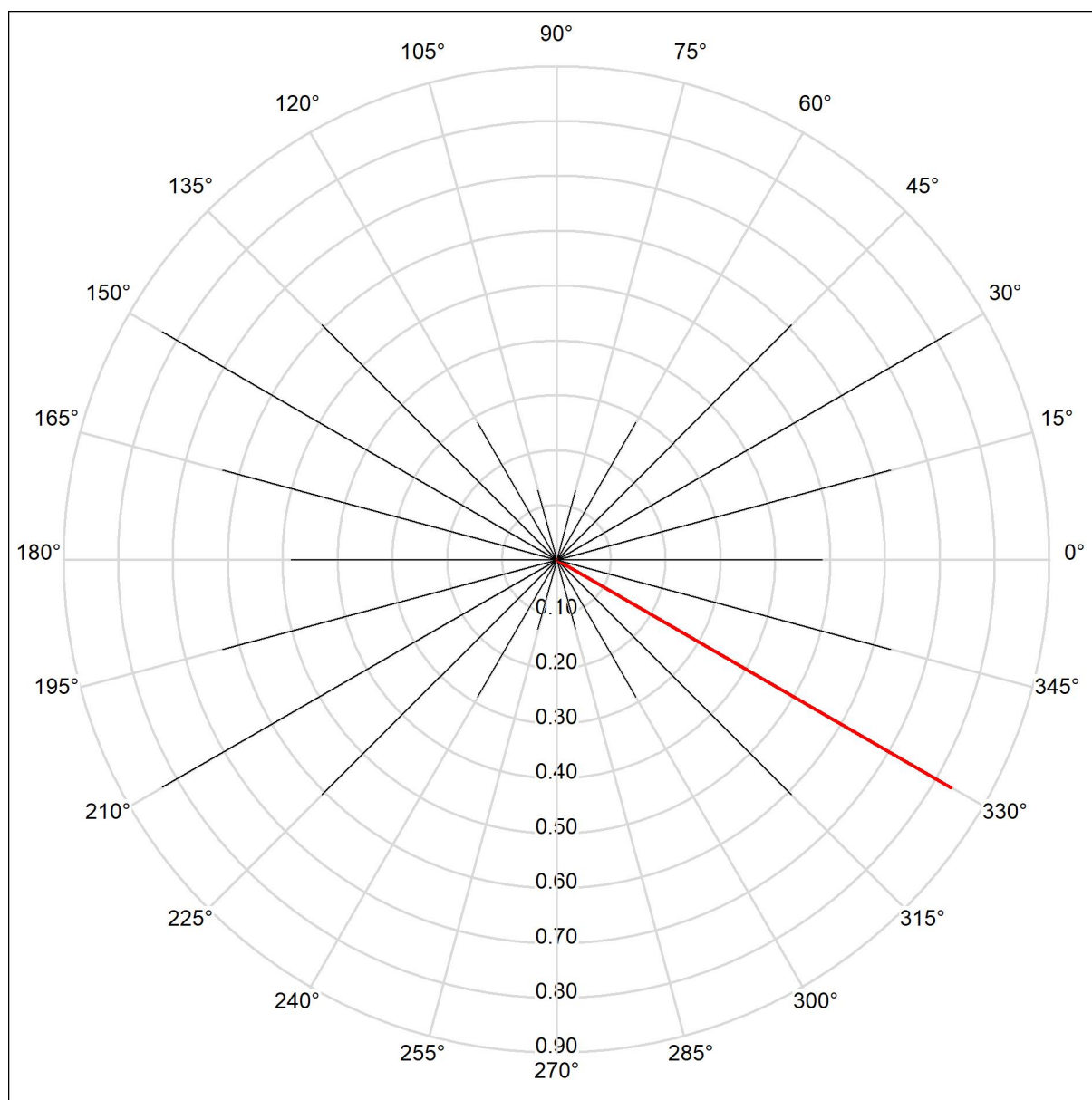
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



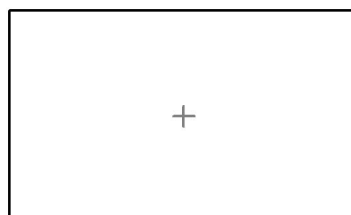
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 1 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

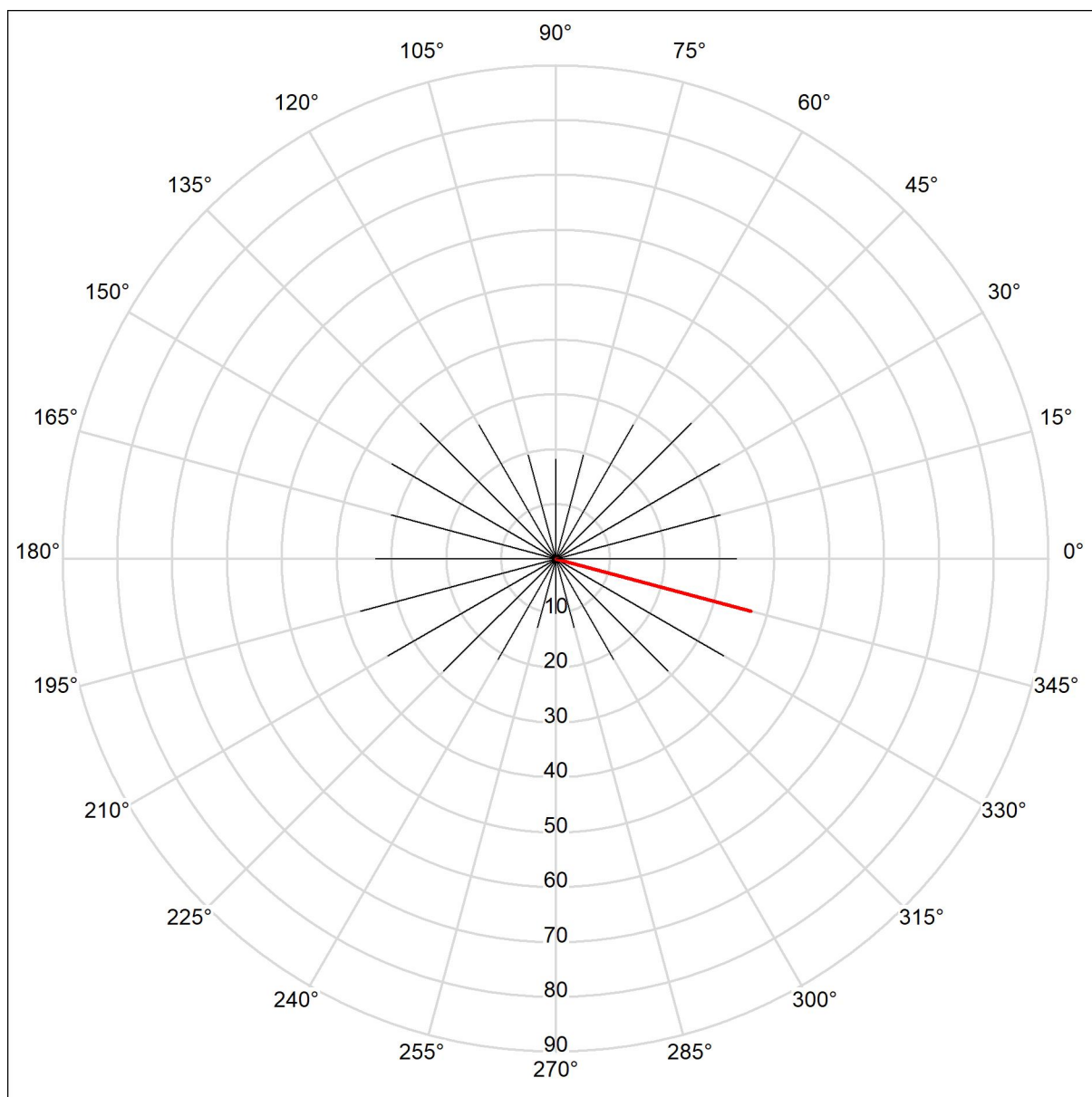
Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.83 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 2 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 12.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 13, Max: 37

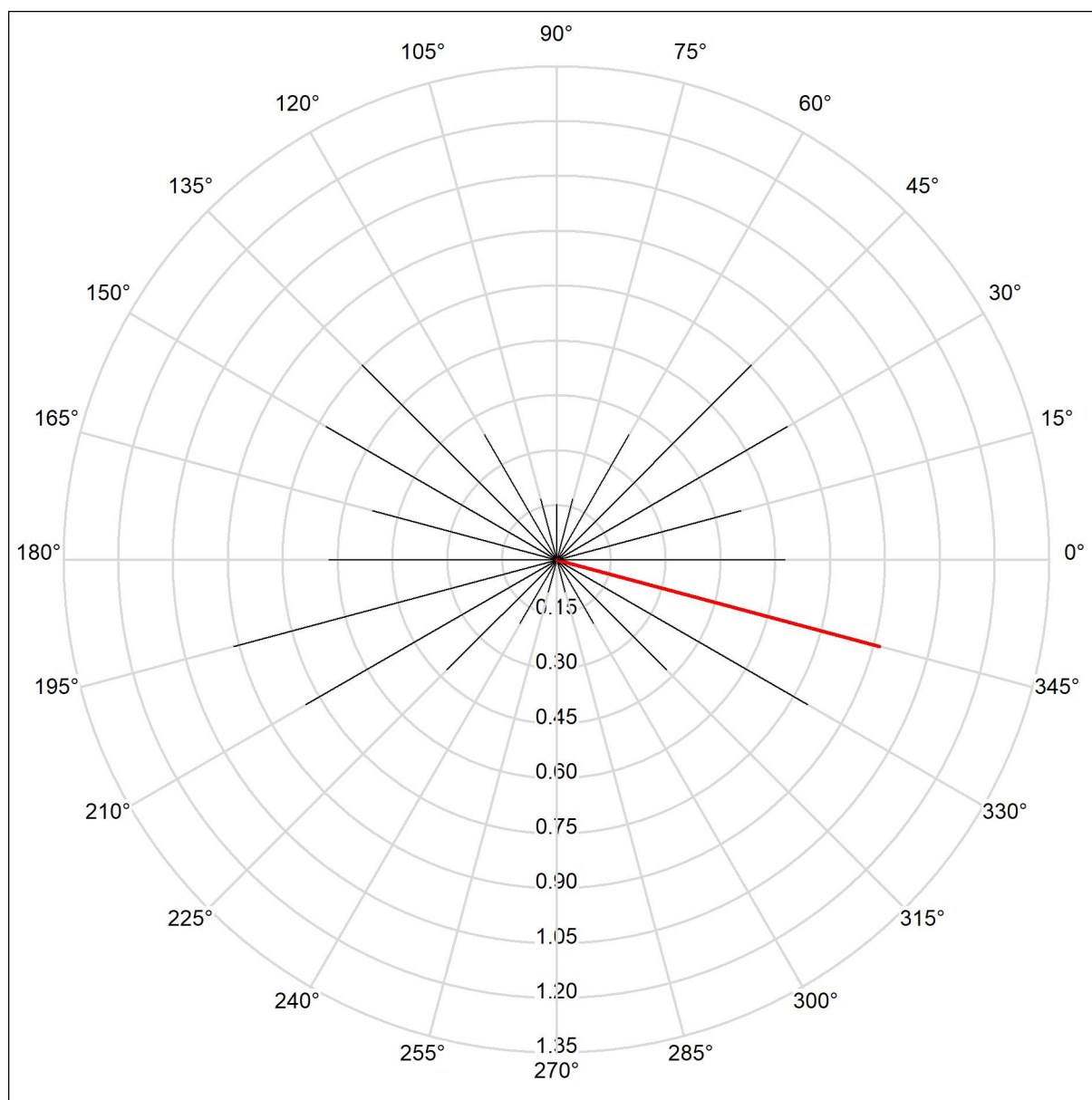
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 2 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento



Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 12.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

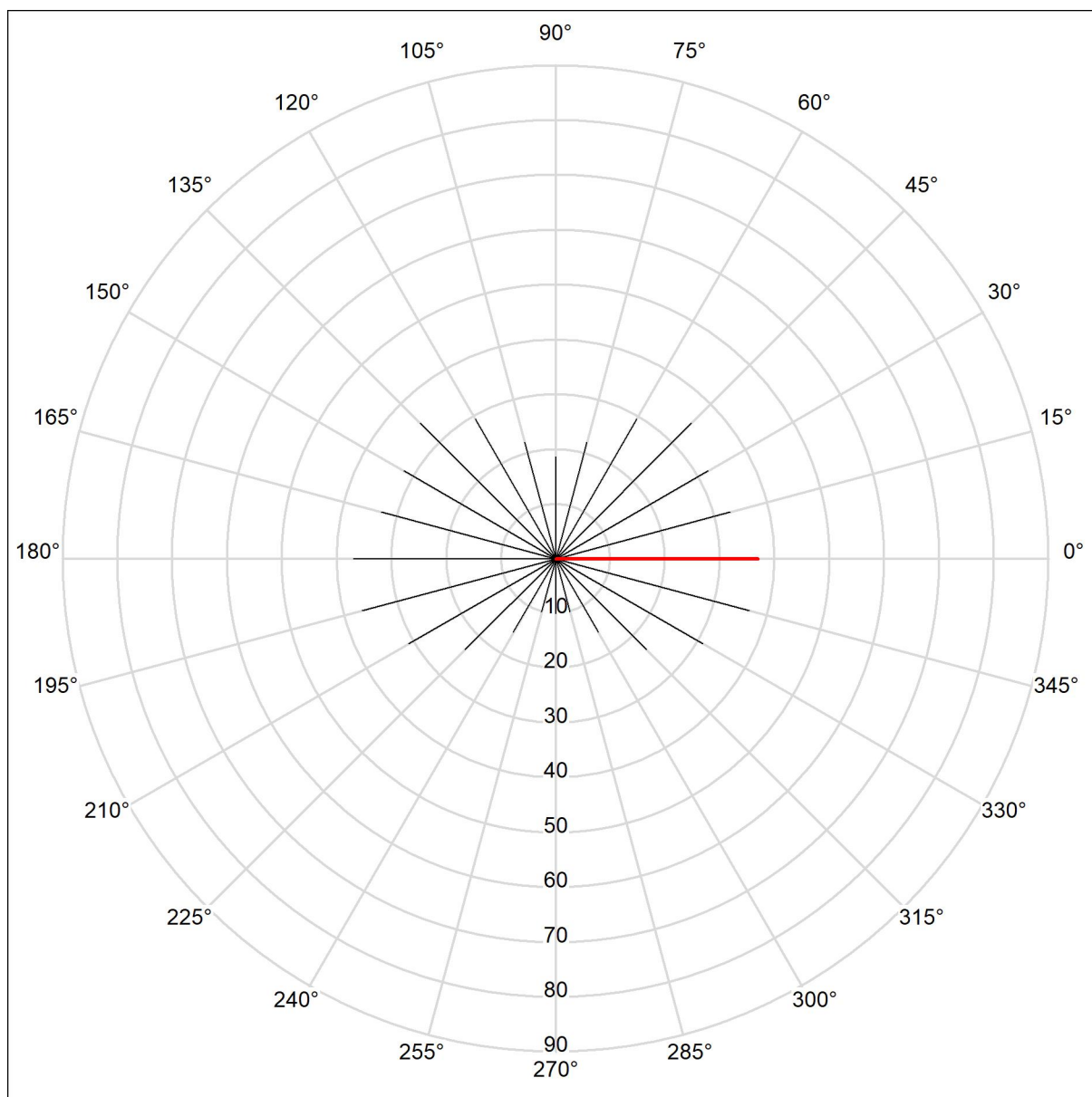
Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.92 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

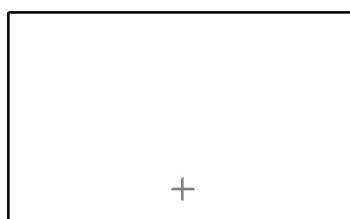


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 3 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 16, Max: 37

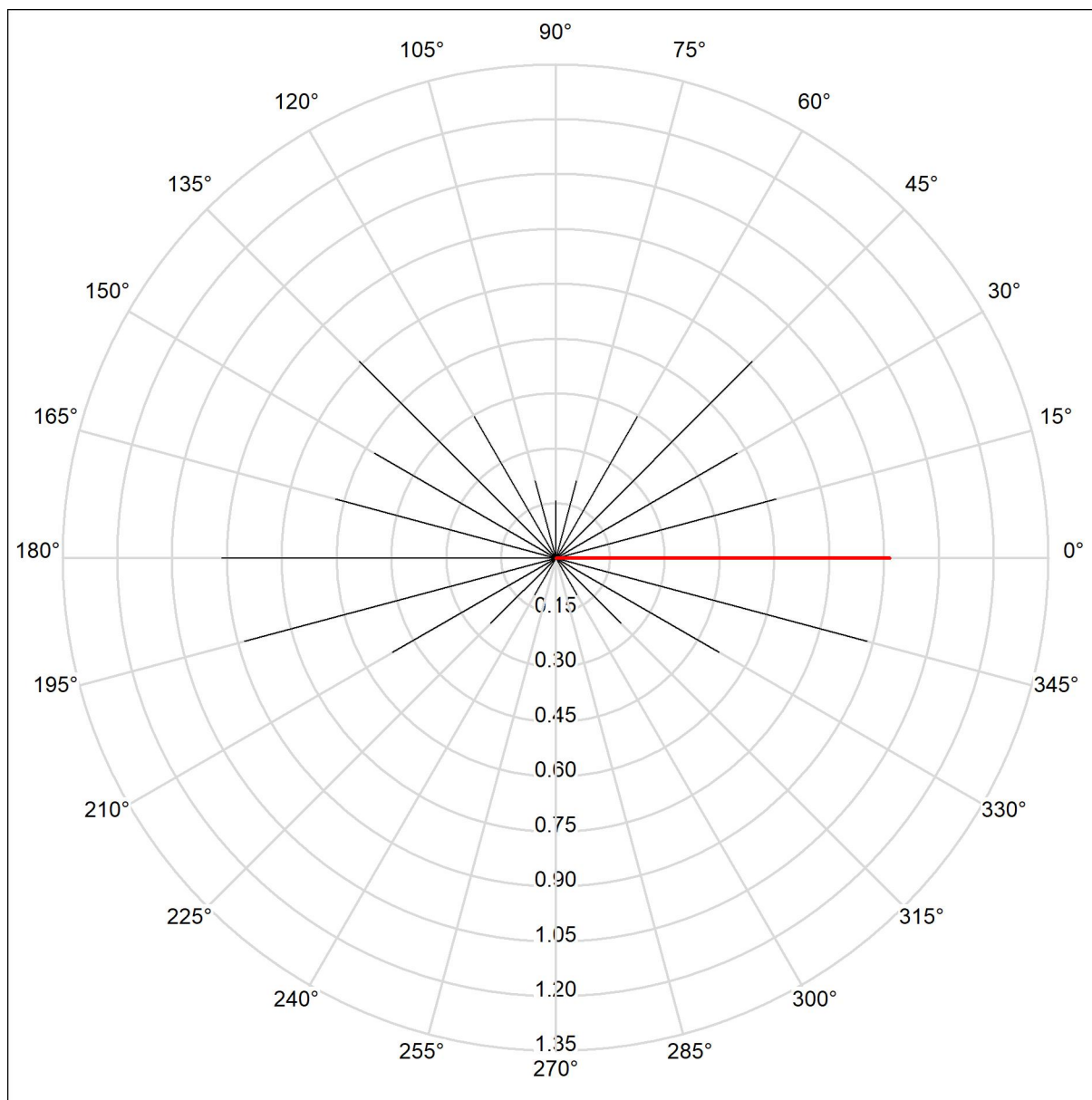
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 3 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (39.200 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

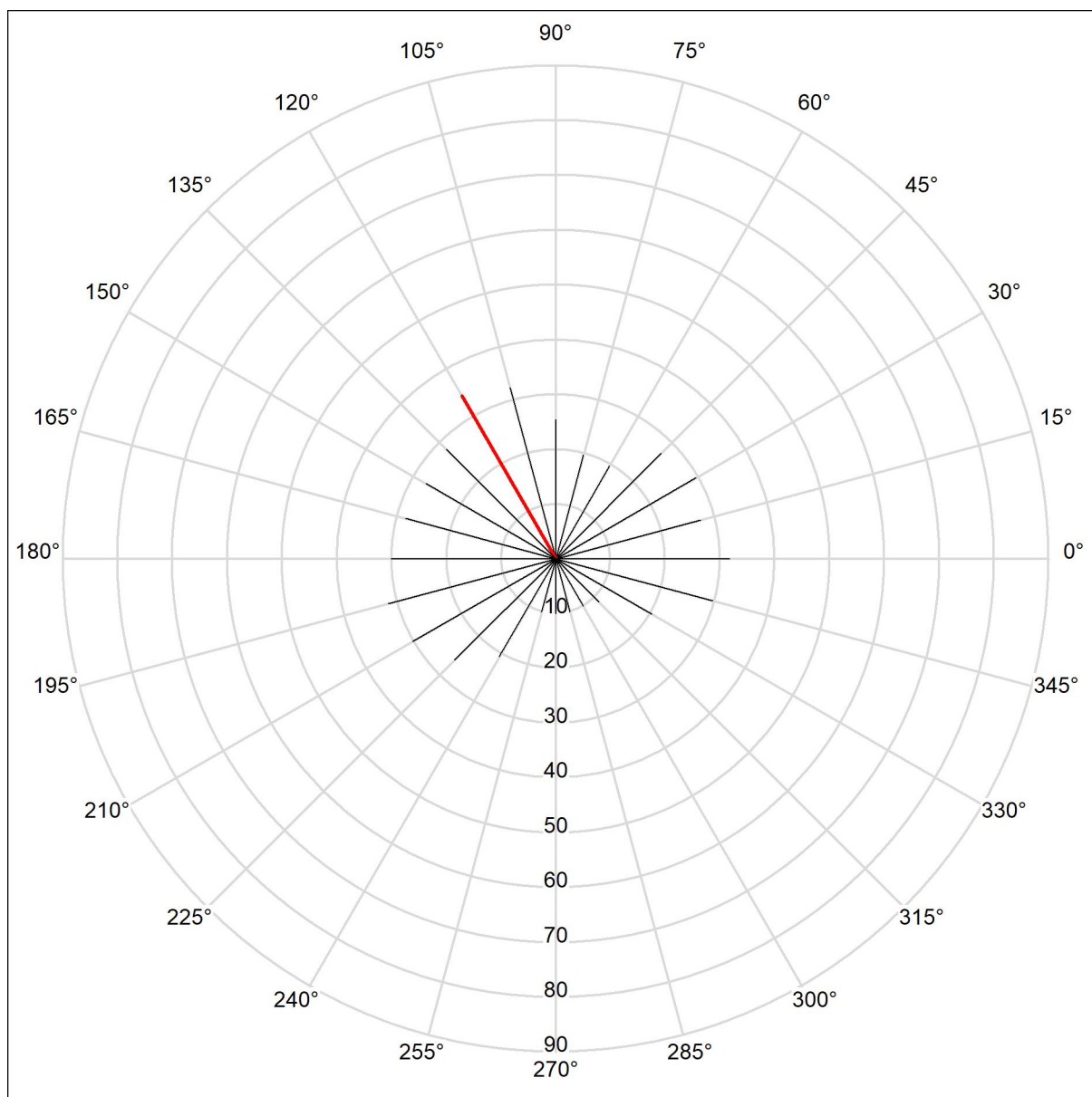
Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.91 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

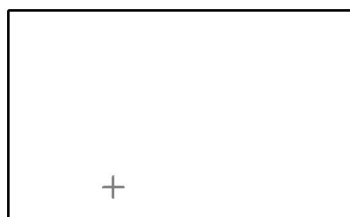


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 4 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (19.200 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 34

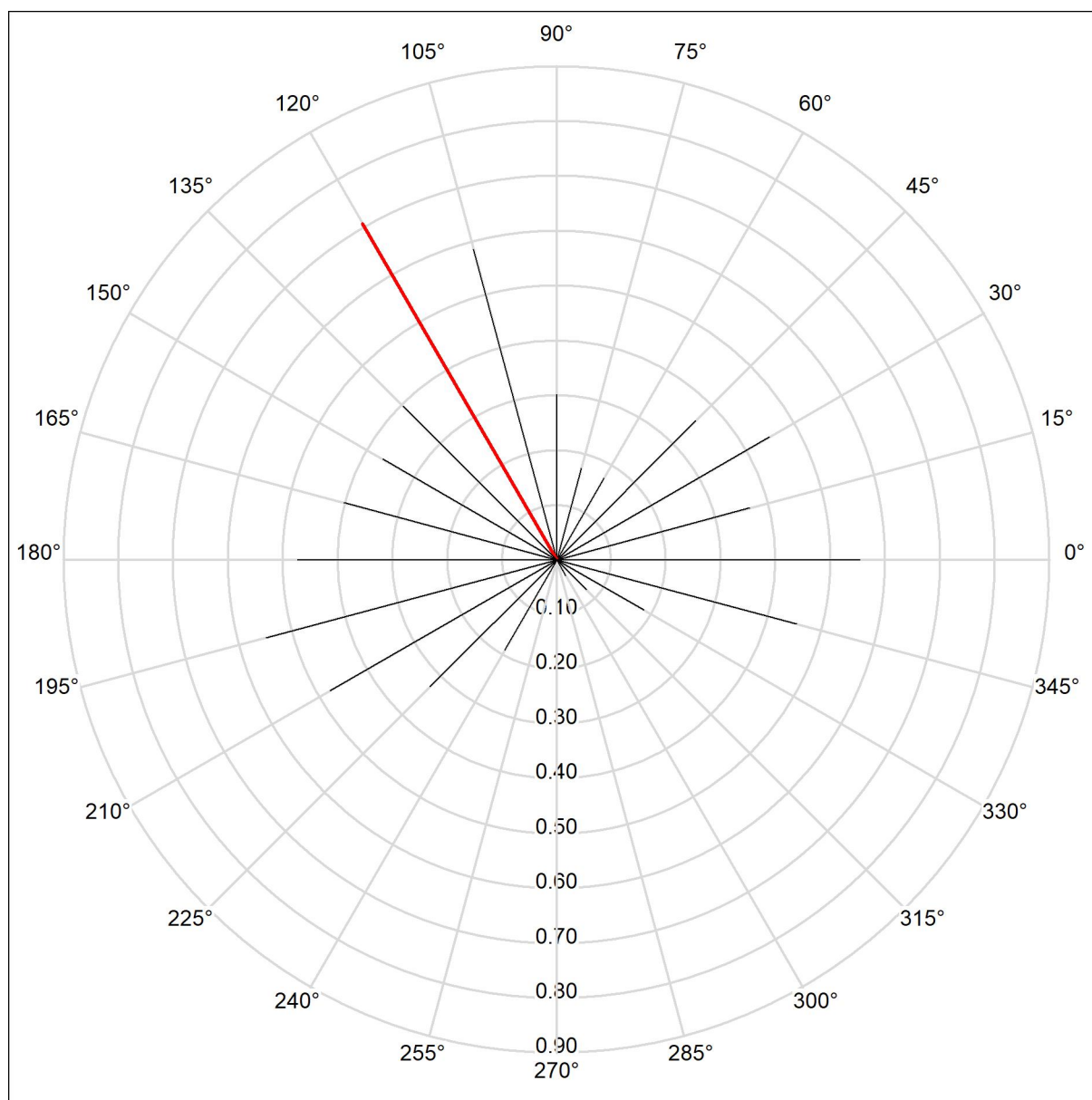
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 4 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (19.200 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

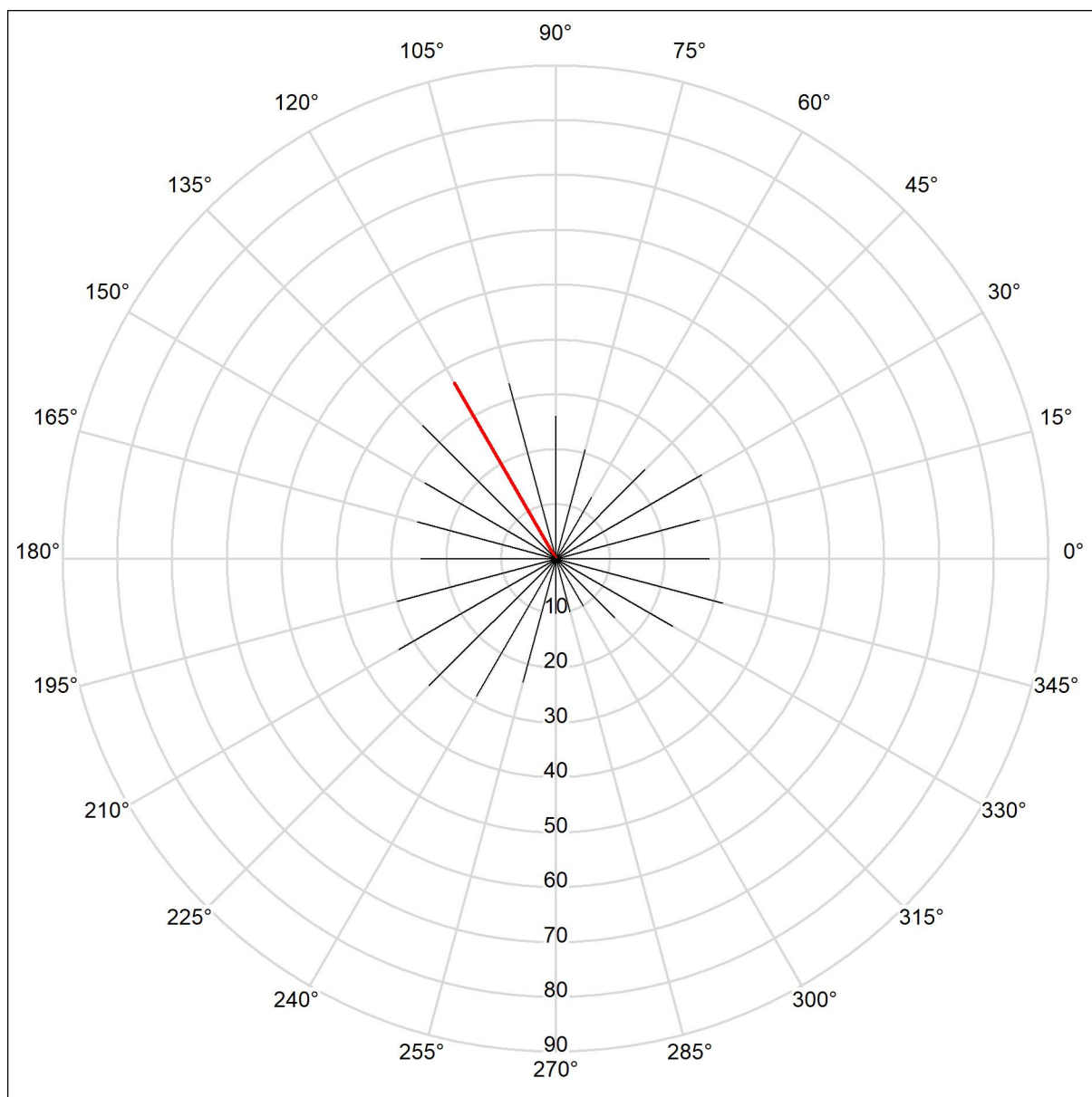
Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.71 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

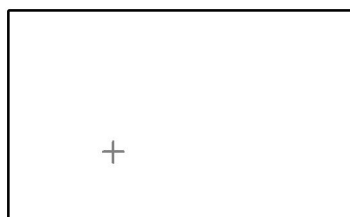


Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 5 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (19.200 m, 12.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 37

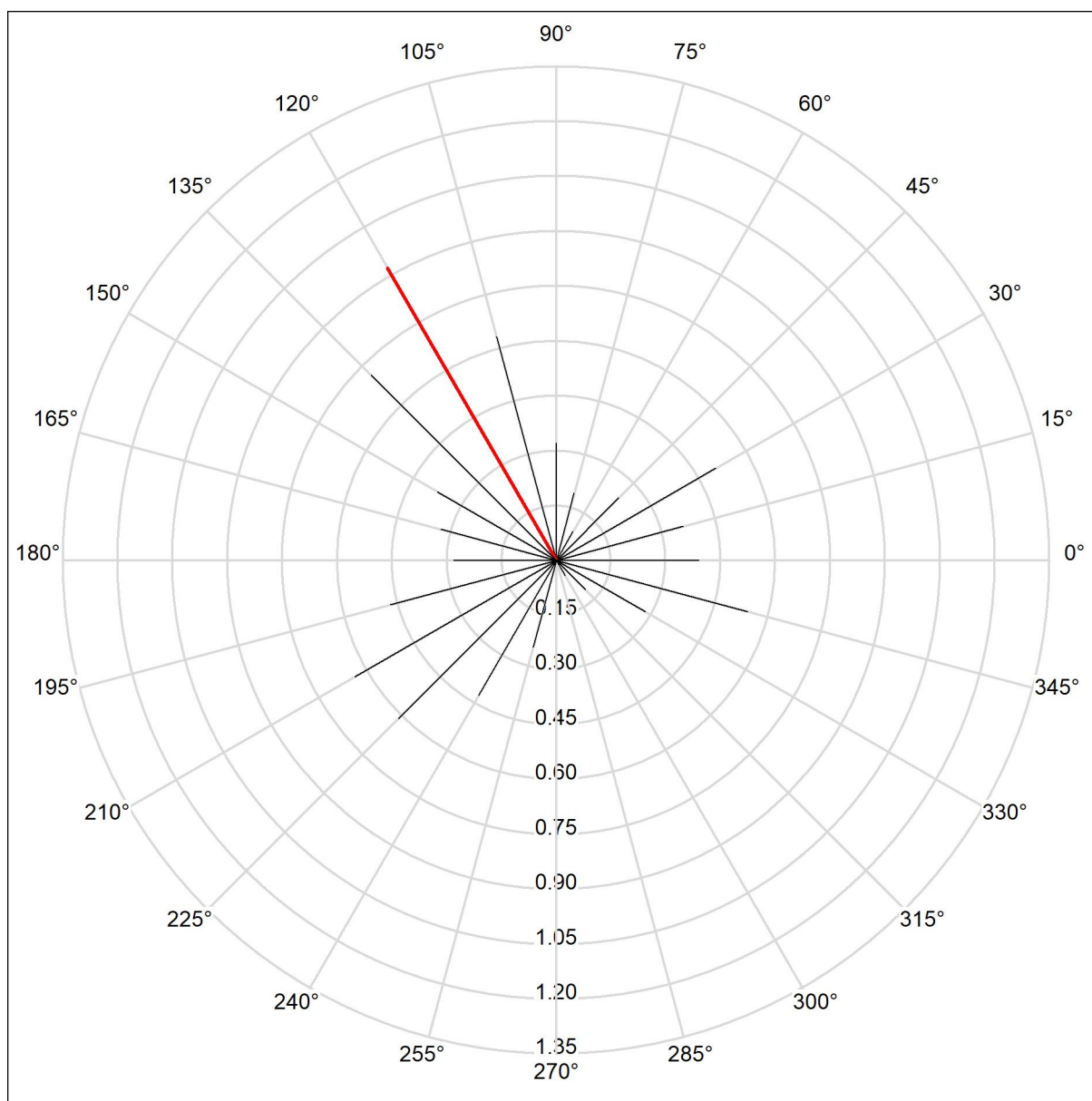
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



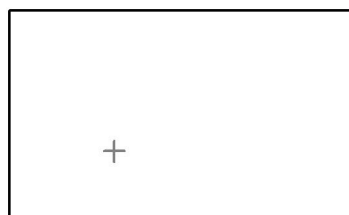
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 5 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:

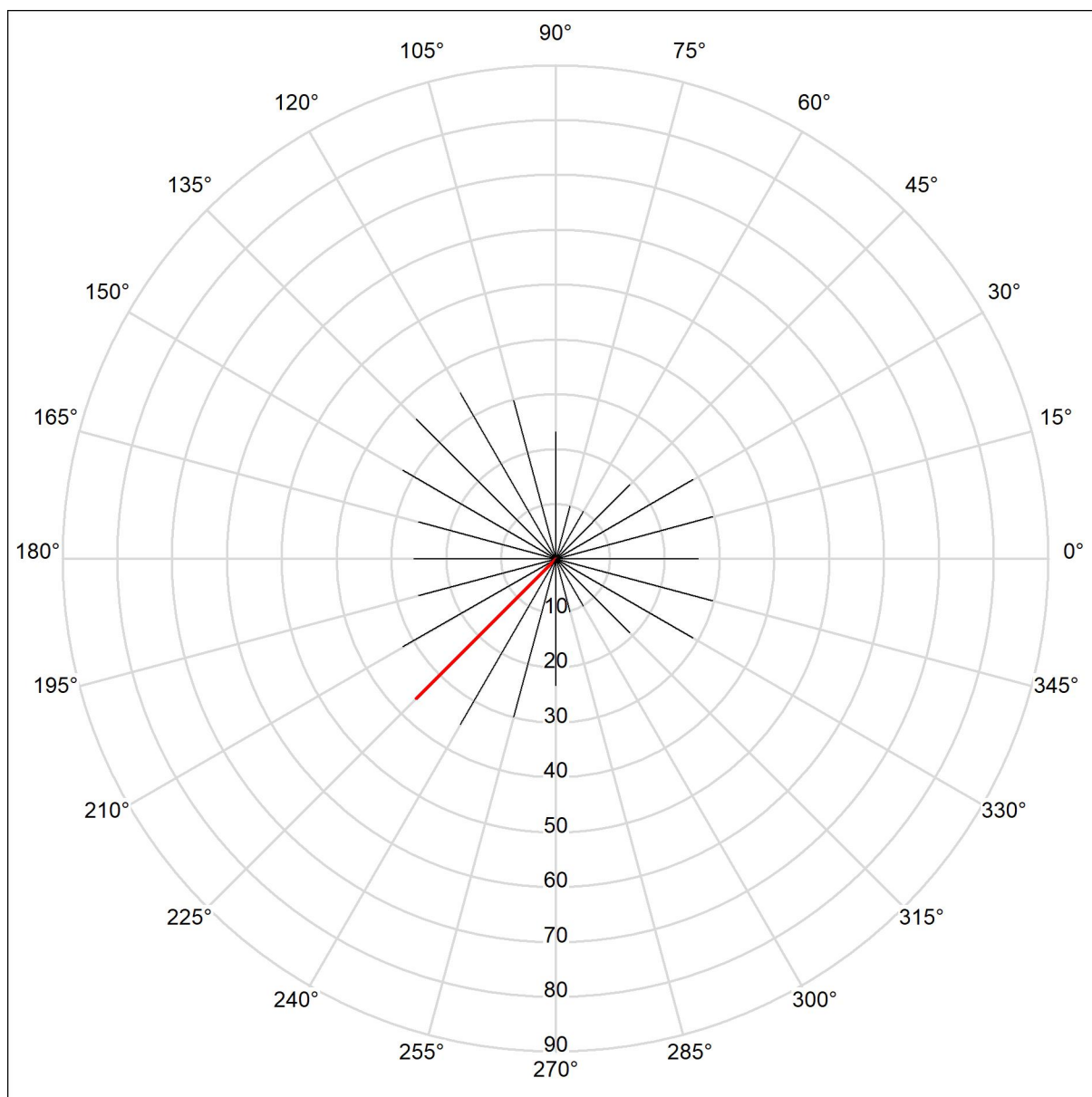


Posición: (19.200 m, 12.835 m, 1.500 m)

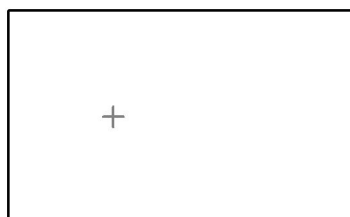
Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.92 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

**Escena exterior 1 / Observador GR 6 / Resumen**

Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (19.200 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 36

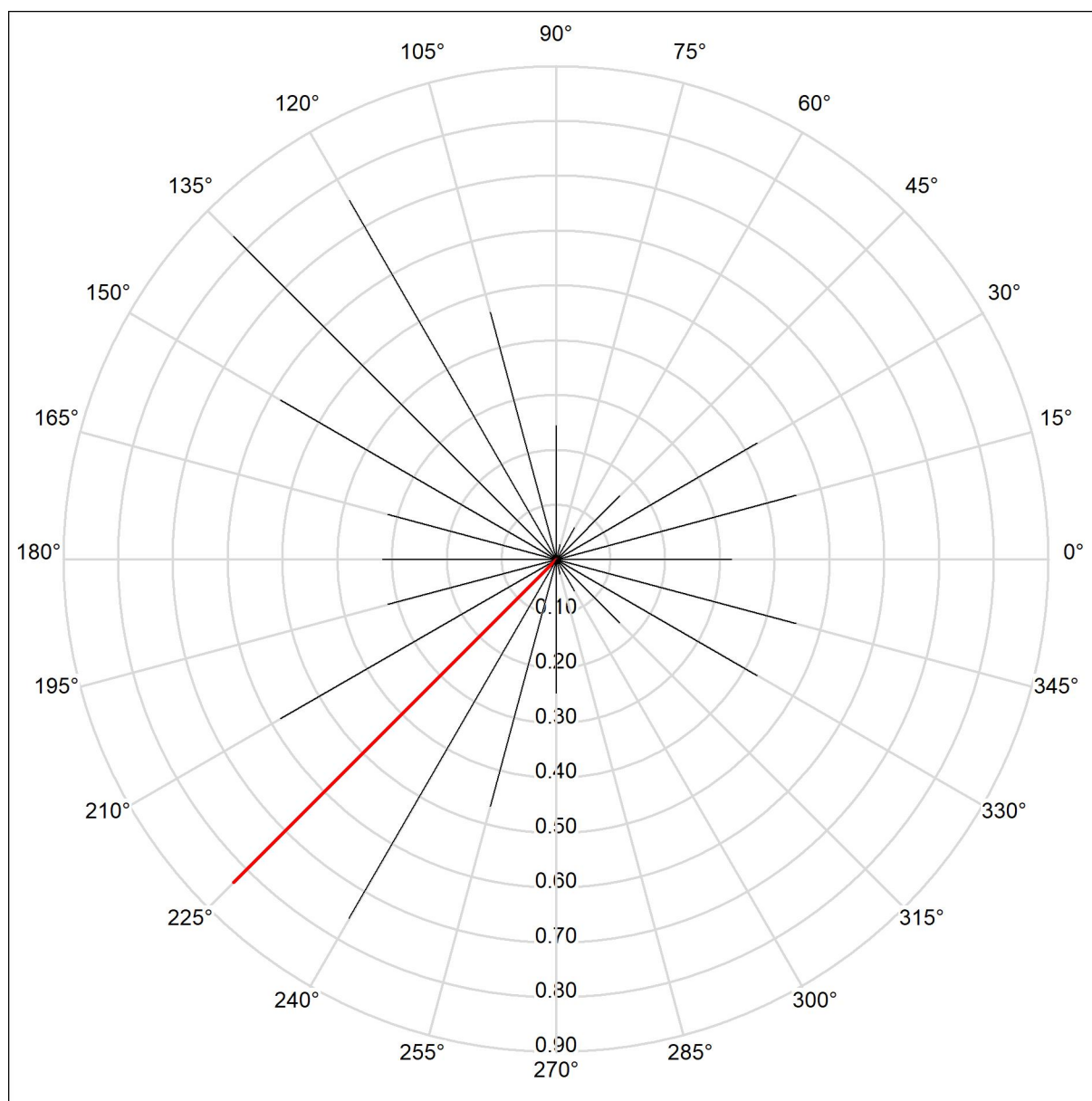
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



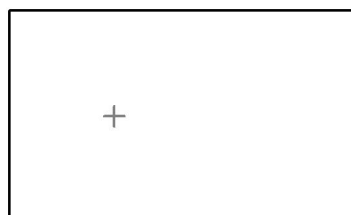
Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 6 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:

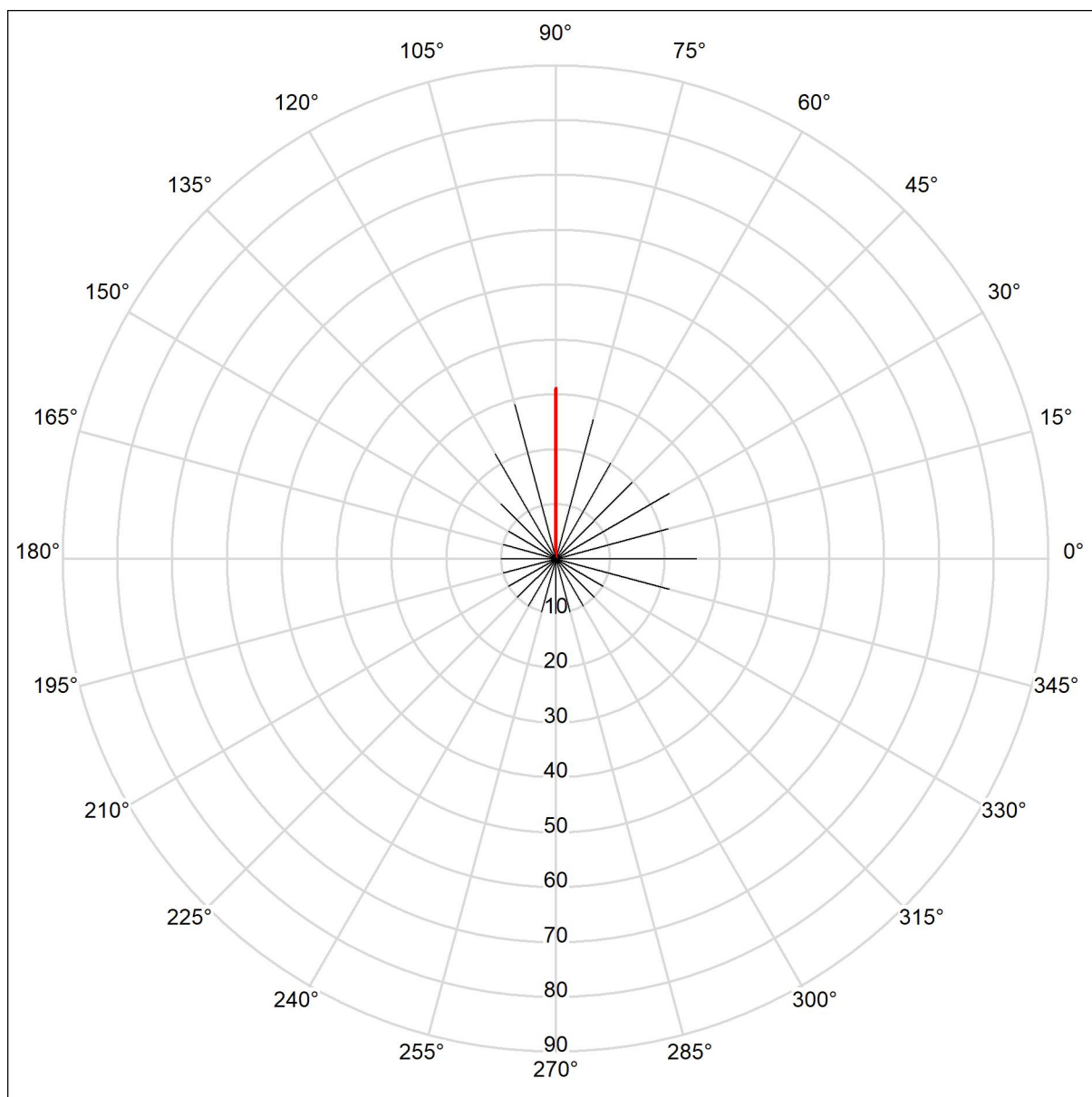


Posición: (19.200 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.03 cd/m², Max: 0.83 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

**Escena exterior 1 / Observador GR 7 / Resumen**

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (0.000 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 31

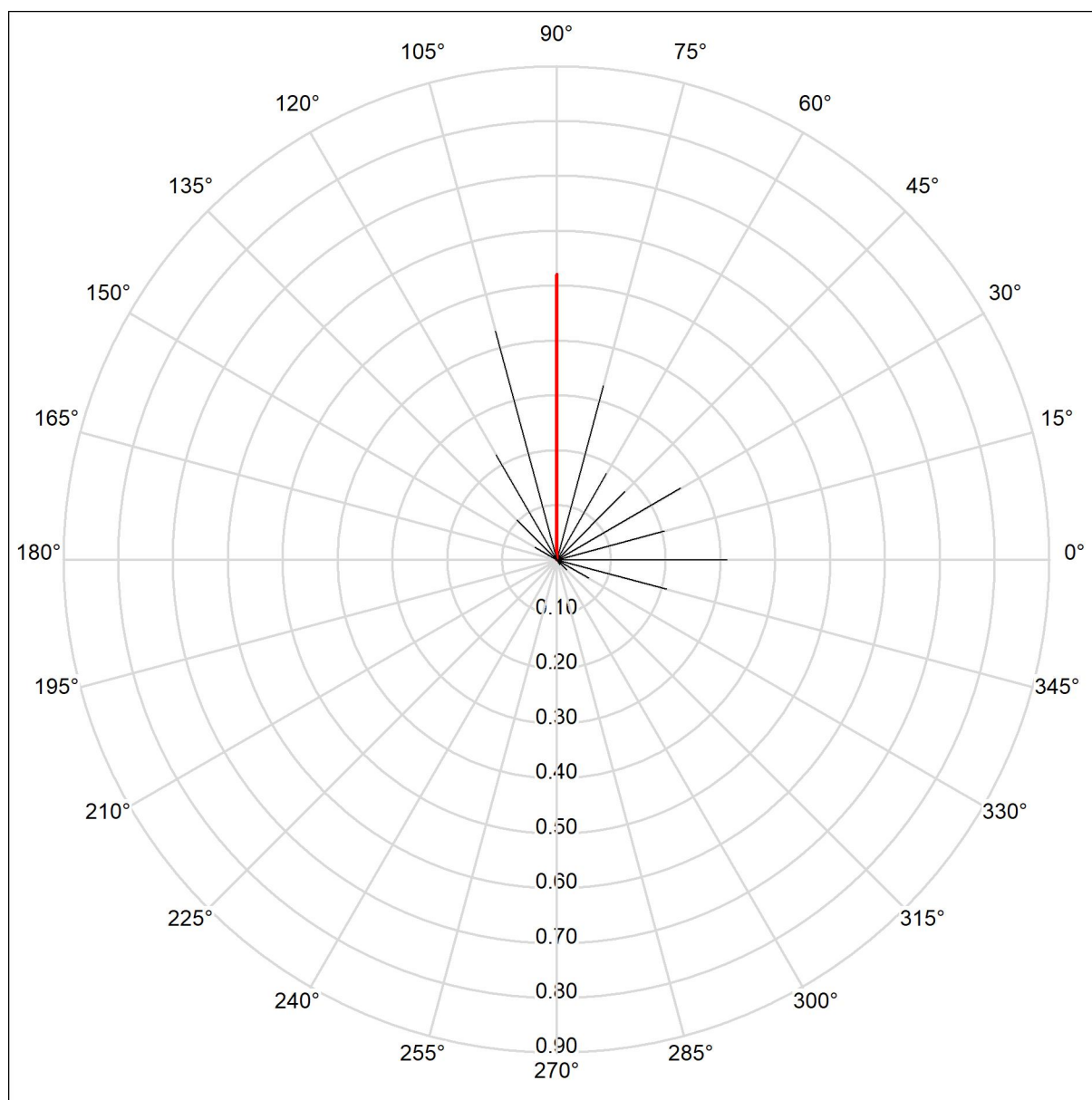
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 7 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:

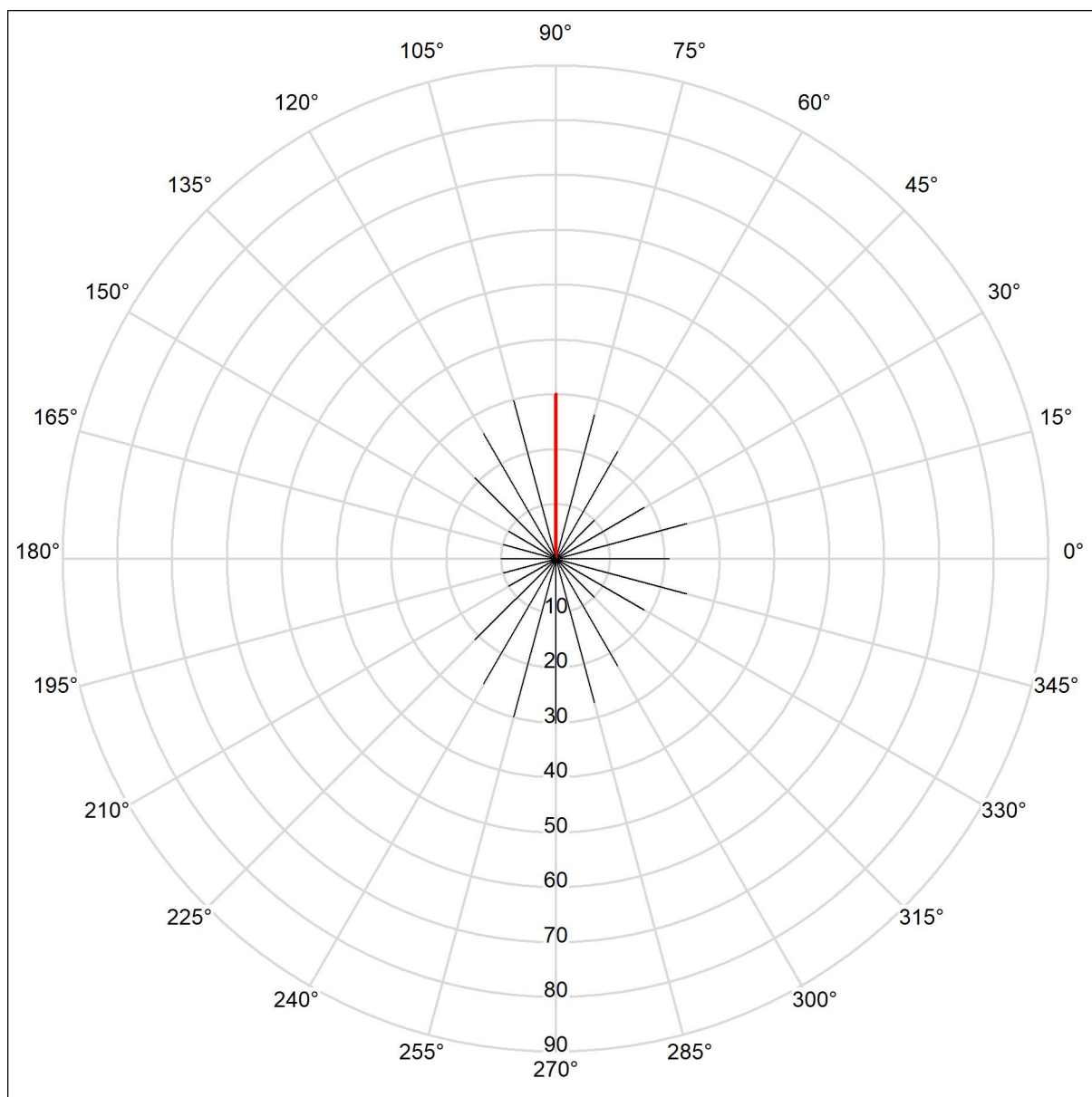


Posición: (0.000 m, 2.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.52 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

**Escena exterior 1 / Observador GR 8 / Resumen**

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (0.000 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 30

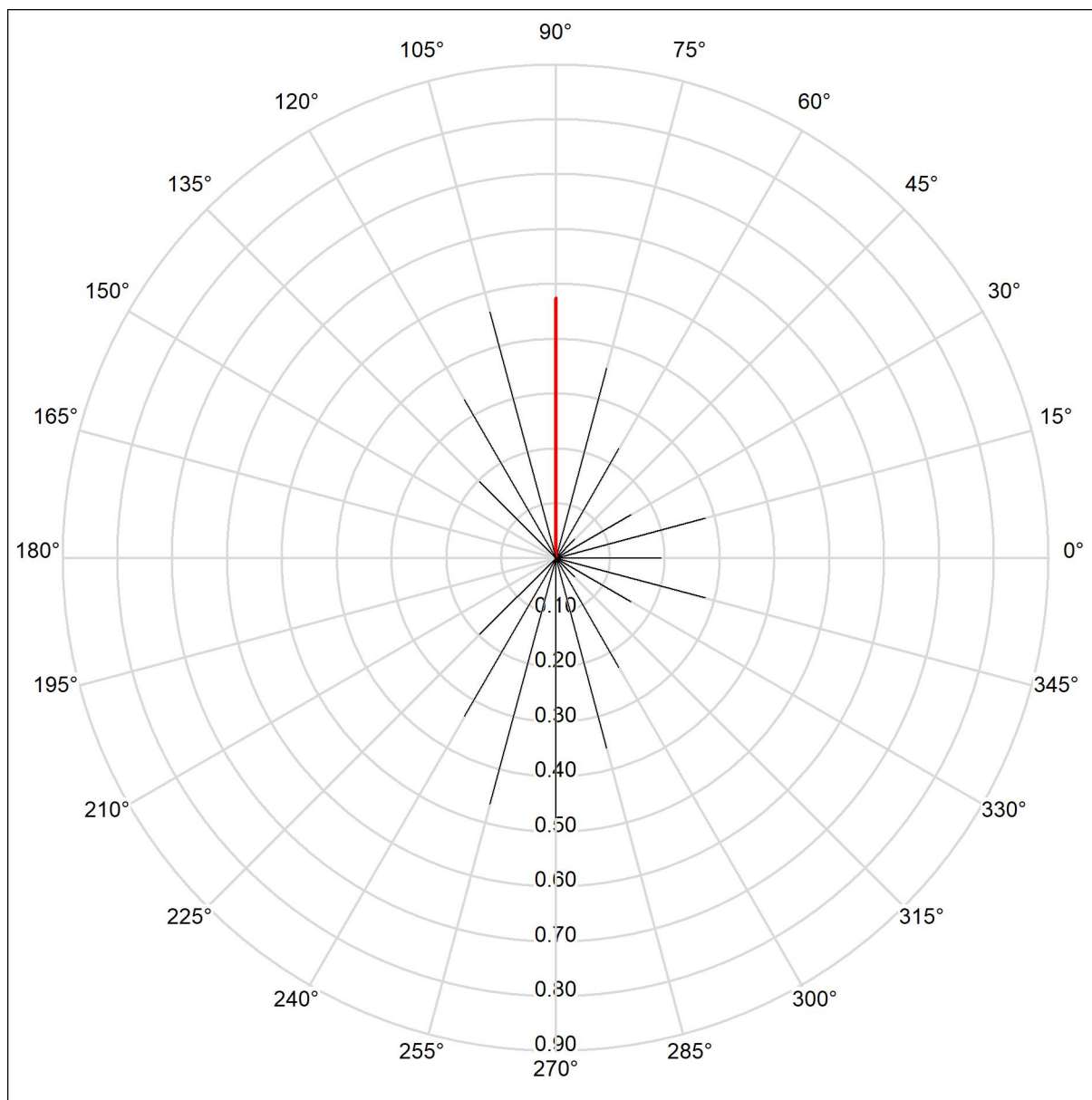
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 8 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (0.000 m, 22.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

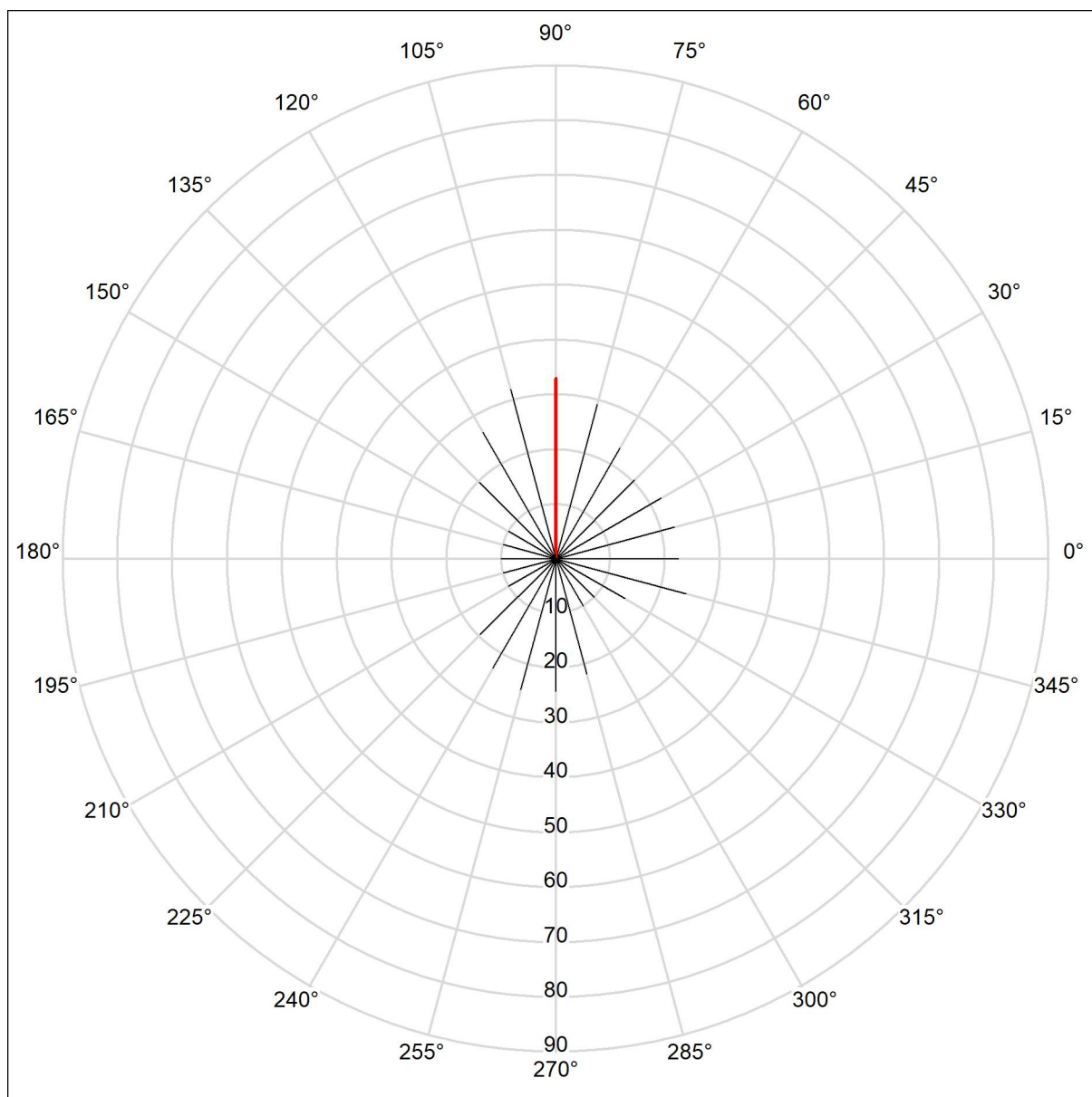
Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.47 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 9 / Resumen

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (0.000 m, 12.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: <10, Max: 33

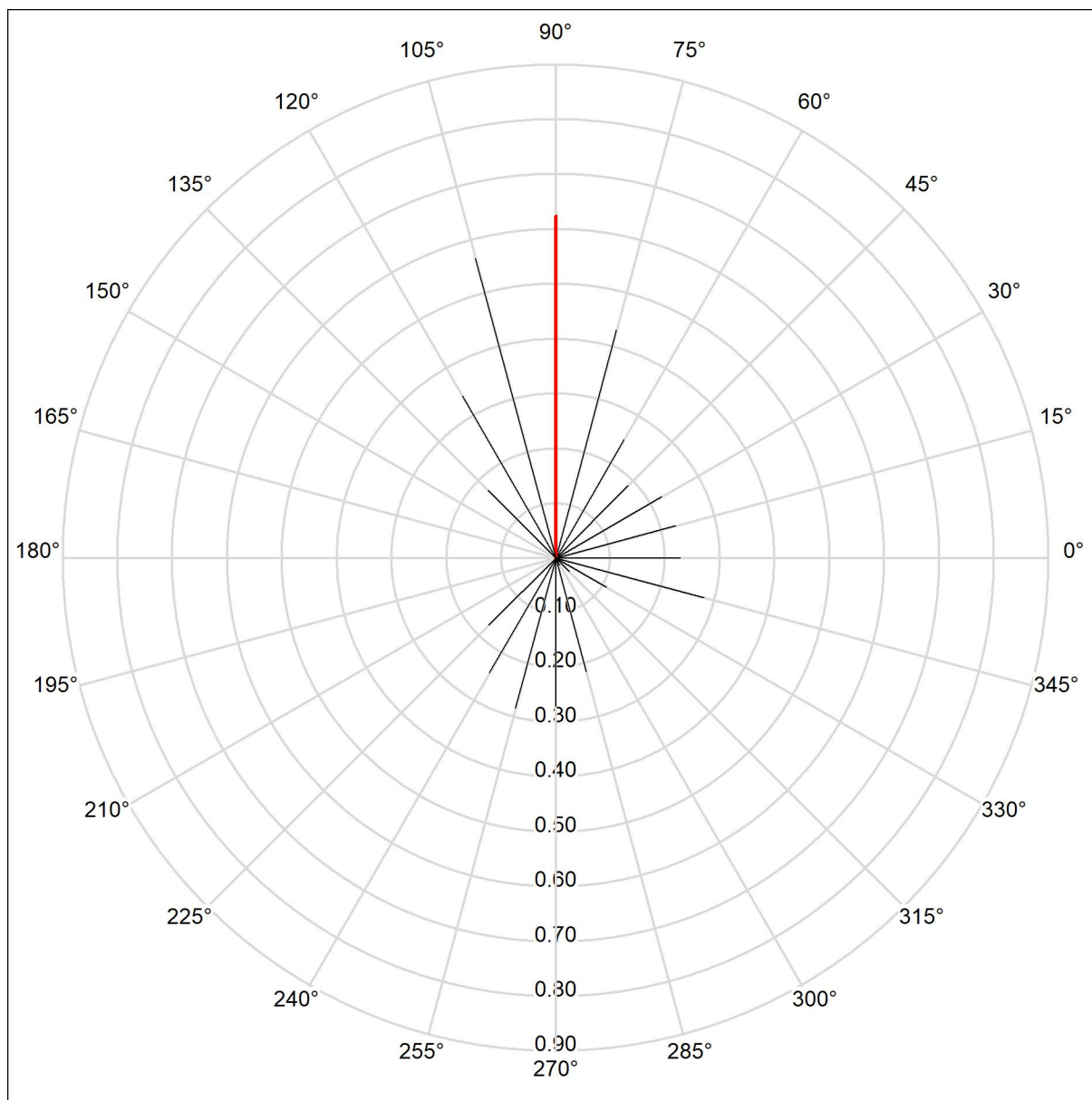
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).



Escuela Naval Militar

Proyecto elaborado por Álvaro Ruesta Montesino
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Observador GR 9 / Luminancias equivalentes al deslumbramiento

Valores en Candela/m²

Situación del observador en la
escena exterior:



Posición: (0.000 m, 12.835 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Luminancia equivalente al deslumbramiento: Min: 0.00 cd/m², Max: 0.62 cd/m²

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).