

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA
Internacional N°8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora
del distrito de Coronel Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú**

PABLO DAVID MENDOZA VERA

TUTOR: Prof. Ing. Pedro Pastor González

Coronel Oviedo - Paraguay

Año 2023



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electricista
 aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la
 Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los
 siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Calificación final: ____ (Números)

_____ (Letras)

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Acta:

Fecha:

Calificación:



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Anastasio Vicente Mendoza Rey y Rosa Vera de Mendoza, por su constante apoyo y aliento en la búsqueda de mis metas. Su amor incondicional y su dedicación han sido pilares fundamentales en mi camino hacia el éxito académico.

También quiero dedicar a mis valiosos hermanos, quienes siempre han estado pendientes de mis progresos y me han brindado el ánimo y la fuerza necesaria para seguir adelante en mis estudios. Su apoyo incondicional y su confianza en mí han sido un motor inspirador en mi trayectoria educativa.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los distinguidos profesores de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú por su excelencia en la enseñanza y su profesionalismo ejemplar. Su dedicación y conocimientos han sido fundamentales para brindarnos una educación de calidad y generar confianza en nuestras habilidades y conocimientos adquiridos.

Además, deseo extender mi gratitud hacia mi orientador, el Profesor Ingeniero Pedro Pastor González, por su invaluable apoyo y por brindarme su tiempo y conocimiento para avanzar en mi proyecto.

También quiero reconocer y agradecer a todos mis compañeros de estudios por los momentos compartidos y el apoyo mutuo durante nuestro recorrido académico. Su compañerismo y colaboración han enriquecido nuestra experiencia educativa y han contribuido a nuestro éxito colectivo.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó el proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional N° 8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel Oviedo.

Para el desarrollo del proyecto recolectó datos georreferenciados de la ruta N°8. Seguidamente, mediante la utilización del software AutoCAD se elaboró un plano de las calzadas para el sistema de iluminación en baja tensión.

Se realizó el cálculo luminotécnico utilizando el software Dialux evo utilizando como referencia la norma CIE 115 - 2010, las luminarias seleccionadas son de tecnología LED para reducir la cantidad de energía consumida y los conductores del tipo preensamblado por la presencia de vegetación en algunos tramos.

Mediante la ejecución de este proyecto se lograría una mayor seguridad para los automovilistas y motociclistas que utilizan la ruta en horario nocturno gracias a la mejora en los niveles de iluminación que ayuda a la agudeza visual y a la eficiencia de las funciones oculares.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT

In the present work, the project was designed for the lighting system of International Route No. 8 from ITAPUA Avenue to the La Pastora detour in the district of Coronel Oviedo.

For the development of the project, geo-referenced data of Route 8 was collected. Then, using AutoCAD software, a plan of the roadways for the low voltage lighting system was drawn up.

The lighting calculation was made using the Dialux evo software, using the CIE 115 - 2010 standard as a reference. The selected luminaires are LED technology to reduce the amount of energy consumed and the conductors are of the pre-assembled type due to the presence of vegetation in some sections.

The implementation of this project will improve safety for motorists and motorcyclists who use the road at night thanks to the improved lighting levels that help visual acuity and eye function efficiency.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	2
SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PÚBLICA.....	2
1. Relevamiento de datos de Campo	2
1.1. Ubicación del proyecto de iluminación.....	2
1.2. Condición actual del sistema de iluminación.....	3
2. Criterios técnicos sobre iluminación vial.....	3
2.1. Norma de referencia	3
2.2. Especificaciones técnicas de luminarias led para alumbrado público.....	4
2.3. Especificaciones técnicas de brazos para artefactos de alumbrado público.....	5
3. Cálculo y diseño luminotécnico de iluminación vial	6
3.1. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble e intersección	7
3.1.1. Dimensionamiento de componentes fotovoltaicos	9
3.2. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble	9
3.3. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple	12
3.4. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación	14
4. Diseño y dimensionamiento eléctrico	17
4.1. Dimensionamiento del transformador TR-01	17
4.1.1. Dimensionamiento de conductores para TR-01	17
4.1.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-01	18
4.2. Dimensionamiento del transformador TR-02	18
4.2.1. Dimensionamiento de conductores para TR-02.....	18
4.2.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-02.....	18



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

4.3.	Dimensionamiento del transformador TR-03	19
4.3.1.	Dimensionamiento de conductores para TR-03.....	19
4.3.2.	Dimensionamiento de protecciones para TR-03.....	19
4.4.	Dimensionamiento del transformador TR-04	20
4.4.1.	Dimensionamiento de conductores para TR-04.....	20
4.4.2.	Dimensionamiento de protecciones para TR-04.....	20
5.	Presupuesto del proyecto de iluminación.....	21
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		23
BIBLIOGRAFÍA.....		24
ANEXOS		1
ANEXO 1.....		1
	Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble.....	1
	Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple	4
	Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación	6
ANEXO 2.....		9
	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	9
ANEXO 3.....		17
	Método de cálculo por caída de tensión	17
	Dimensionamiento de Conductores para TR-01 según criterio de caída de tensión	18
	Dimensionamiento de Conductores para TR-02 según criterio de caída de tensión	20
	Dimensionamiento de Conductores para TR-03 según criterio de caída de tensión	22



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Dimensionamiento de Conductores para TR-04 según criterio de caída de tensión	24
ANEXO 4	25
Estructuras de Baja Tensión	25
Estructura APH°S 1 LED	25
Estructura APH°S 3 LED	26
Estructura LPAH1	27
Estructura LPAH5	27
Estructura LPAH6	28
ANEXO 5	29
Presupuesto de estructuras proyectadas	29
ANEXO 6	31
Plano en AutoCAD del proyecto	31



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto de iluminación.	2
Figura 2. Brazo Tipo 3 para alumbrados públicos según EE.TT. 07.61.19 [5].....	6
Figura 3. Alumbrado Público LED utilizado en la simulación.....	7
Figura 4. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada doble e intersección.....	8
Figura 5. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada doble.....	11
Figura 6. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada simple.....	14
Figura 7. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada y alta densidad de vegetación.....	16
Figura 8. Vista del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.	2
Figura 9. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.	3
Figura 10. Vista 3 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.	3
Figura 11. Vista aérea del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.	4
Figura 12. Vista 1 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple.....	5
Figura 13. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple....	6
Figura 14. Vista del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación.....	7
Figura 15. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación.....	8
Figura 16. Disposición del Puesto de Distribución.....	17
Figura 17. Alumbrado público en poste de hormigón armado	26
Figura 18. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH1	27
Figura 19. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH5	27
Figura 20. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH6	28



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de iluminación para tráfico motorizado según CIE 115 - 2010 [1].....	3
Tabla 2. Selección de parámetros para iluminación clase M.....	4
Tabla 3. Ahorro comparando tecnología LED con Vapor de Sodio	5
Tabla 4. Cálculo para calzada clase M2.....	8
Tabla 5. Cálculo para calzada clase M2.....	10
Tabla 6. Cálculo para calzada clase M3.....	12
Tabla 7. Cálculo para calzada clase M4.....	14
Tabla 8. Costo total del proyecto de iluminación	21
Tabla 9. Resumen de costo de materiales	21
Tabla 10. Resumen de resultados luminotécnicos	22

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

INTRODUCCIÓN

La municipalidad de Coronel Oviedo ha solicitado a la Facultad de Ciencias y Tecnologías mediante una nota la elaboración de un sistema de iluminación de la ruta N° 8, en el tramo comprendido entre la calle Itapuá hasta el desvío a la ciudad de La Pastora del distrito de Coronel Oviedo, para reducir las cantidades de accidentes ocurrido en la zona. Para atender este pedido, el presente proyecto de fin de grado tiene como objetivo la elaboración del proyecto de la Iluminación del tramo mencionado.

C. Portillo y J. Barberán [1] elaboraron el diseño de un sistema de suministro de energía eléctrica y un sistema de iluminación pública para el proyecto de las ampliaciones de las rutas PY-02 y PY-08 de la ciudad de Coronel Oviedo para mejorar la seguridad de tránsito vehicular como peatonal, además, generar un mayor atractivo turístico o de futuras inversiones en el área.

Con la realización del presente proyecto de fin de grado se contará con un proyecto del sistema de iluminación acorde a estándares actuales lo que permitirá una mayor visibilidad y confiabilidad a los conductores que podría reducir las cantidades de accidentes que ocurren en horas de la noche.

Las luminarias a ser utilizadas son del tipo LED ya que es la mejor alternativa para la reducción de consumo de energía eléctrica de un sistema de alumbrado público [2]. La norma utilizada para el diseño luminotécnico es la CIE 115 2010, según esta norma la ruta N° 8 pertenece a la clase M lo que permite velocidades de conducción medias a altas y están destinadas a conductores de vehículos motorizados [3]. Los valores de luminancia y uniformidad utilizados como referencia pueden ser encontrados en la Tabla E.2 de la norma mencionada.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

METODOLOGÍA

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PÚBLICA

1. Relevamiento de datos de Campo

1.1. Ubicación del proyecto de iluminación

El tramo que nos ocupa tiene una longitud de 7 KM (Figura 1), con 7.5 m de ancho de calzada, un carril de circulación en cada lado, banquetas de 1.5 m a cada lado y posee una franja de dominio de 50 m en ambos lados. A lo largo del mismo existen dos líneas de media tensión en paralelo que parte de la subestación de la Ciudad de Carayaó, CYO-1 se encuentra lado Oeste de la ruta y CYO-4 lado Este de la ruta, ambas líneas están desconectados a 100 metros del desvío Takua Kora, el resto de las líneas que llega a la ciudad de Coronel Oviedo están alimentada por COV-2 de la subestación de Coronel Oviedo.



Figura 1. Ubicación del proyecto de iluminación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

1.2. Condición actual del sistema de iluminación

Según un recorrido nocturno realizado se pudo constatar que el tramo de ruta no posee un sistema de iluminación adecuado, de acuerdo a las mediciones realizadas durante el trayecto, la iluminancia media en lugares donde existen alumbrado que tiene una longitud de 2 km. es de 11 Lux y en el resto del trayecto la iluminancia media es 0 Lux debido a la falta de iluminación.

Se ha realizado un relevamiento del sistema de iluminación actual del tramo, encontrándose 37 equipos de alumbrado público que están ubicados a 9 m. del centro de la ruta y 16 equipos ubicados a 45 m. aproximada del eje de la ruta la ruta frente al lindero de las viviendas de la zona. Estos alumbrados son del tipo cerrado con lámpara de vapor de sodio de 400 W de potencia.

2. Criterios técnicos sobre iluminación vial

2.1. Norma de referencia

Para efecto de este proyecto de iluminación se utiliza las tablas 1 y 2 de la norma CIE 115 - 2010 "LIGHTING OF ROADS FOR MOTOR AND PEDESTRIAN TRAFFIC" [3].

Tabla 1. Clases de iluminación para tráfico motorizado según CIE 115 - 2010 [1]

Clase de iluminación	Luminancia de la ruta				Umbral de incremento f_{TI} en %	Ratio de proximidad R_s
	Seco			Húmedo		
	Cd/m^2	U_0	U_1	U_0		
M1	2	0,4	0,7	0,15	10	0,5
M2	1,5	0,4	0,7	0,15	10	0,5
M3	1	0,4	0,6	0,15	15	0,5
M4	0,75	0,4	0,6	0,15	15	0,5
M5	0,5	0,35	0,4	0,15	15	0,5
M6	0,3	0,35	0,4	0,15	20	0,5

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Tabla 2. Selección de parámetros para iluminación clase M

Parámetro	Opción	Valor Vw
Velocidad	Muy alto	1
	Alto	0,5
	Moderado	0
Volumen de trafico	Muy alto	1
	Alto	0,5
	Moderado	0
	Bajo	-0,5
	Muy bajo	-1
Composición del trafico	Mezcla con alto porcentaje de no motorizado	2
	Mezcla	1
	Solo motorizado	0
Separación de calzadas	No	1
	Sí	0
Densidad de intersección	Alto	1
	Moderado	0
Vehículos estacionados	Presente	0,5
	No Presente	0
Luminancia ambiental	Alto	1
	Moderado	0
	Bajo	-1
Señalizaciones	Pobre	0,5
	Moderado o bueno	0

2.2. Especificaciones técnicas de luminarias led para alumbrado público

Las luminarias a ser utilizadas son del tipo LED ya que es la mejor alternativa para la reducción de consumo de energía eléctrica de un sistema de alumbrado público y su índice de reproducción cromática (IRC).

El ahorro de consumo de energía comparado con luminarias de vapor de sodio se demuestra en la Tabla 3.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Tabla 3. Ahorro comparando tecnología LED con Vapor de Sodio

Cantidad	Pot. Vapor de Sodio (W)	Pot. LED (W)	Ahorro (W)
33	400W*33 = 13.200 W	100W*33=3300W	9.900
200	400W*270= 108.000 W	150W*200=30.000W	78.000
Total ahorrado (W)			87.900

Con la utilización de luminarias LED se ahorran 87.900 W, lo que se traduce en un monto ahorrado de 11.484.399 Gs. Mensuales (estimando que las luminarias estarán funcionando 10 horas al día, los 30 días del mes y con un costo de energía de 435,51 Gs./kWh)

Condiciones de instalación:

Según “Especificaciones técnicas de la ANDE EE.TT. 07.30.32 - LUMINARIA LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO” [4] las Luminarias son instaladas a la intemperie, en diferentes tipos de brazos o pescantes de columna mencionados en las EE.TT. en el ítem 2.5, en posición horizontal con ángulos fijos de 0°, 5°, 10° y 15°, en conjunto con líneas de distribución secundaria o individuales en postes de alumbrado público de la ANDE.

2.3. Especificaciones técnicas de brazos para artefactos de alumbrado público

Para obtener una mayor altura de punto de luz se utiliza el brazo Tipo 3 para alumbrados públicos según “Especificaciones Técnicas de la ANDE EE.TT. 07.61.19 - Brazos para artefactos de alumbrado público” [5]. Y para el tramo con alta densidad de vegetación se adoptaron brazos de Tipo 1.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

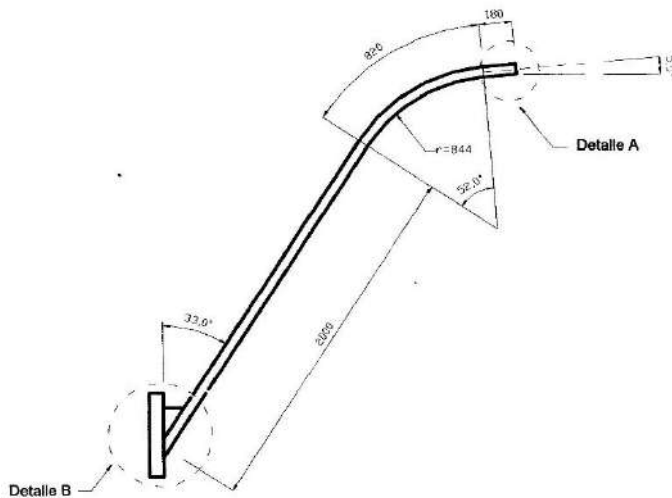


Figura 2. Brazo Tipo 3 para alumbrados públicos según EE.TT. 07.61.19 [5].

3. Cálculo y diseño luminotécnico de iluminación vial

En esta fase se elabora los cálculos de la iluminación mediante el Software Dialux según la geografía de la ruta. Se efectuarán cálculos de Iluminancia y uniformidad para el sistema de iluminación vial, con la finalidad de determinar las disposiciones y cantidad de luminarias teniendo en cuenta la Norma CIE 115 de iluminación vial.

Se eligieron para la simulación luminarias del Tipo Alumbrado Público LED según la norma “EE.TT. 07.30.32 - Rev. 3 - Luminaria LED para AP” [4] con potencias de 100 y 150 watts, seguidamente se detallan sus características técnicas:

- **Material del cuerpo:** Aluminio inyectado.
- **Equipo:** Módulo LED integrado y driver Integrado.
- **Grado de protección:** IP66.
- **IRC:** >75 IK:09.
- **Vida útil:** 50000 horas.
- **Clase energética:** A+.
- **Protección contra impacto:** IK09.
- **Temperatura de color:** 4000 K.

Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional N°8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023



Figura 3. Alumbrado Público LED utilizado en la simulación.

La cantidad y características de luminarias necesarias según la simulación para cumplir lo establecido según la norma adoptada se indican en la siguiente tabla.

Unidades	Nombre	Potencia	Flujo luminoso	Rendimiento lumínico
70	Luxacril Alcon 100W	100 W	11514 lm	115.1 lm/W
200	Luxacril Alcon 150W	150 W	17271 lm	115.1 lm/W

La potencia total consumida por las luminarias es de 37000 W y el rendimiento lumínico es de 115.1 lm/W.

3.1. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble e intersección

La disposición de las luminarias en este tramo de la ruta es doble axial debido a la doble calzada con mediana, el poste se coloca en el centro de la misma con dos brazos AP tipo 3 para que bifurque en dos luminarias, de forma que cada una de ellas ilumine uno de los lados, se elige la disposición de doble brazo por su buena orientación visual, ventajas constructivas y su simplicidad de instalación. Además, se proyecta que las luminarias LED sean alimentadas por una fuente fotovoltaica solar para tener iluminada la vía aun con la ausencia de energía de la red de distribución.

Se calcula la clase M según tabla 1 de la CIE 115 teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Tabla 4. Cálculo para calzada clase M2

Parámetro	Opción	Valor V_w
Velocidad	Alto	0,5
Volumen de trafico	Muy Alto	1
Composición de trafico	Mezcla	1
Separación de calzadas	Si	0
Densidad de intersección	Moderado	0
Vehículos estacionados	No Presente	0
Luminancia ambiental	Alto	1
Señalizaciones	Pobre	0,5
	Sumatoria de valores V_w	4
	$M=6 - \text{Sumatoria } V_w$	M2

Propiedades	\emptyset	min	máx	g_1	g_2	Índice
Doble Calzada con interseccion Densidad lumínica Altura: -0.200 m	1.54 cd/m ²	0.60 cd/m ²	3.05 cd/m ²	0.39	0.20	RS2

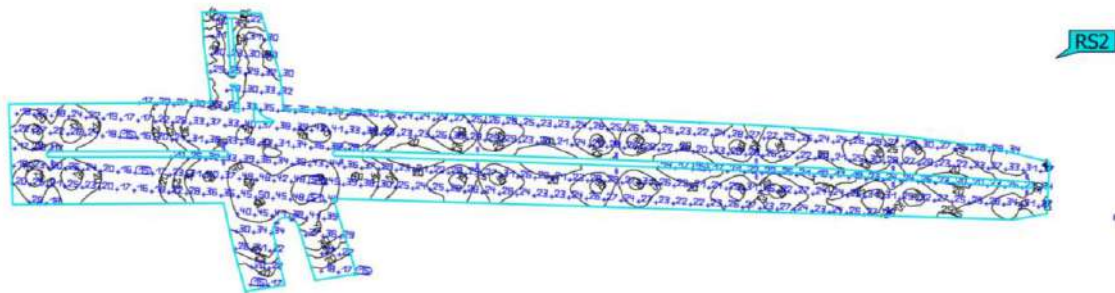


Figura 4. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada doble e intersección.

Se obtiene una luminancia media de 1,54 cd/m² que está dentro del rango permitido para rutas del tipo M2 ($\geq 1,5 \text{ cd/m}^2$) verificándose así el correcto diseño del sistema de iluminación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

3.1.1. Dimensionamiento de componentes fotovoltaicos

Se utilizó el software PVsyst para dimensionar los paneles solares, controladores y baterías. Se precisan de 2 paneles de 250 Wp para alimentar 2 luminarias LED de 100 watts por 10 horas, en los siguientes cuadros se detallan los resultados obtenidos.

Resumen del proyecto		
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Cerrito Ruguá	Latitud -25.43 °S	Albedo 0.20
Paraguay	Longitud -56.44 °W	
	Altitud 153 m	
	Zona horaria UTC-4	
Datos meteo		
Cerrito Ruguá		
Meteonorm 8.1 (2006-2015), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema		
Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	Necesidades del usuario	
Plano fijo	Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azimut 30 / 0 °	Constante durante el año	
	Promedio 2.0 kWh/Día	
Información del sistema	Paquete de baterías	
Generador FV	Tecnología Plomo-ácido, ventilado, tubular	
Núm. de módulos 2 unidades	Núm. de unidades 6 unidades	
Pnom total 500 Wp	Voltaje 12 V	
	Capacidad 400 Ah	

Resumen de resultados			
Energía solar utilizable 709.99 kWh/año	Producción específica 1420 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 70.14 %	
Energía faltante 20.01 kWh/año	Energía solar disponible 807.77 kWh/año	Fracción solar (SF) 97.26 %	
Exceso (sin usar) 28.76 kWh/año			

3.2. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble

La disposición de las luminarias en este tramo de la ruta es doble axial debido a la doble calzada con mediana, el poste se coloca en el centro de la misma con dos brazos AP tipo 3 para que bifurque en dos luminarias, de forma que cada una de ellas ilumine uno de los lados.

Se calcula la clase M según tabla 1 de la CIE 115 teniendo en cuenta los siguientes parámetros de la Tabla 5.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Tabla 5. Cálculo para calzada clase M2

Parámetro	Opción	Valor V_w
Velocidad	Alto	0,5
Volumen de trafico	Muy Alto	1
Composición de trafico	Mezcla	1
Separación de calzadas	Si	0
Densidad de intersección	Moderado	0
Vehículos estacionados	No Presente	0
Luminancia ambiental	Alto	1
Señalizaciones	Pobre	0,5
	Sumatoria de valores V_w	4
	$M=6 - \text{Sumatoria } V_w$	M2

En las siguientes tablas se detallan las características técnicas.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M2)	L_m	1.55 cd/m ²	$\geq 1.50 \text{ cd/m}^2$	✓
	U_o	0.63	≥ 0.40	✓
	U_l	0.86	≥ 0.70	✓
	TI	7 %	$\leq 10 \%$	✓
	R_{EI}	0.80	≥ 0.35	✓

Se obtiene una luminancia media de 1,55 cd/m² y una uniformidad de 0.63, los valores anteriores están dentro del rango permitido para rutas del tipo M2 ($\geq 1,5 \text{ cd/m}^2$) verificándose así el correcto diseño del sistema de iluminación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Distancia entre mástiles	24.000 m
(1) Altura de punto de luz	10.000 m
(2) Saliente del punto de luz	1.000 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	0.736 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 200.0 W
Vatios / recorrido	8400.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 716 cd/klm ≥ 80°: 637 cd/klm ≥ 90°: 16.9 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	-
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.67

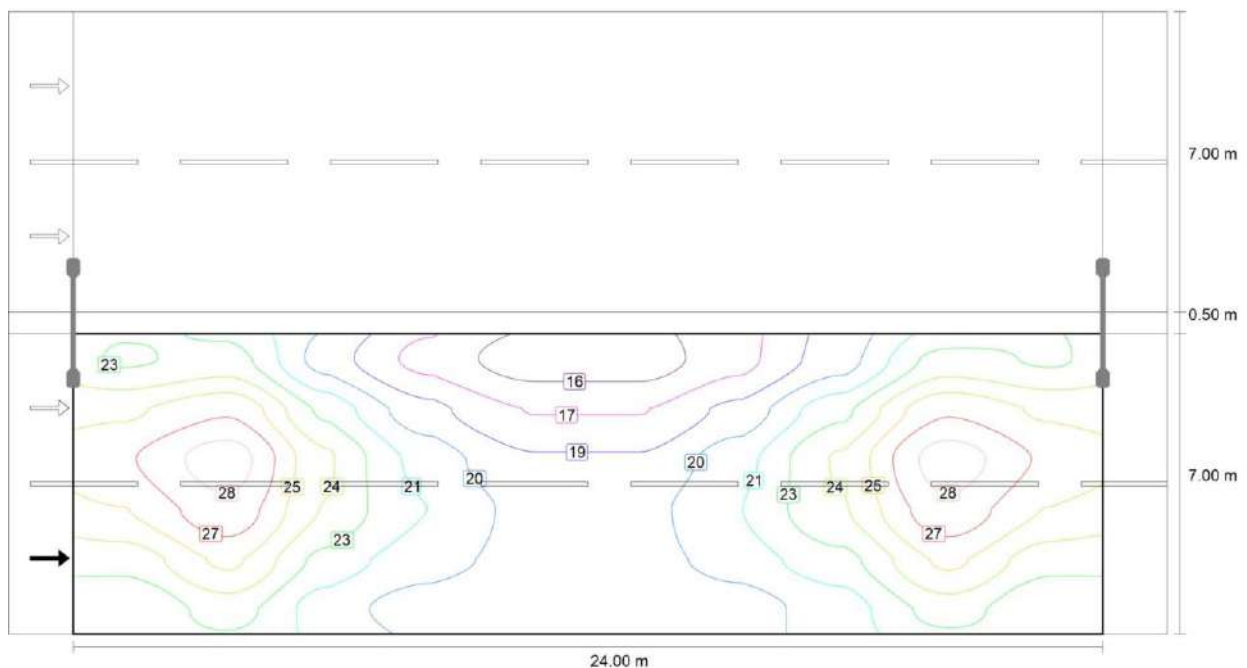
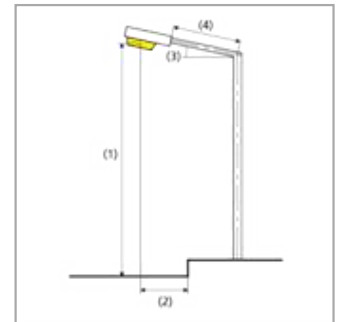


Figura 5. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada doble.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

3.3. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple

Las luminarias se disponen en uno de los márgenes de la vía, con lo que una sola calzada queda mucho más iluminada que la otra, se opta por esta disposición por ser una opción muy económica. Se calcula la clase M según tabla 1 de la CIE 115 teniendo en cuenta los siguientes parámetros de la Tabla 6:

Tabla 6. Cálculo para calzada clase M3

Parámetro	Opción	Valor V_w
Velocidad	Muy Alto	1
Volumen de trafico	Alto	0,5
Composición de trafico	Mezcla	1
Separación de calzadas	No	1
Densidad de intersección	Moderado	0
Vehículos estacionados	No Presente	0
Luminancia ambiental	Bajo	-1
Señalizaciones	Pobre	0,5
	Sumatoria de valores V_w	3
	$M=6 - \text{Sumatoria } V_w$	M3

En las siguientes tablas se detallan las características técnicas.

Calzada 1 (M3)	L_m	1.85 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_i	0.80	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	$R_E^{(1)}$	0.41	-	

Se obtiene una luminancia media de 1,85 cd/m² y una uniformidad de 0.64, los valores anteriores están dentro del rango permitido para rutas del tipo M3 (≥1,0 cd/m²) verificándose así el correcto diseño del sistema de iluminación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Se verifica que la Altura de punto de luz sea la correcta utilizando la siguiente condición:

$$A/H < 1$$

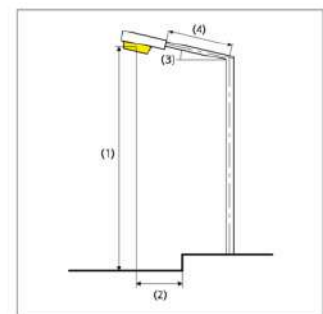
$$\frac{7.5}{10} = 0,75 < 1$$

Donde:

A: Ancho de la calzada.

H: Altura de punto de luz.

Distancia entre mástiles	30.000 m
(1) Altura de punto de luz	10.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	1.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 150.0 W
Vatios / recorrido	4950.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 716 cd/klm ≥ 80°: 637 cd/klm ≥ 90°: 16.9 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	-
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.80



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

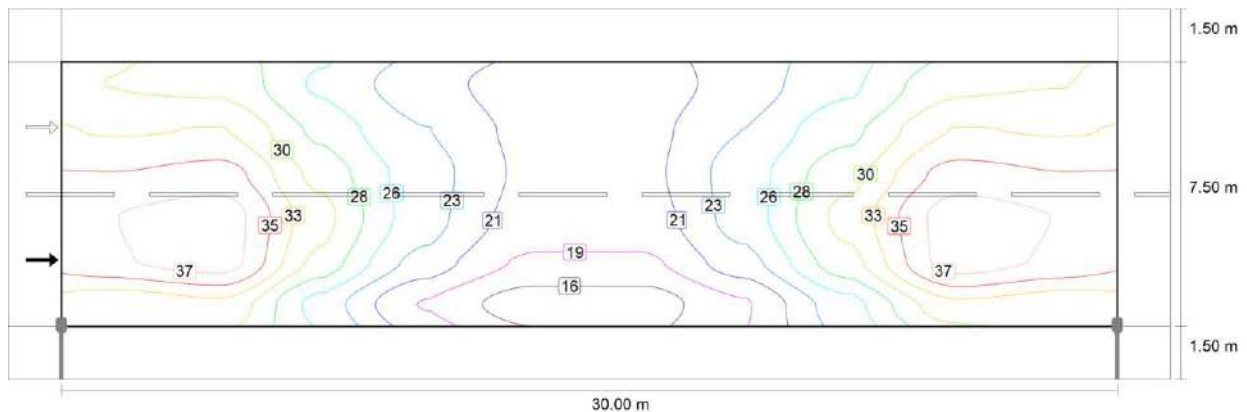


Figura 6. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada simple.

3.4. Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación

Las luminarias se disponen en uno de los márgenes de la vía, se reduce la altura de punto de luz a 8 metros debido a la presencia de vegetación, se opta por esta disposición unilateral por ser una opción muy económica. Se calcula la clase M según tabla 1 de la CIE 115 teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 7. Cálculo para calzada clase M4

Parámetro	Opción	Valor V_w
Velocidad	Moderado	0
Volumen de trafico	Alto	0,5
Composición de trafico	Mezcla	1
Separación de calzadas	No	1
Densidad de intersección	Moderado	0
Vehículos estacionados	No Presente	0
Luminancia ambiental	Bajo	-1
Señalizaciones	Pobre	0,5
	Sumatoria de valores V_w	2
	$M=6 - \text{Sumatoria } V_w$	M4

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

En las siguientes tablas se detallan las características técnicas.

Calzada 1 (M4)	L_m	1.74 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_o	0.59	≥ 0.40	✓
	U_i	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	$R_{E1}^{(1)}$	0.36	-	

Se obtiene una luminancia media de 1,74 cd/m² y una uniformidad de 0.59, los valores anteriores están dentro del rango permitido para rutas del tipo M4 ($\geq 0,75$ cd/m²) verificándose así el correcto diseño del sistema de iluminación.

Se verifica que la Altura de punto de luz sea la correcta utilizando la siguiente condición:

$$A/H < 1$$

$$\frac{7.5}{8} = 0,93 < 1$$

Donde:

A: Ancho de la calzada.

H: Altura de punto de luz.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	1.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 100.0 W
Vatios / recorrido	4000.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad luminica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 716 cd/klm ≥ 80°: 637 cd/klm ≥ 90°: 16.9 cd/klm
Clase de potencia luminica Los valores de intensidad luminica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia luminica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	-
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.80

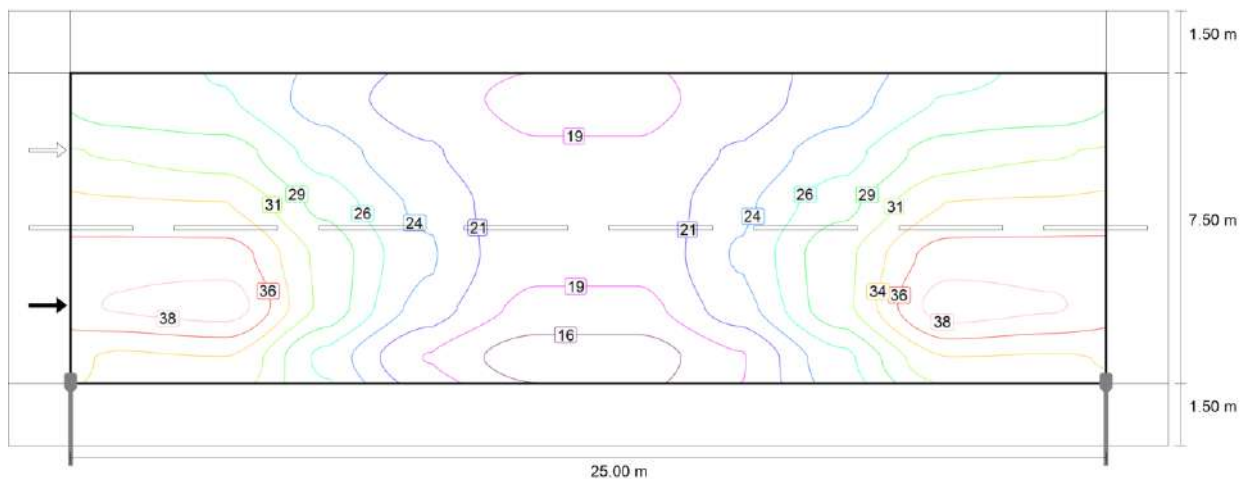
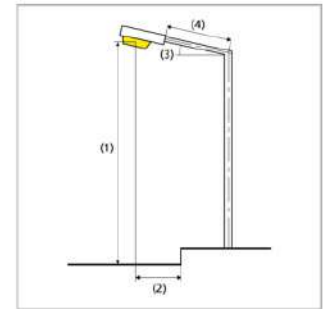


Figura 7. Valor de iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux) para tramo con calzada y alta densidad de vegetación.

4. Diseño y dimensionamiento eléctrico

En esta etapa se realiza el diseño de la alimentación de los artefactos según conveniencia al lugar donde están ubicados y realizar los cálculos necesarios para el dimensionamiento del suministro de la energía a los mismos.

Según los cálculos luminotécnicos realizados en DIALux la potencia total consumida por las luminarias es de 33300 W y el rendimiento lumínico es de 115.1 lm/W. Esta potencia es distribuida y alimentada por 4 transformadores monofásicos, seguidamente se presentan los cálculos para cada transformador.

4.1. Dimensionamiento del transformador TR-01

Se procede a realizar el cálculo para hallar la potencia del transformador.

La potencia total se calculó con la suma aritmética de las potencias de cada luminaria y se usa el factor de potencia proveída por el fabricante del artefacto. Dicho cálculo se verá abajo.

$$\sum \text{Potencia de luminarias.}$$

La potencia total instalada del proyecto es de: **8900 W**.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{8900 \text{ W}}{0,96} = 9,271 \text{ kVA}$$

Hecho el cálculo obtenemos que la potencia aparente de la instalación general es de 9,27 kVA. Como en el mercado no existe un transformador de dicha potencia se adopta uno que es el superior más cercano, que es de **10 kVA**.

4.1.1. Dimensionamiento de conductores para TR-01

La corriente nominal de carga "Ic" de la instalación es de 42 A.

Se adopta un conductor preensamblado de 2x35 mm² con una corriente de 142 A, teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión cuyo cálculo se detalla en el ANEXO 3.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

4.1.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-01

La corriente nominal de carga “I_c” de la instalación en baja tensión es de 42 A.

Se adopta como medio de protección elementos fusibles tipo NH para el lado de baja tensión de 50 Amperes.

Se procede a comprobar el criterio de corriente admisible.

$$I_C < I_P < I_{adm}$$
$$42 A < 50 A < 142 A$$

4.2. Dimensionamiento del transformador TR-02

Se procede a realizar el cálculo para hallar la potencia del transformador.

La potencia total se calculó con la suma aritmética de las potencias de cada luminaria y se usa el factor de potencia proveída por el fabricante del artefacto. Dicho cálculo se verá abajo.

$$\sum \text{Potencia de luminarias.}$$

La potencia total instalada del proyecto es de: **9700 W**.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{9700 W}{0,96} = 10,104 kVA$$

Hecho el cálculo obtenemos que la potencia aparente de la instalación general es de 10,1 kVA. Como en el mercado no existe un transformador de dicha potencia se adopta uno que es el superior más cercano, que es de **15 kVA**.

4.2.1. Dimensionamiento de conductores para TR-02

La corriente nominal de carga “I_c” de la instalación es de 46 A.

Se adopta un conductor preensamblado de 2x35 mm² con una corriente de 142 A, teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión cuyo cálculo se detalla en el ANEXO 3.

4.2.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-02

La corriente nominal de carga “I_c” de la instalación en baja tensión es de 46 A.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Se adopta como medio de protección elementos fusibles tipo NH para el lado de baja tensión de 50 Amperes.

Se procede a comprobar el criterio de corriente admisible.

$$I_C < I_P < I_{adm}$$
$$46 A < 50 A < 142 A$$

4.3. Dimensionamiento del transformador TR-03

Se procede a realizar el cálculo para hallar la potencia del transformador.

La potencia total se calculó con la suma aritmética de las potencias de cada luminaria y se usa el factor de potencia proveída por el fabricante del artefacto. Dicho cálculo se verá abajo.

$$\sum \text{Potencia de luminarias.}$$

La potencia total instalada del proyecto es de: **8900 W**.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{8900 W}{0,96} = 9,271 kVA$$

Hecho el cálculo obtenemos que la potencia aparente de la instalación general es de 9,27 kVA. Como en el mercado no existe un transformador de dicha potencia se adopta uno que es el superior más cercano, que es de **10 kVA**.

4.3.1. Dimensionamiento de conductores para TR-03

La corriente nominal de carga "Ic" de la instalación es de 42 A.

Se adopta un conductor preensamblado de 2x35 mm² con una corriente de 142 A, teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión cuyo cálculo se detalla en el ANEXO 3.

4.3.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-03

La corriente nominal de carga "Ic" de la instalación en baja tensión es de 42 A.

Se adopta como medio de protección elementos fusibles tipo NH para el lado de baja tensión de 50 Amperes.

Se procede a comprobar el criterio de corriente admisible.

$$I_C < I_P < I_{adm}$$
$$42 A < 50 A < 142 A$$

4.4. Dimensionamiento del transformador TR-04

Se procede a realizar el cálculo para hallar la potencia del transformador.

La potencia total se calculó con la suma aritmética de las potencias de cada luminaria y se usa el factor de potencia proveída por el fabricante del artefacto. Dicho cálculo se verá abajo.

$$\sum \text{Potencia de luminarias.}$$

La potencia total instalada del proyecto es de: **4950 W**.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{4950 W}{0,96} = 5,156 kVA$$

Hecho el cálculo obtenemos que la potencia aparente de la instalación general es de 5,15 kVA. Como en el mercado no existe un transformador de dicha potencia se adopta uno que es el superior más cercano, que es de **10 kVA**.

4.4.1. Dimensionamiento de conductores para TR-04

La corriente nominal de carga "Ic" de la instalación es de 23 A.

Se adopta un conductor preensamblado de 2x35 mm² con una corriente de 142 A, teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión cuyo cálculo se detalla en el ANEXO 3.

4.4.2. Dimensionamiento de protecciones para TR-04

La corriente nominal de carga "Ic" de la instalación en baja tensión es de 23 A.

Se adopta como medio de protección elementos fusibles tipo NH para el lado de baja tensión de 32 Amperes.

Se procede a comprobar el criterio de corriente admisible.

$$I_C < I_P < I_{adm}$$
$$23 A < 32 A < 142 A$$

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

5. Presupuesto del proyecto de iluminación

En el proyecto de sistema de iluminación diseñado se realizó la estimación de costo de los materiales y mano de obra para la instalación, se detalla el resultado en la Tabla 8.

Tabla 8. Costo total del proyecto de iluminación

Recursos	Costo (Gs.)
Costo de materiales	1.366.572.010
Costo de montaje e instalación	283.800.000
Imprevistos (5%)	82.518.600
Total (Gs.)	1.732.890.610
Total (USD)	238.385

En la Tabla 9 se observa el resumen del costo total de los materiales a ser implementados en el proyecto de iluminación pública, el costo de cada estructura puede visualizarse en el ANEXO 5.

Tabla 9. Resumen de costo de materiales

Cantidad	Descripción	Precio Unit. (Gs.)	Precio Total (Gs.)
258	Columna de Hormigón Armado 9/150 kgf	870.000	224.460.000
33	Artefacto de Iluminación Alcon Led de 100w	1.430.000	47.190.000
37	Artefacto de Iluminación Alcon Led solar de 100w	1.430.000	52.910.000
200	Artefacto de Iluminación Alcon Led de 150w	1.590.000	318.000.000
6765	Cable preensamblado 2x35mm ²	18.500	125.152.500
219	LPAH-1 Línea preensamblado estructura de baja tensión	45.920	10.056.480
8	LPAH-5 Anclaje Terminal	38.920	311.360
3	LPAH-6 Anclaje a paso recta	54.350	163.050
258	MHCR-2 Cimentación reforzada tipo 2 para poste HºAº	69615,6	17.960.825
8	RBSH-1 Rienda de baja tensión simple	141.991	1.135.928
33	APHºS 1C Alumbrado público tipo cerrado en poste de HºAº con brazo tipo 1	1.570.352	51.821.616
200	APHºS 3C Alumbrado público tipo cerrado en poste de HºAº con brazo tipo 3	1.967.203	393.440.600
2	Puesto de distribución 10KVA	5.520.000	11.040.000
2	Puesto de distribución 15KVA	6.495.000	12.990.000
41	Puesta tierra	229.936	9.427.376
25	Sistema solar fotovoltaico	3.620.491	90.512.275
	Precio Total (Gs.)		1.366.572.010

Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional N°8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.

Pablo David Mendoza Vera - 2023

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Son necesarias un total de 270 luminarias LED para iluminar la RUTA Internacional N°8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel Oviedo (tramo de 7 Kilómetros). Se utilizan luminarias LED por que se obtiene un mayor IRC, mayor flujo luminoso y reducción en el consumo de energía.

Según la norma de referencia CIE 115 el tramo de la RUTA Internacional N°8 corresponde a la Clase M (iluminación para tráfico motorizado). Los valores de luminancia adoptados y obtenidos en la simulación en el software Dialux se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen de resultados luminotécnicos

Denominación	Clase M	Valor de referencia de luminancia	Valor obtenido de luminancia
Calzada doble	M2	$\geq 1,5 \text{ cd/m}^2$	$1,55 \text{ cd/m}^2$
Calzada simple	M3	$\geq 1 \text{ cd/m}^2$	1.85 cd/m^2
Calzada simple con vegetación	M4	$\geq 0,75 \text{ cd/m}^2$	$1,76 \text{ cd/m}^2$

Son necesarios 4 transformadores monofásicos para alimentar la cantidad total de luminarias. Los conductores seleccionados son del tipo preensamblado debido a que existen tramos con alta densidad de vegetación.

Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional N°8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.

Pablo David Mendoza Vera - 2023

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con el relevamiento de datos se evidenciaron falencias con respecto a la iluminación de la RUTA N° 8 donde se registró una iluminancia media de 11 lux y mínima de 0 lux debido a la ausencia de luminarias.

Para el proyecto se eligieron luminarias LED de 100 y 150 W de fabricación nacional que tienen un rendimiento de 115.1 lm/W y vida útil de 50.000 horas.

Según el proyecto desarrollado, el sistema de iluminación de la RUTA N° 8 tendría un costo aproximado de 1.732.890.610 Gs, esto incluye: las luminarias LED, los conductores del tipo preensamblado, transformadores, protecciones, montaje, fijación, erección y cimentación de los postes de hormigón armado.

Mediante la implementación del sistema de iluminación se mejorará la seguridad vial al tener valores de iluminancia requeridos para la conducción a velocidades medias y altas de vehículos motorizados según lo establecido en la norma CIE 115 2010.

Recomendaciones

- La realización de una norma técnica para iluminación vial aplicable a nivel nacional.
- La implementación de luminarias con sistema fotovoltaico solar en las intersecciones de ruta.
- La implementación de un sistema tele comandado de las luminarias públicas para el ahorro de la energía.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú.
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. A. Portillo Viana y J. O. Barberán Sanabria, DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA E ILUMINACIÓN PÚBLICA PARA EL PROYECTO DE LAS AMPLIACIONES DE LAS RUTAS PY-02 Y PY-08 EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO DEL DPTO. DE CAAGUAZÚ., Coronel Oviedo: FCyT, 2021.
- [2] A. González y V. Manuel, PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA CONCESIONARIA CLYFSA DE LA CIUDAD DE VILLARRICA., Coronel Oviedo: FCyT, 2018.
- [3] International Commission on Illumination, LIGHTING OF ROADS FOR MOTOR AND PEDESTRIAN TRAFFIC, 2ND EDITION, Viena: CIE, 2010.
- [4] ANDE, Especificaciones técnicas de la ANDE EE.TT. 07.30.32 - LUMINARIA LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO, Asunción, 2022.
- [5] ANDE, Especificaciones técnicas de la ANDE EE.TT. 07.61.19 - Brazos para artefactos de alumbrado publico., Asunción, 2016.



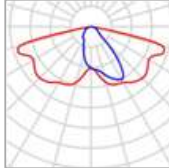
**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

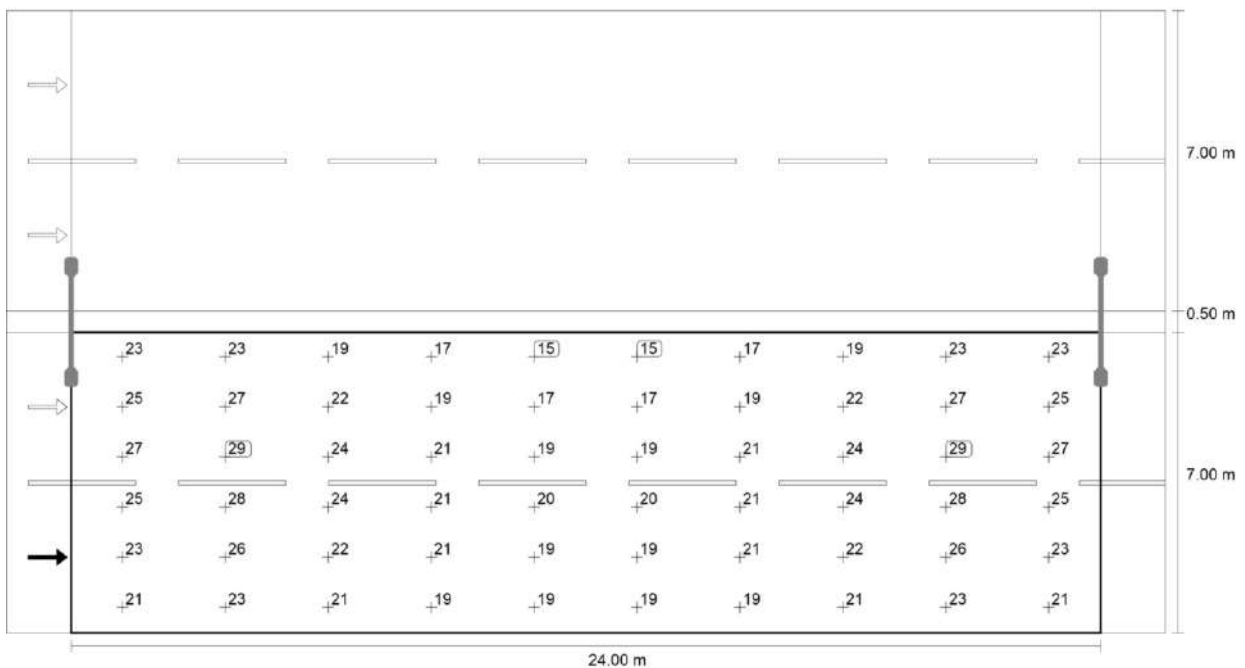
ANEXOS

ANEXO 1

Cálculo luminotécnico para tramo con calzada doble

Luminaria utilizada

			
Fabricante	LUXACRIL	P	100W
Nombre del artículo	ALCON 100W	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	13500 lm
		$\Phi_{\text{Luminaria}}$	11514 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	85.29 %



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

m	1.200	3.600	6.000	8.400	10.800	13.200	15.600	18.000	20.400	22.800
6,417	22,54	23,28	19,41	16,84	15,24	15,24	16,84	19,41	23,28	22,54
5,250	25,19	26,64	22,39	19,08	17,22	17,22	19,08	22,39	26,64	25,19
4,083	26,59	28,85	24,26	20,86	18,82	18,82	20,86	24,26	28,85	26,59
2,917	25,39	27,68	23,97	21,35	19,59	19,59	21,35	23,97	27,68	25,39
1,750	23,21	25,69	22,26	20,62	19,48	19,48	20,62	22,26	25,69	23,21
0,583	21,47	23,29	20,71	19,34	18,67	18,67	19,34	20,71	23,29	21,47

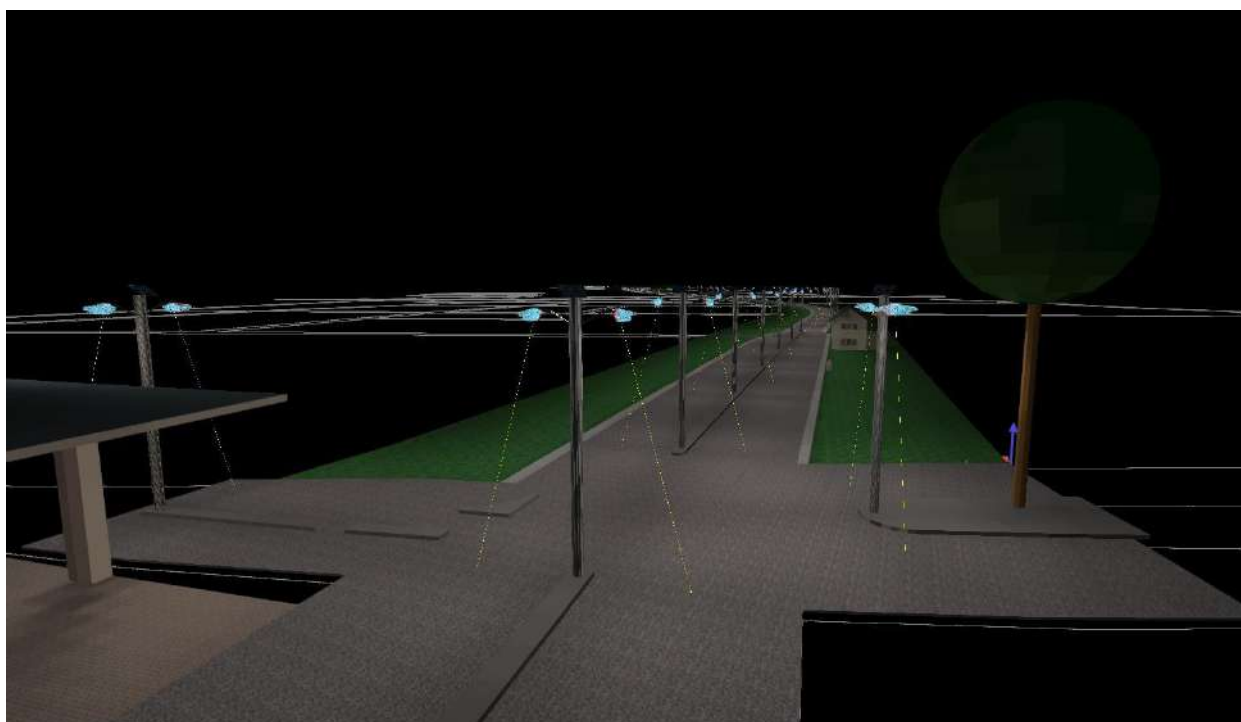


Figura 8. Vista del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

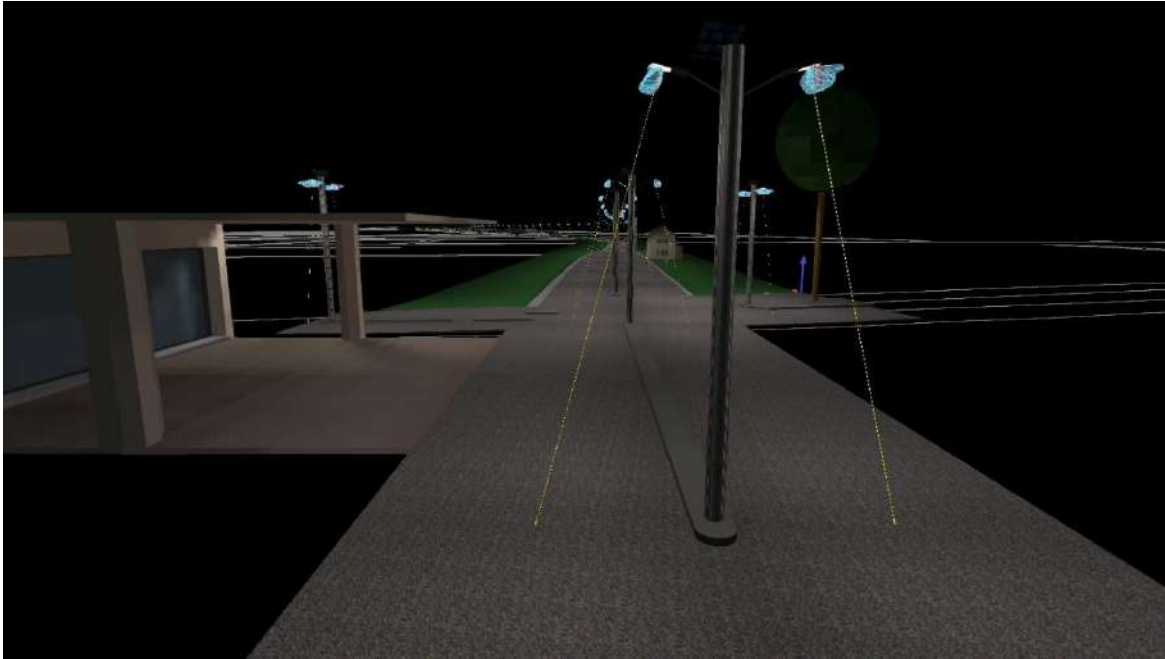


Figura 9. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.

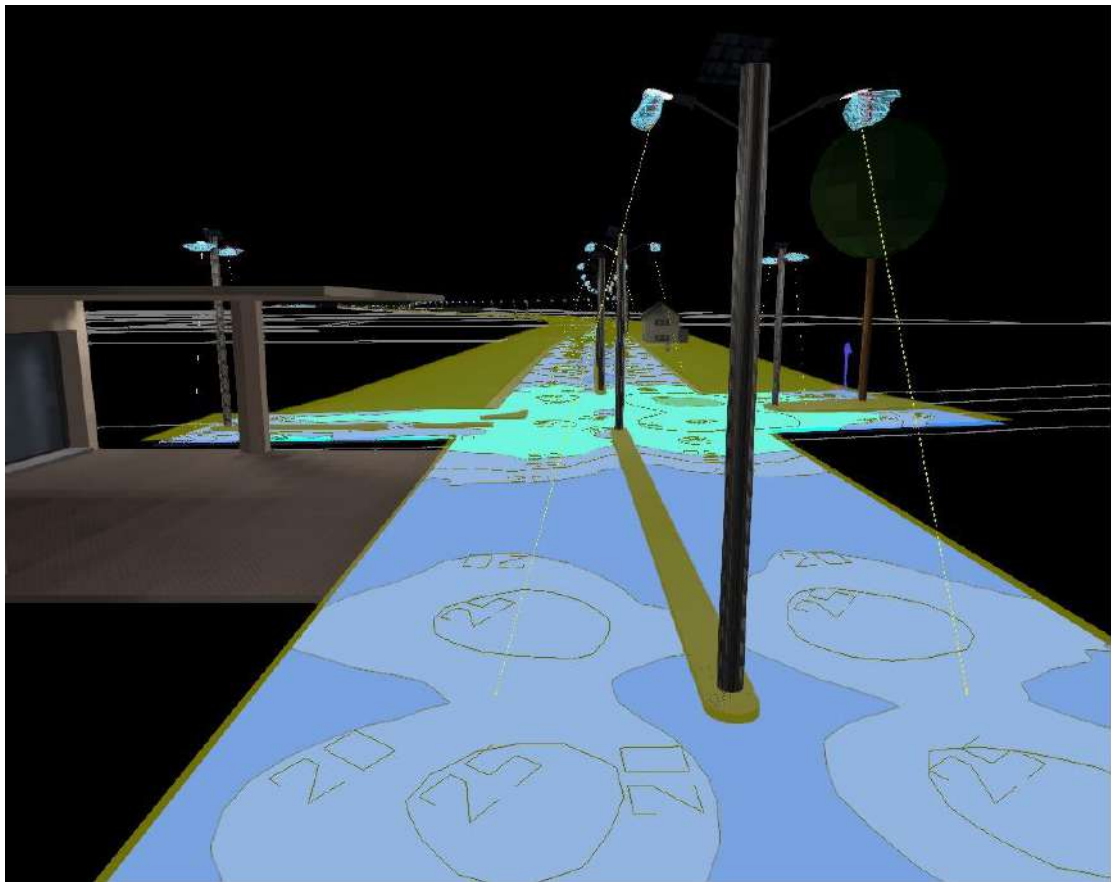


Figura 10. Vista 3 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.



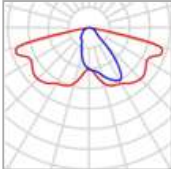
**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



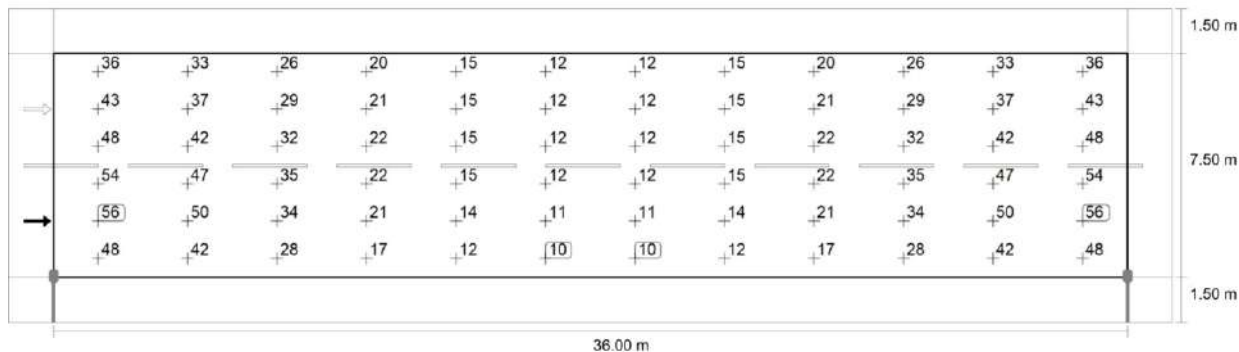
Figura 11. Vista aérea del sistema de iluminación pública para tramo con calzada doble.

Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple

Luminaria utilizada

			
Fabricante	LUXACRIL	P	150W
Nombre del artículo	ALCON 150W	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	20250 lm
		$\Phi_{\text{Luminaria}}$	17271 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	85.29 %

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500	31.500	34.500
8.375	36.37	32.84	25.87	19.78	14.79	12.46	12.46	14.79	19.78	25.87	32.84	36.37
7.125	42.71	37.45	29.15	21.16	15.13	12.50	12.50	15.13	21.16	29.15	37.45	42.71
5.875	47.86	42.33	32.29	22.26	15.15	12.38	12.38	15.15	22.26	32.29	42.33	47.86
4.625	53.65	47.20	35.05	22.49	14.92	12.09	12.09	14.92	22.49	35.05	47.20	53.65
3.375	56.14	50.11	34.12	21.11	14.08	11.46	11.46	14.08	21.11	34.12	50.11	56.14
2.125	47.98	41.94	27.98	17.30	12.00	10.07	10.07	12.00	17.30	27.98	41.94	47.98



Figura 12. Vista 1 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

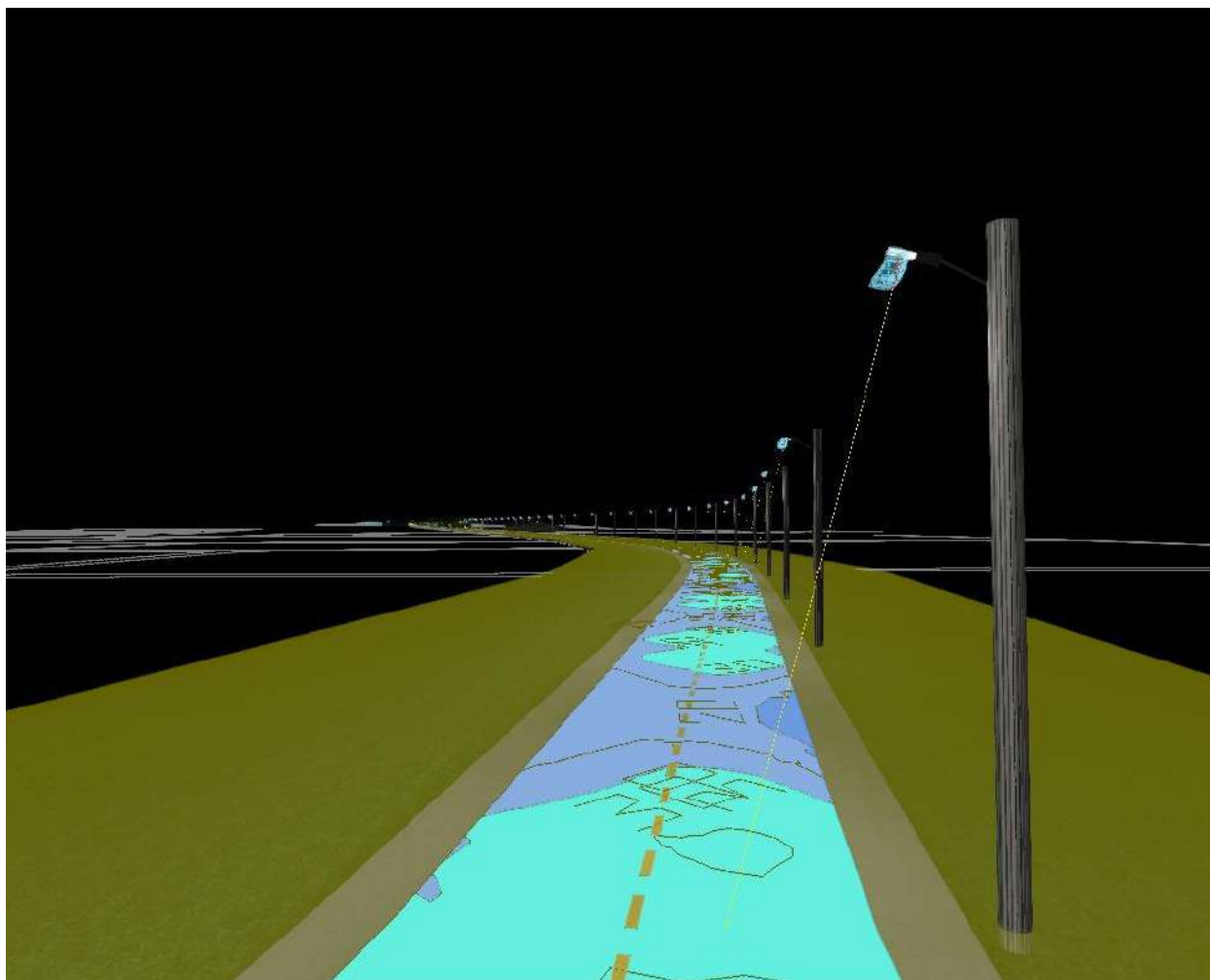


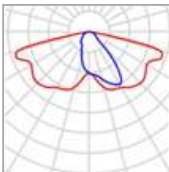


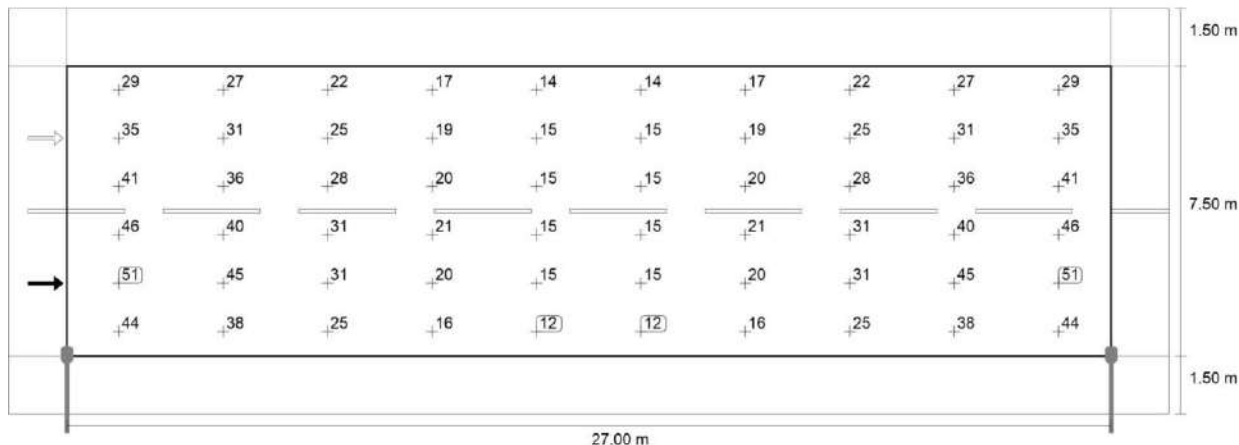
Figura 13. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple.

Cálculo luminotécnico para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación

Luminaria utilizada

			
Fabricante	LUXACRIL	P	100W
Nombre del artículo	ALCON 100W	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	13500 lm
		$\Phi_{\text{Luminaria}}$	11514 lm
Lámpara	definido por el usuario	η	85.29 %

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

m	1.350	4.050	6.750	9.450	12.150	14.850	17.550	20.250	22.950	25.650
8.375	28.73	26.53	21.50	17.33	14.48	14.48	17.33	21.50	26.53	28.73
7.125	35.18	31.12	24.75	18.98	15.24	15.24	18.98	24.75	31.12	35.18
5.875	40.96	35.62	27.83	20.08	15.37	15.37	20.08	27.83	35.62	40.96
4.625	46.45	40.44	30.76	20.59	15.18	15.18	20.59	30.76	40.44	46.45
3.375	50.59	44.60	30.92	19.82	14.53	14.53	19.82	30.92	44.60	50.59



Figura 14. Vista del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

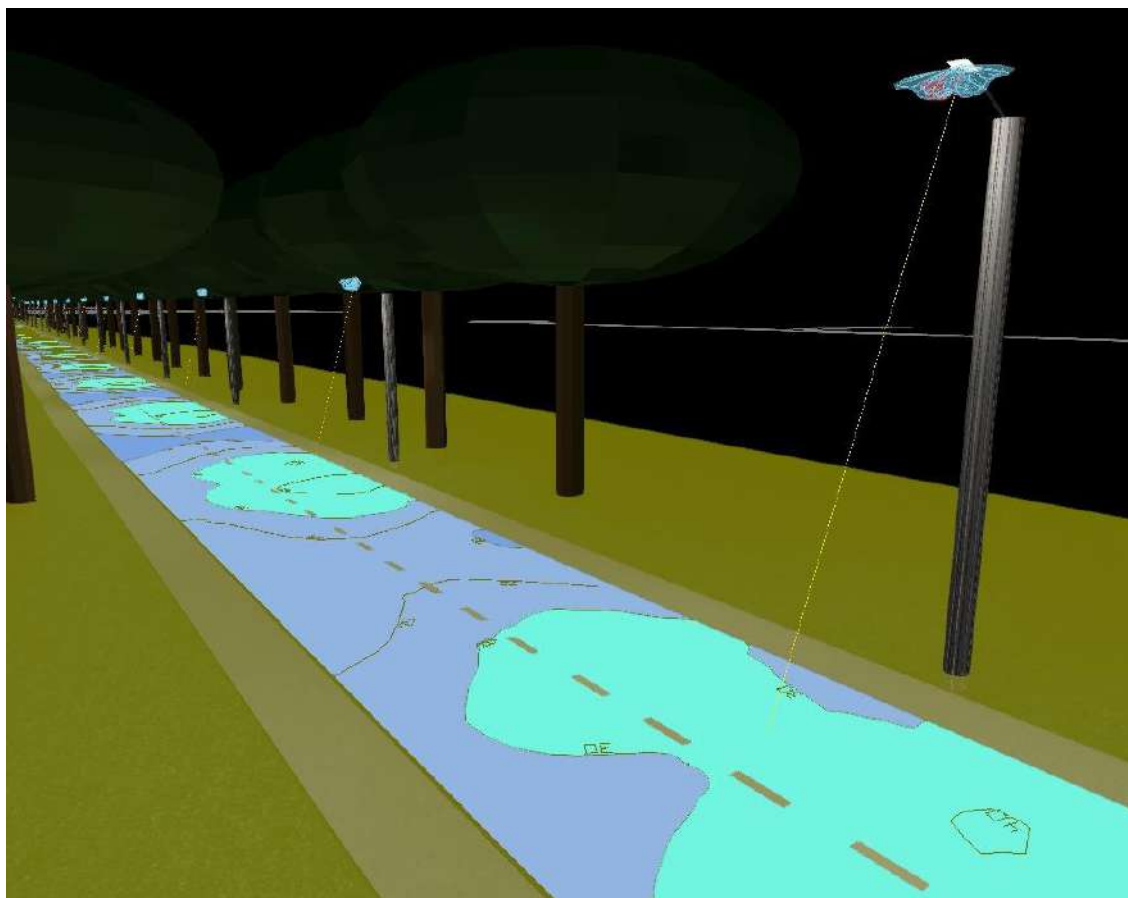


Figura 15. Vista 2 del sistema de iluminación pública para tramo con calzada simple y alta densidad de vegetación.

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

ANEXO 2

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Parámetros generales		
Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	Modelos usados
Orientación	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Plano fijo		Difuso Perez, Meteonorm
Inclinación/Azimut 30 / 0 °		Circunsolar separado
Necesidades del usuario		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio 2.0 kWh/Día		

Características del generador FV			
Módulo FV		Batería	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	SEF-250	Modelo	Solar 2V / 400 Ah
(Base de datos PVsyst original)			
Unidad Nom. Potencia	250 Wp	Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, tubular
Número de módulos FV	2 unidades	Núm. de unidades	6 en series
Nominal (STC)	500 Wp	Descarga mín. SOC	10.0 %
Módulos	2 Cadenas x 1 En series	Energía almacenada	4.3 kWh
En cond. de funcionam. (50°C)		Características del paquete de baterías	
Pmpp	449 Wp	Voltaje	12 V
U mpp	27 V	Capacidad nominal	400 Ah (C10)
I mpp	17 A	Temperatura	Fijo 20 °C
Controlador		Control de gestión de la batería	
Fabricante	Generic	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/20 12V	Cargando	15.0 / 12.6 V
Núm. de unidades	2 unidades	SOC corresp.	0.96 / 0.80
Tecnología	Convertidor MPPT	Descarga	11.2 / 12.1 V
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	SOC corresp.	0.08 / 0.35
Convertidor			
Eficiencias máxi y EURO	98.0 / 96.0 %		
Potencia FV total			
Nominal (STC)	0.500 kWp		
Total	2 módulos		
Área del módulo	3.3 m ²		
Área celular	2.9 m ²		

Pérdidas del conjunto					
Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida diodos serie	
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	26 mΩ	Caída de tensión	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	2.4 % en STC
Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s				
Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo		Factor de pérdida IAM	
Frac. de pérdida	0.3 %	Frac. de pérdida	0.0 % en MPP	Parametriz. ASHRAE: IAM = 1 - bo (1/cosi -1)	
				Parám. bo	0.05

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

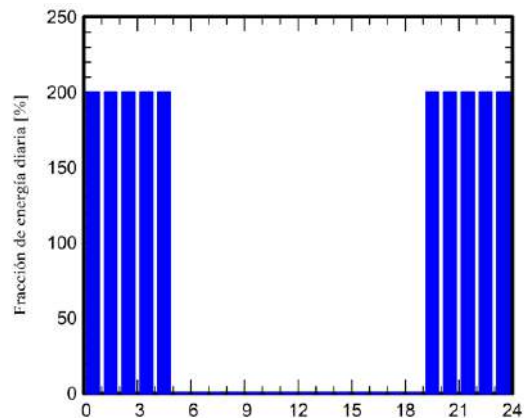
Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 2.0 kWh/día

Valores anuales

	Núm.	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Lámparas (LED o fluo)	2	100/lámpara	10.0	2000
Energía diaria total				2000

Distribución por hora



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Resultados principales

Producción del sistema

Energía solar utilizable 709.99 kWh/año
Energía solar disponible 807.77 kWh/año
Exceso (sin usar) 28.76 kWh/año

Proporción rend. PR 70.14 %
Fracción solar (SF) 97.26 %

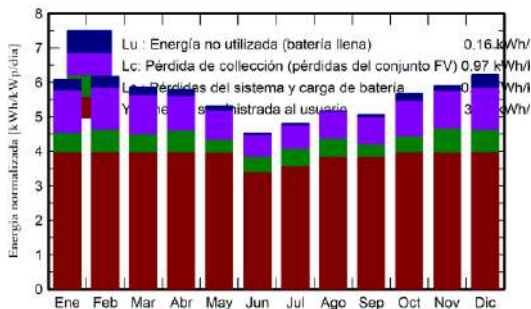
Pérdida de carga

Fracción de tiempo 3.9 %
Energía faltante 20.01 kWh/año

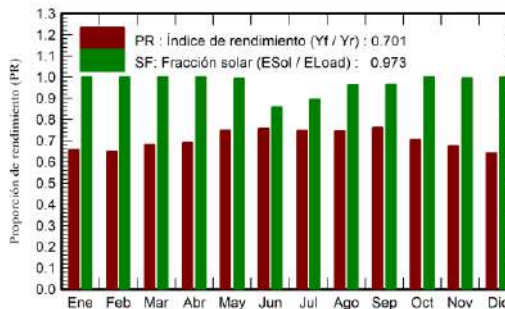
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW 81.2 %
SOW estático 90.0 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



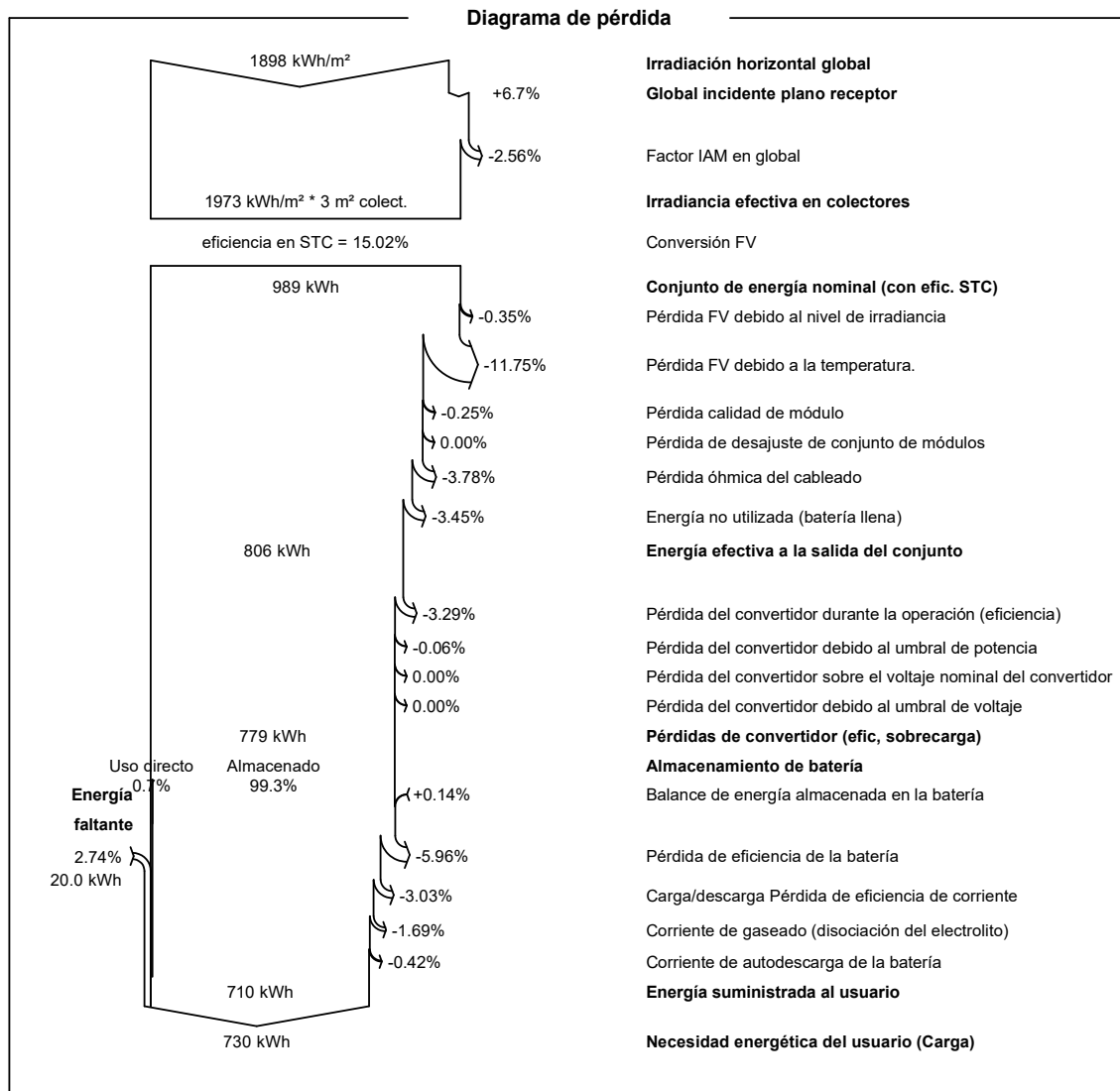
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	214.2	182.3	72.64	4.556	0.000	62.00	62.00	1.000
Año	1898.2	1972.7	807.77	28.760	20.008	709.99	730.00	0.973

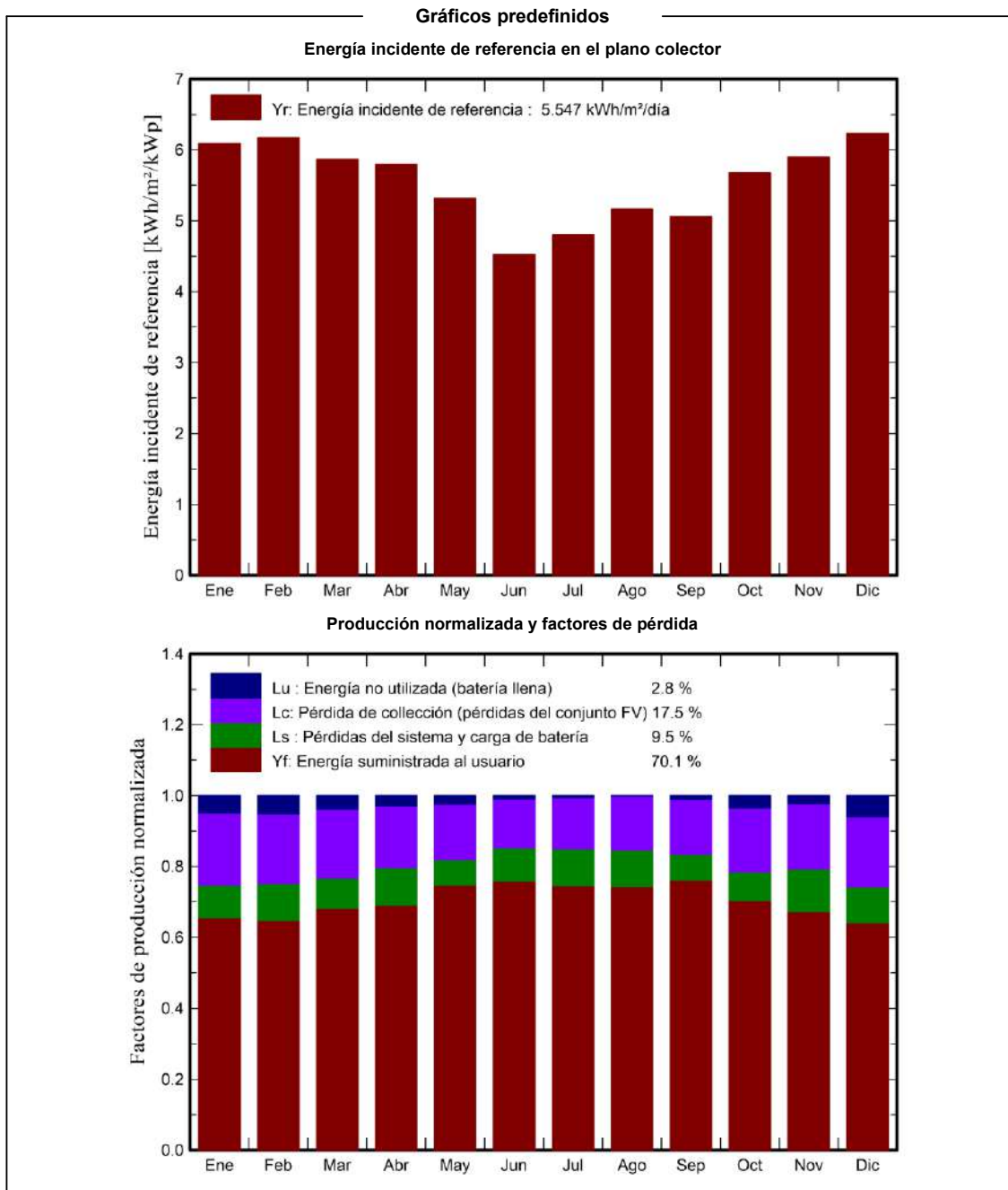
Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
E_Avail Energía solar disponible
EUused Energía no utilizada (batería llena)
E_Miss Energía faltante
E_User Energía suministrada al usuario
E_Load Necesidad energética del usuario (Carga)
SolFrac Fracción solar (EUtilizada / ECarga)

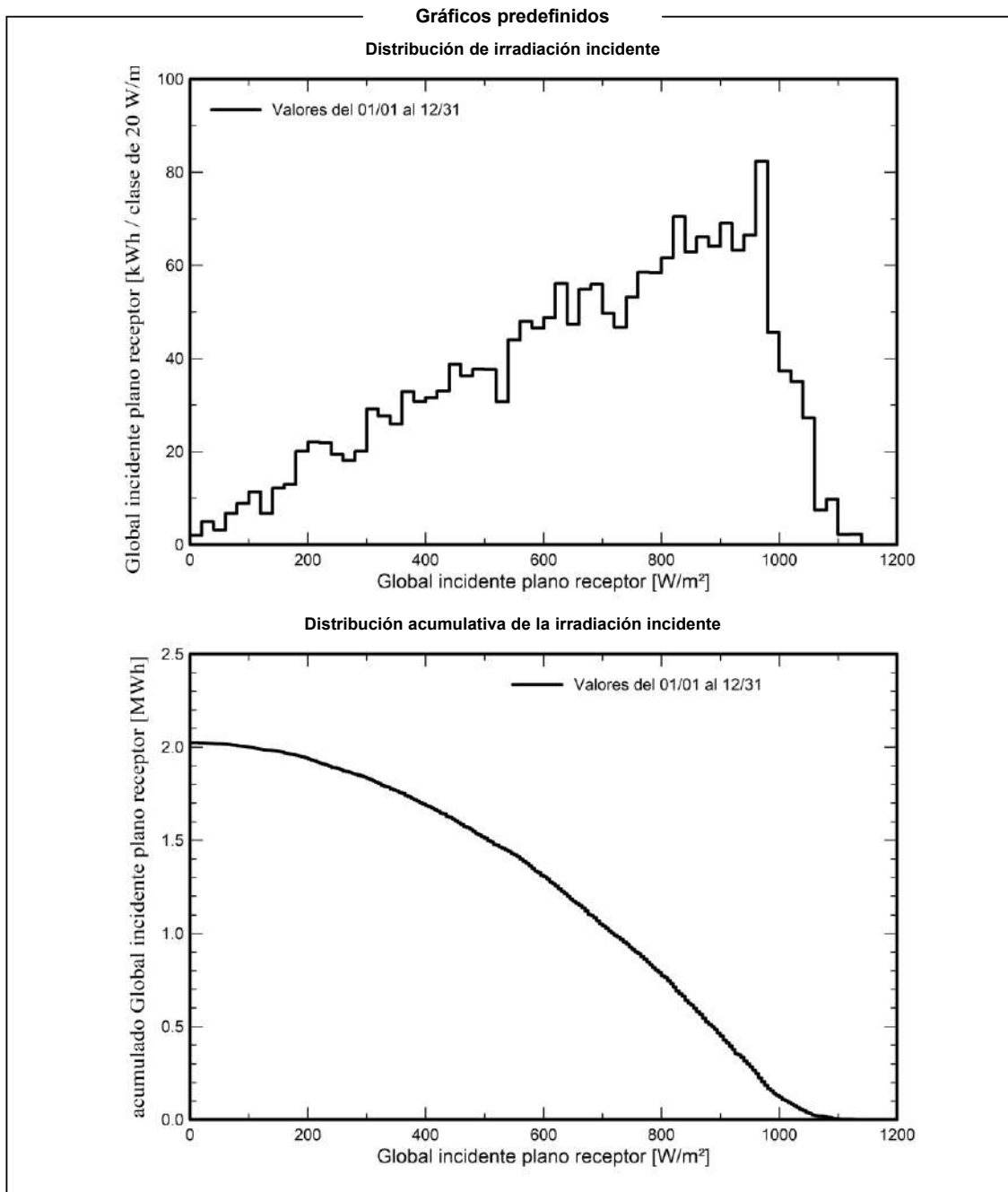
**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



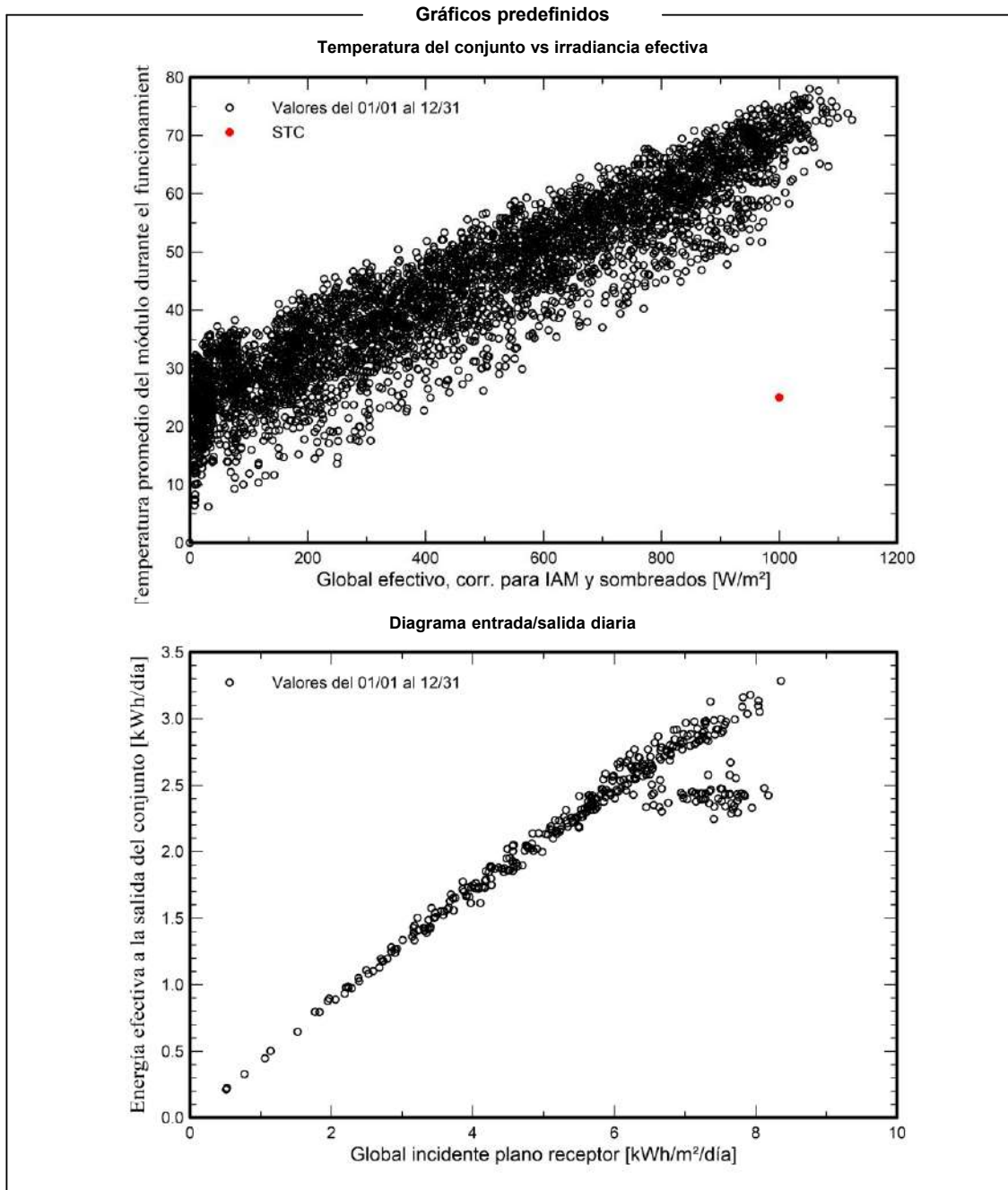
**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



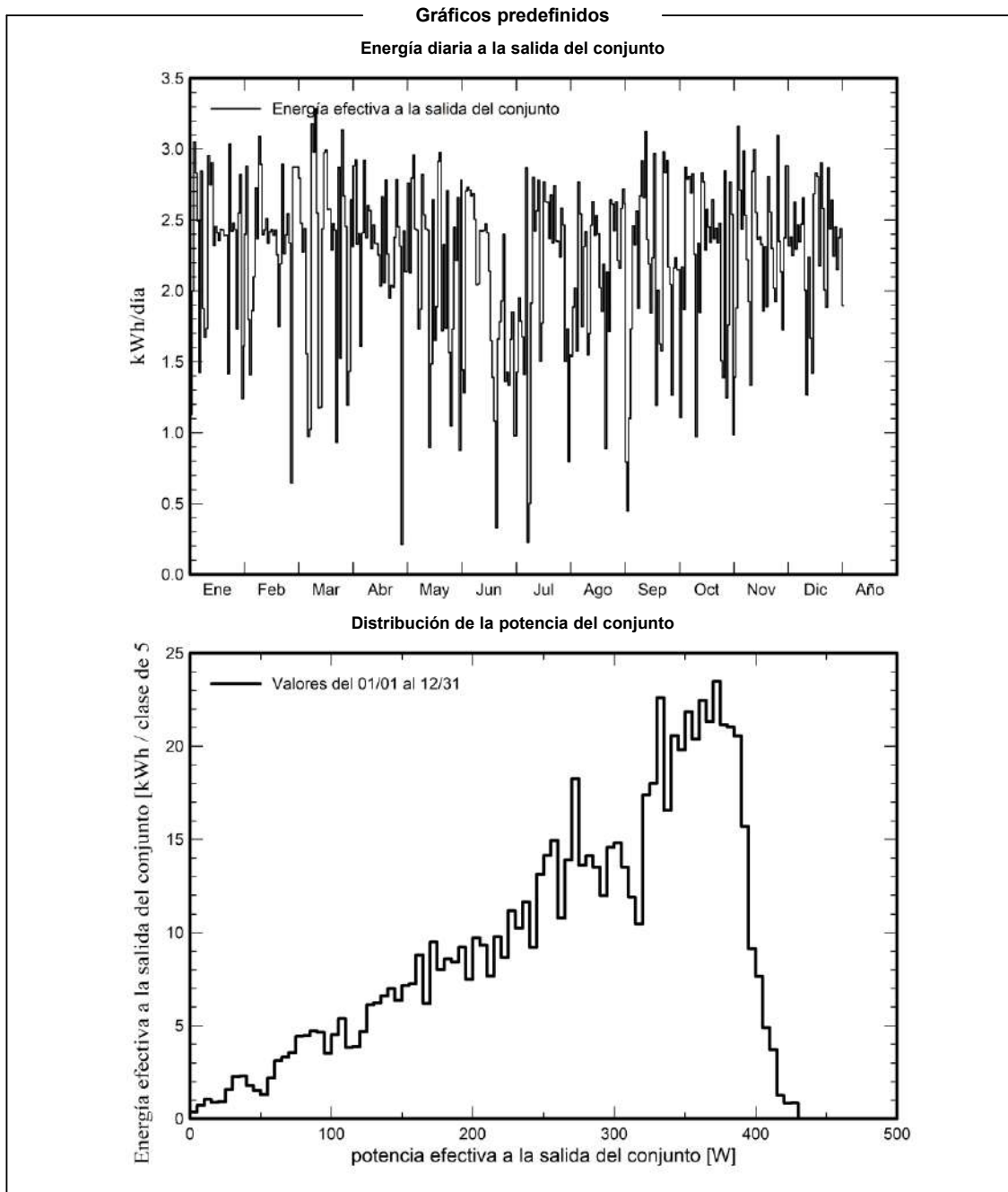
**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**



**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

ANEXO 3

Método de cálculo por caída de tensión

Se utilizó el software Excel aplicando la siguiente fórmula para calcular la caída de tensión:

$$e\% = \frac{K \times P \times L}{\rho \times U^2 \times S} =$$

Donde:

K: constante (monofásico).

P: Potencia.

L: Longitud.

ρ : conductividad del material conductor (Aluminio).

U: tensión.

S: sección adoptada de conductor.

Además, se utilizó la información provista por el catálogo del fabricante para contrastar el cálculo anterior de las caídas de tensión.

Se trata que el transformador este en el centro de la línea de baja tensión para distribuir equitativamente la caída de tensión en los dos ramales como se puede observar en la Figura 16 (A y B).

El límite mínimo adoptado fue de 198 V (según reglamento de baja tensión de la ANDE, $220 \pm 10\%$). Los valores arrojados por el software se presentan en forma de tabla en las siguientes secciones.

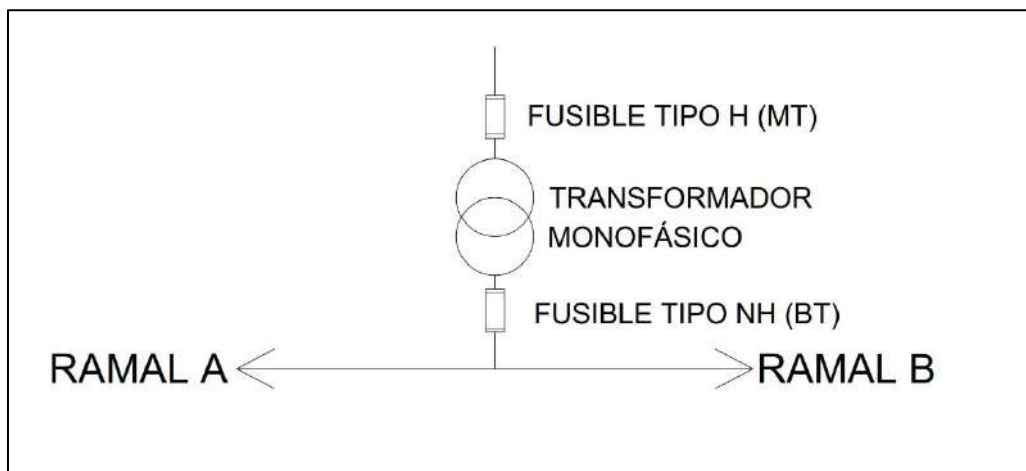


Figura 16. Disposición del Puesto de Distribución

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel**

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

**Dimensionamiento de Conductores para TR-01 según criterio de
caída de tensión**

Artefacto de 100 W Color:	
Artefacto de 150 W Color:	

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL A)					
Nº	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
1	v42	4350	0	220,0	220,0
2	V41	4200	30	219,0	218,9
3	V39	4050	60	218,1	217,8
4	V37	3900	90	217,2	216,8
5	V35	3750	120	216,3	215,8
6	V34	3600	150	215,4	214,8
7	V33	3450	180	214,6	213,9
8	V32	3300	210	213,8	213,0
9	V31	3150	240	213,1	212,2
10	V30	3000	270	212,4	211,4
11	V29	2850	300	211,7	210,6
12	V28	2700	330	211,0	209,9
13	V27	2550	360	210,4	209,2
14	V26	2400	390	209,8	208,6
15	V25	2250	420	209,3	208,0
16	V24	2100	450	208,8	207,4
17	V23	1950	480	208,3	206,9
18	V22	1800	510	207,9	206,5
19	V21	1650	540	207,5	206,0
20	V20	1500	570	207,1	205,6
21	V19	1350	600	206,8	205,3
22	V18	1200	630	206,5	204,9
23	V17	1050	660	206,2	204,7
24	V16	900	690	206,0	204,4
25	V15	750	720	205,8	204,2
26	V14	600	750	205,6	204,1
27	V13	450	780	205,5	203,9
28	V12	300	810	205,5	203,9
29	V11	150	840	205,4	203,8

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel**

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL B)					
Nº	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
0	v42	0	0	220,0	220,0
1	v43	4550	25	219,1	219,0
2	v44	4450	50	218,3	218,0
3	v45	4350	75	217,4	217,0
4	v46	4250	100	216,6	216,1
5	v47	4150	125	215,8	215,2
6	v48	4050	150	215,0	214,3
7	v49	3950	175	214,2	213,4
8	v50	3850	200	213,4	212,6
9	v51	3750	225	212,7	211,7
10	v52	3650	250	211,9	210,9
11	v53	3550	275	211,2	210,1
12	v54	3400	305	210,4	209,2
13	v55	3250	335	209,6	208,4
14	v56	3100	365	208,9	207,5
15	v57	3000	390	208,3	206,9
16	v58	2900	415	207,7	206,2
17	v59	2800	440	207,1	205,6
18	v60	2700	465	206,5	205,0
19	v61	2600	490	206,0	204,4
20	v62	2500	515	205,5	203,9
21	v63	2400	540	205,0	203,4
22	v64	2300	565	204,5	202,9
23	v65	2200	590	204,1	202,4
24	v66	2050	620	203,5	201,8
25	v67	1900	650	203,1	201,3
26	v68	1750	680	202,6	200,9
27	v69	1600	710	202,2	200,4
28	v70	1450	740	201,9	200,0
29	v71	1300	770	201,5	199,7
30	v72	1150	800	201,2	199,4
31	v73	1000	830	201,0	199,1
32	v74	850	860	200,8	198,9
33	v75	700	890	200,6	198,7
34	v76	550	920	200,5	198,6
35	v77	400	950	200,3	198,5
36	v79	300	975	200,3	198,4
37	v80	200	1000	200,2	198,4
38	v81	100	1025	200,2	198,3

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel**

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

**Dimensionamiento de Conductores para TR-02 según criterio de
caída de tensión**

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL A)					
Nº	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
1	v120	4900	0	220,0	220,0
2	v119	4750	30	218,9	218,7
3	v118	4600	60	217,8	217,5
4	v117	4450	90	216,8	216,3
5	v116	4300	120	215,8	215,2
6	v115	4150	150	214,8	214,1
7	v114	4000	180	213,8	213,0
8	v113	3850	210	212,9	212,0
9	v112	3700	240	212,0	211,0
10	v111	3550	270	211,2	210,1
11	v110	3400	300	210,4	209,2
12	v109	3250	330	209,6	208,3
13	v108	3100	360	208,8	207,5
14	v107	2950	390	208,1	206,7
15	v106	2800	420	207,4	206,0
16	v105	2650	450	206,8	205,3
17	v104	2500	480	206,1	204,6
18	v102	2350	510	205,6	204,0
19	v101	2200	540	205,0	203,4
20	v100	2050	570	204,5	202,8
21	v99	1900	600	204,0	202,3
22	v98	1750	630	203,6	201,9
23	v97	1600	660	203,2	201,4
24	v96	1450	690	202,8	201,1
25	v95	1300	720	202,5	200,7
26	v94	1150	750	202,2	200,4
27	v93	1000	775	202,0	200,2
28	v92	900	800	201,8	200,0
29	v91	800	825	201,6	199,8
30	v90	700	850	201,5	199,7
31	v88	600	875	201,4	199,5
32	v86	500	900	201,3	199,4
33	v85	400	925	201,2	199,3
34	v84	300	950	201,1	199,3
35	v83	200	975	201,1	199,2
36	v82	100	1000	201,1	199,2

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL B)					
N°	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
0	v120	0	0	220,0	220,0
1	v121	4800	30	218,9	218,7
2	v122	4650	60	217,8	217,5
3	v123	4500	90	216,7	216,3
4	v124	4350	120	215,7	215,1
5	v125	4200	150	214,7	214,0
6	v126	4050	180	213,8	212,9
7	v127	3900	210	212,8	211,9
8	v128	3750	240	211,9	210,9
9	v129	3600	270	211,1	210,0
10	v130	3450	300	210,2	209,0
11	v131	3300	330	209,4	208,2
12	v132	3150	360	208,7	207,3
13	v133	3000	390	207,9	206,5
14	v134	2850	420	207,2	205,8
15	v135	2700	450	206,6	205,1
16	v136	2550	480	205,9	204,4
17	v137	2400	510	205,3	203,7
18	v138	2250	540	204,8	203,1
19	v139	2100	570	204,3	202,6
20	v140	1950	600	203,8	202,1
21	v141	1800	630	203,3	201,6
22	v142	1650	660	202,9	201,2
23	v143	1500	690	202,5	200,8
24	v144	1350	720	202,2	200,4
25	v145	1200	750	201,9	200,1
26	v146	1050	780	201,6	199,8
27	v147	900	810	201,4	199,6
28	v148	750	840	201,2	199,4
29	v149	600	870	201,1	199,2
30	v150	450	900	200,9	199,1
31	v151	300	930	200,9	199,0
32	v152	150	960	200,8	199,0

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel**

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

**Dimensionamiento de Conductores para TR-03 según criterio de
caída de tensión**

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL A)					
Nº	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
1	v189	4950	0	220,0	220,0
2	v188	4800	30	218,9	218,7
3	v187	4650	60	217,8	217,5
4	v186	4500	90	216,7	216,3
5	v185	4350	120	215,7	215,1
6	v184	4200	150	214,7	214,0
7	v183	4050	180	213,8	212,9
8	v182	3900	210	212,8	211,9
9	v181	3750	240	211,9	210,9
10	v180	3600	270	211,1	210,0
11	v179	3450	300	210,2	209,0
12	v178	3300	330	209,4	208,2
13	v177	3150	360	208,7	207,3
14	v176	3000	390	207,9	206,5
15	v175	2850	420	207,2	205,8
16	v174	2700	450	206,6	205,1
17	v173	2550	480	205,9	204,4
18	v172	2400	510	205,3	203,7
19	v171	2250	540	204,8	203,1
20	v170	2100	570	204,3	202,6
21	v169	1950	600	203,8	202,1
22	v168	1800	630	203,3	201,6
23	v167	1650	660	202,9	201,2
24	v166	1500	690	202,5	200,8
25	v165	1350	720	202,2	200,4
26	v163	1200	750	201,9	200,1
27	v161	1050	780	201,6	199,8
28	v158	900	810	201,4	199,6
29	v157	750	840	201,2	199,4
30	v156	600	870	201,1	199,2
31	v155	450	900	200,9	199,1
32	v154	300	930	200,9	199,0
33	v153	150	960	200,8	199,0

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel**

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL B)					
N°	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
0	v189	0	0	220,0	220,0
1	v190	4800	30	218,9	218,7
2	v191	4650	60	217,8	217,5
3	v192	4500	90	216,7	216,3
4	v193	4350	120	215,7	215,1
5	v194	4200	150	214,7	214,0
6	v195	4050	180	213,8	212,9
7	v196	3900	210	212,8	211,9
8	v197	3750	240	211,9	210,9
9	v198	3600	270	211,1	210,0
10	v199	3450	300	210,2	209,0
11	v200	3300	330	209,4	208,2
12	v201	3150	360	208,7	207,3
13	v202	3000	390	207,9	206,5
14	v203	2850	420	207,2	205,8
15	v204	2700	450	206,6	205,1
16	v205	2550	480	205,9	204,4
17	v206	2400	510	205,3	203,7
18	v207	2250	540	204,8	203,1
19	v208	2100	570	204,3	202,6
20	v209	1950	600	203,8	202,1
21	v210	1800	630	203,3	201,6
22	v211	1650	660	202,9	201,2
23	v212	1500	690	202,5	200,8
24	v213	1350	720	202,2	200,4
25	v214	1200	750	201,9	200,1
26	v215	1050	780	201,6	199,8
27	v216	900	810	201,4	199,6
28	v217	750	840	201,2	199,4
29	v218	600	870	201,1	199,2
30	v219	450	900	200,9	199,1
31	v220	300	930	200,9	199,0
32	v221	150	960	200,8	199,0

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

**Dimensionamiento de Conductores para TR-04 según criterio de
caída de tensión**

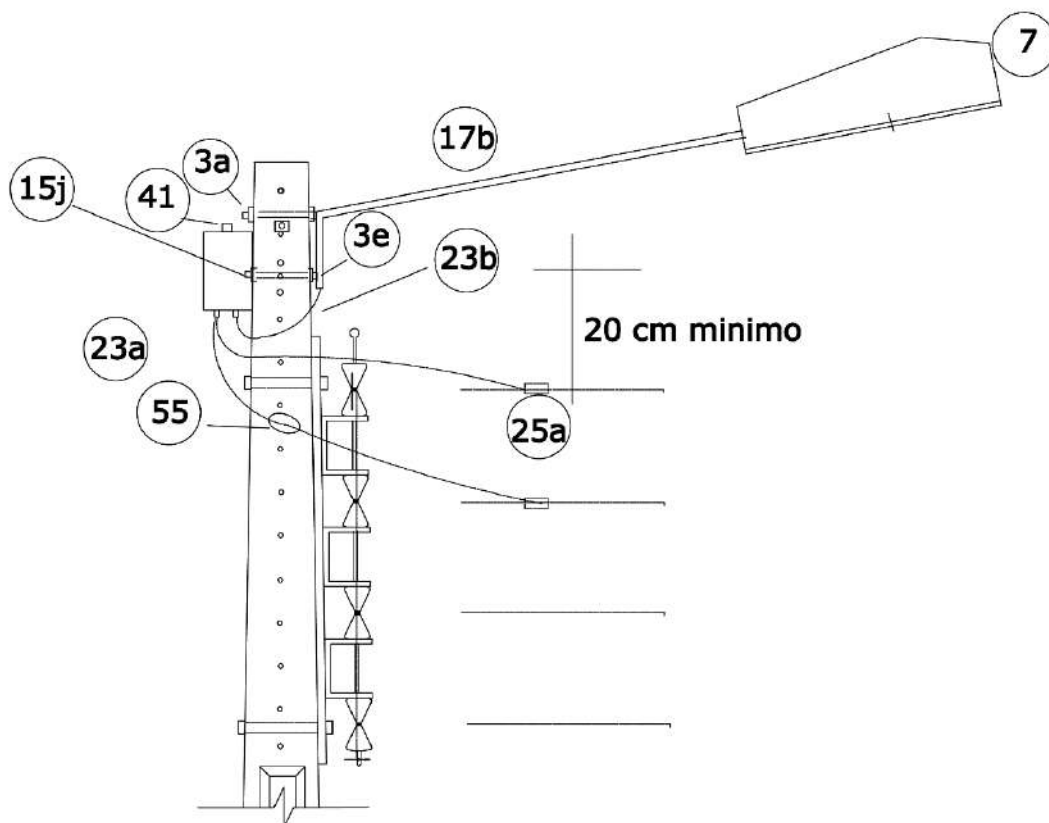
Conductor: Preensamblado 2x35mm ² (RAMAL A)					
N°	Nombre de la columna	Potencia (W)	Longitud (m)	Voltaje de la formula	Voltaje impaco V/(A.KM)
1	v258	4950	0	220,0	220,0
2	v257	4800	30	218,9	218,7
3	v255	4650	60	217,8	217,5
4	v252	4500	90	216,7	216,3
5	v250	4350	120	215,7	215,1
6	v249	4200	150	214,7	214,0
7	v248	4050	180	213,8	212,9
8	v247	3900	210	212,8	211,9
9	v246	3750	240	211,9	210,9
10	v245	3600	270	211,1	210,0
11	v244	3450	300	210,2	209,0
12	v243	3300	330	209,4	208,2
13	v242	3150	360	208,7	207,3
14	v241	3000	390	207,9	206,5
15	v240	2850	420	207,2	205,8
16	v239	2700	450	206,6	205,1
17	v238	2550	480	205,9	204,4
18	v237	2400	510	205,3	203,7
19	v236	2250	540	204,8	203,1
20	v235	2100	570	204,3	202,6
21	v234	1950	600	203,8	202,1
22	v233	1800	630	203,3	201,6
23	v232	1650	660	202,9	201,2
24	v231	1500	690	202,5	200,8
25	v230	1350	720	202,2	200,4
26	v229	1200	750	201,9	200,1
27	v228	1050	780	201,6	199,8
28	v227	900	810	201,4	199,6
29	v226	750	840	201,2	199,4
30	v225	600	870	201,1	199,2
31	v224	450	900	200,9	199,1
32	v223	300	930	200,9	199,0
33	v222	150	960	200,8	199,0

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

ANEXO 4

Estructuras de Baja Tensión

Estructura APH⁰S 1 LED



LISTA DE MATERIALES		
ITEM	CANT.	DESCRIPCION
3a	2	Arandela cuadrada 2"x 2"x 11/16"
3e	2	Arandela lisa 5/8"
7	1	Artefacto de AP
15j	2	Bulon 5/8"
17b	1	Brazo corto para AP para H°A°
23a	2	Cable aislado Cu 2mm 2
23b	2	Cable Cu bipolar aislado 2 x 25mm 2
25a	2	Conector a compresion Al Cu 16/35 2/8"
41	1	Interruptor fotoelectrico
55	1	Porta fusible aereo 30 A

Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel

Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Estructura APH⁰S 3 LED

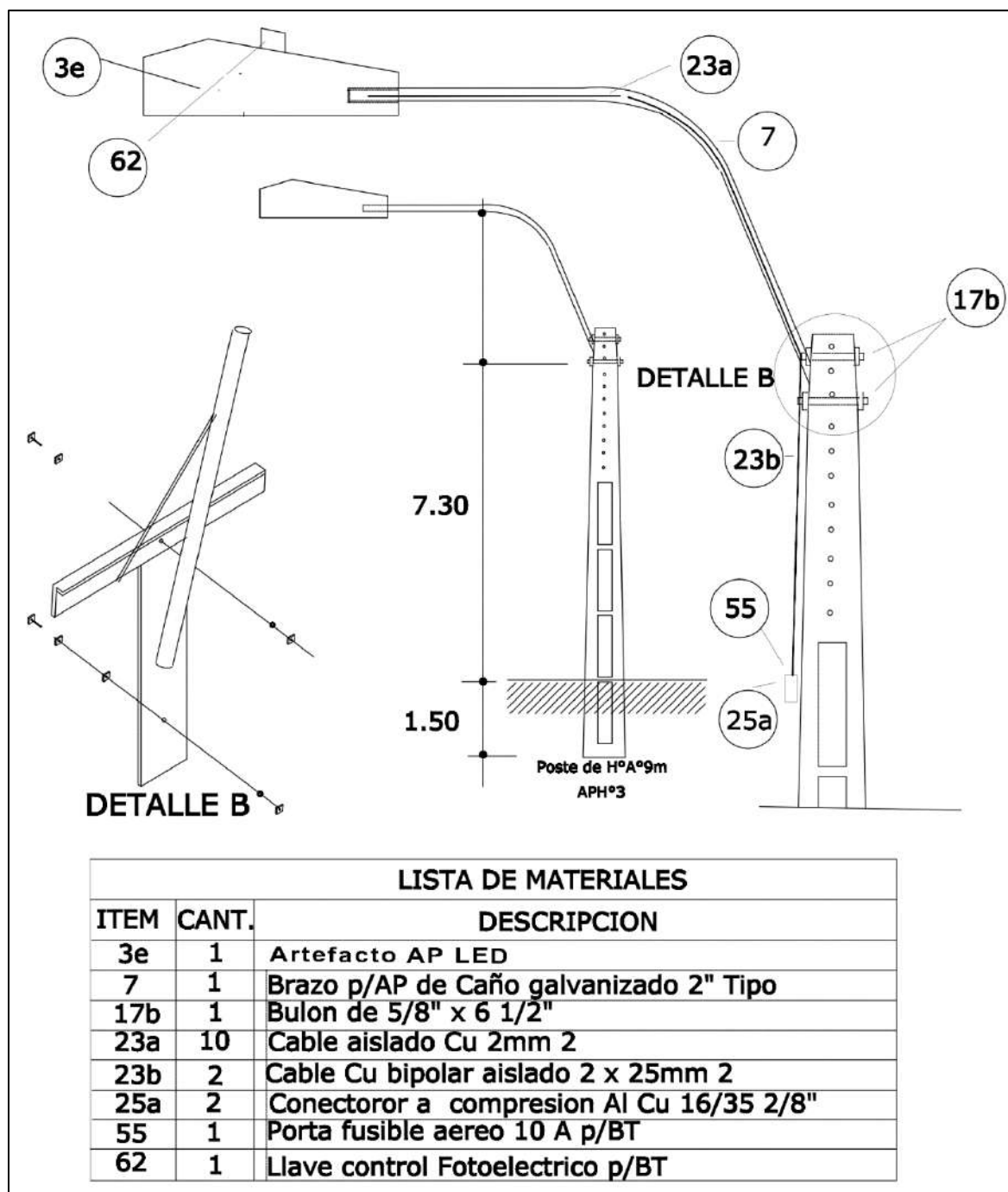


Figura 17. Alumbrado público en poste de hormigón armado

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Estructura LPAH1

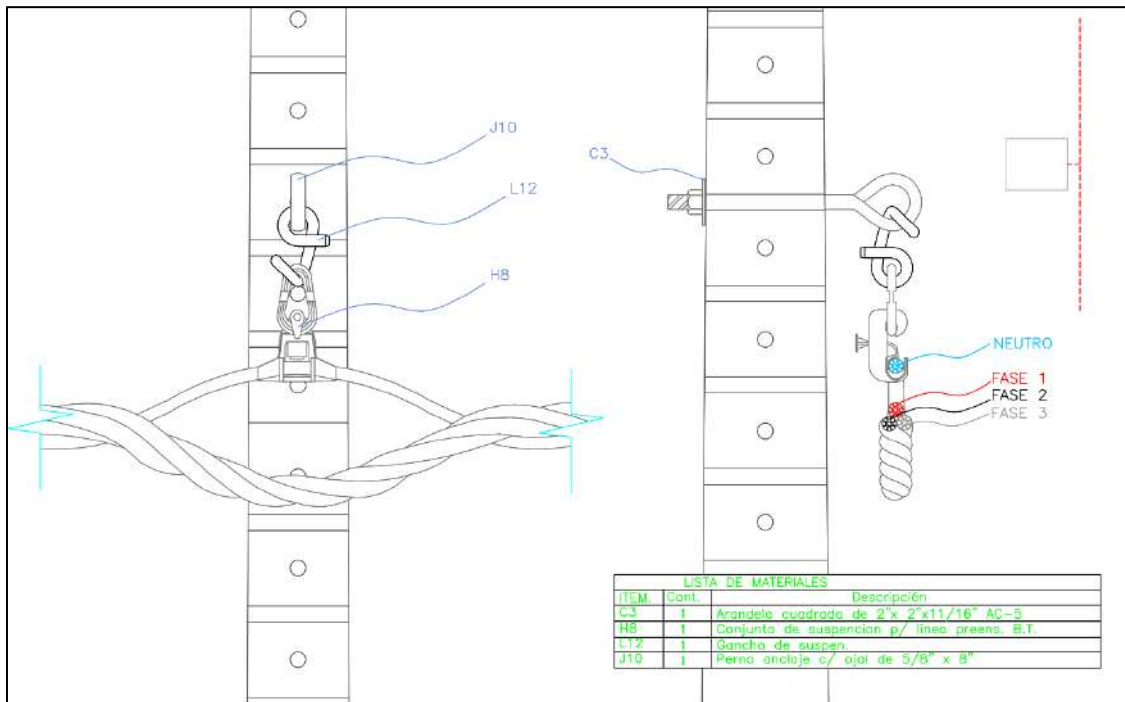


Figura 18. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH1

Estructura LPAH5

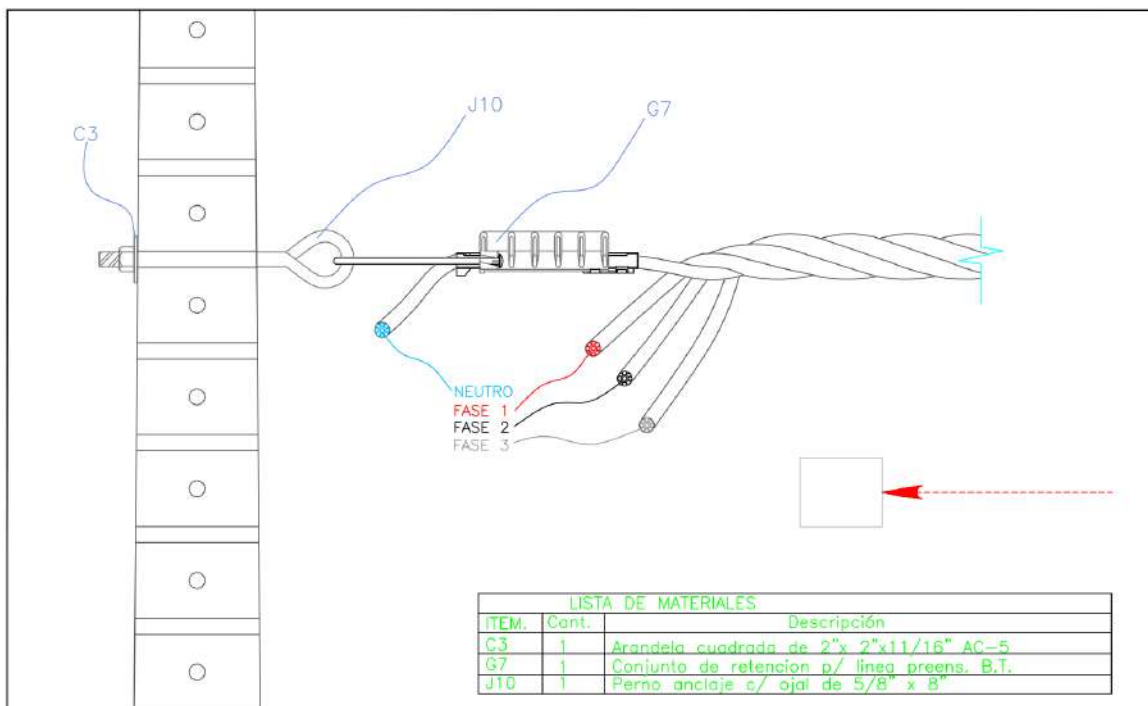


Figura 19. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH5

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO**

Pablo David Mendoza Vera - 2023

Estructura LPAH6

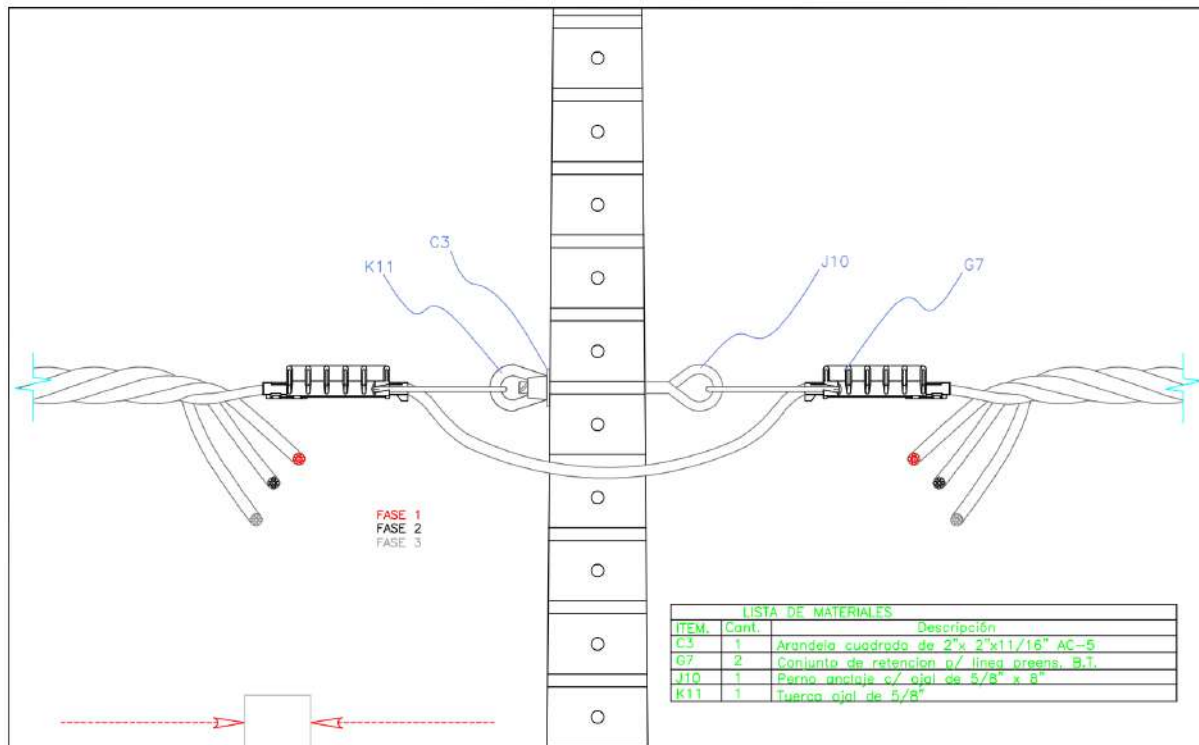


Figura 20. Estructura de baja tensión para línea preensamblada LPAH6

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

ANEXO 5

Presupuesto de estructuras proyectadas

Se prosigue a realizar el presupuesto y selección de los materiales a ser utilizados.

Cantidad	LPAH-1 Línea preensamblado estructura de baja tensión	Precio (Gs.)
1	Arandela cuadrada de 2"x2" 11/16" AC-5	3.300
1	Conjunto de suspensión para línea preensamblado Baja Tensión	14.200
1	Gancho de suspensión	7.000
1	Perno anclaje con ojal de 5/8" x 8"	21.420
	Precio Total (Gs.)	45.920

Cantidad	LPAH-5 Anclaje Terminal	Precio (Gs.)
1	Arandela cuadrada de 2"x2" 11/16" AC-5	3.300
1	Conjunto de retención para línea preensamblado Baja Tensión	14.200
1	Perno anclaje con ojal de 5/8" x 8"	21.420
	Precio Total (Gs.)	38.920

Cantidad	LPAH-6 Anclaje a paso recta	Precio (Gs.)
1	Arandela cuadrada de 2"x2" 11/16" AC-5	3.300
2	Conjunto de retención para línea preensamblado Baja Tensión	14.200
1	Perno anclaje con ojal de 5/8" x 8"	21.420
1	Tuerca ojal de 5/8"	15.430
	Precio Total (Gs.)	54.350

Cantidad	MHCR-2 Cimentación reforzada tipo 2 para poste HºAº	Precio (Gs.)
0,4	Concreto	174.039
	Precio Total (Gs.)	69.616

Cantidad	RBSH-1 Rienda de baja tensión simple	Precio (Gs.)
1	Aislador para rienda Baja Tensión	15.150
4	Alambre preformado para CABO AC. 3/8"	20.235
1	Perno anclaje con ojal	21.420
10	Cabo de acero 3/8" T.2 para mensaje y rienda	30.686
2	Guarda cabo para cabo de acero de 3/4"	4.500
1	Tronco anclaje 0,20 M X 1,20 M TIPO TA 2	10.000
1	Varilla anclaje VA 2 5/8" X 2,10M.	40.000
	Precio Total (Gs.)	141.991

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

Cantidad	APHºS 1C Alumbrado público tipo cerrado en poste de HºAº con brazo tipo 1	Precio (Gs.)
1	Artefacto AP 100W LED	1.430.000
1	Brazo para caño galvanizado2" tipo 1	23.149
1	Bulón de 5/8" x 6 1/2"	5.100
10	Cable aislado Cu 2mm ²	9.000
2	Conector a compresión AL Cu 16/35 2/8"	17.500
1	Porta fusible aéreo 10 A para B.T.	25.000
1	Llave control Fotoeléctrico para B.T.	60.603
	Precio Total (Gs.)	1.570.352

Cantidad	APHºS 3C Alumbrado público tipo cerrado en poste de HºAº con brazo tipo 3	Precio (Gs.)
1	Artefacto AP 150W LED	1.590.000
1	Brazo para caño galvanizado2" tipo 3	35.000
1	Bulón de 5/8" x 6 1/2"	5.100
10	Cable aislado Cu 2mm ²	9.000
2	Conector a compresión AL Cu 16/35 2/8"	17.500
1	Porta fisible aéreo 10 A para B.T.	250.000
1	Llave control Fotoeléctrico para B.T.	60.603
	Precio Total (Gs.)	1.967.203

Cantidad	Sistema fotovoltaico solar	Precio (Gs.)
2	Panel solar 250 w	1.600.000
1	Regulador de carga para batería	112.911
1	Inversor 300w	167.580
2	Batería	1.490.000
1	Soporte de paneles solares	250.000
	Precio Total (Gs.)	3.620.491

Cantidad	Puesta tierra	Precio (Gs.)
1	Jabalina de cobre 5/8" 3m	69.950
9	Conductor de Cu desnudo de 10mm ²	130.986
2	Casquillo de cobre	29.000
	Precio Total (Gs.)	229.936

**Elaboración del proyecto del sistema de iluminación de la RUTA Internacional
Nº8 desde la avenida ITAPUA hasta el desvío La Pastora del distrito de Coronel
Oviedo, ubicado en el Dpto. de Caaguazú- ANEXO
Pablo David Mendoza Vera - 2023**

ANEXO 6

**Plano Eléctrica en AutoCAD y Diseño de iluminación en DIALux del
proyecto**

(Ver CD adjunto)