

PROYECTO FINAL DE GRADO



PROPUESTA DE SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN DE PISTA DEL AEROPUERTO “CAP. WALTER GWYNN” DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO.

AUTORES:

MARIO RUBÉN ROJAS FIGUEREDO

NAIDA LETICIA AGUILERA LOPEZ

Planteamiento del problema

Este diseño aborda la necesidad identificada por la DINAC de contar con un sistema de iluminación moderno para las ayudas visuales en dicho aeródromo. Actualmente, la falta de dicha infraestructura limita la operatividad del aeropuerto a la categoría **HJ** (solo operaciones diurnas), impidiendo operaciones nocturnas.



GOBIERNO NACIONAL

Paraguay
de la gente

DIRECCION NACIONAL DE AERONAUTICA CIVIL

MEMORÁNDUM SGOV 011/2023

	CODIGO	LUGAR Y FECHA	Nº HOJAS
	SGOV	Cnel. Oviedo 09 de FEBRERO de 2023	1/24
A:	CARGO Y DEPENDENCIA:		
SR. NELSON CASTRO	GERENTE – GERENCIA DE LOGISTICA DE AERODROMOS DEL INTERIOR		
De:	CARGO Y DEPENDENCIA:		
ING. HERMES BARRIOS	Administrador – Aeródromo de la Ciudad de Cnel. Oviedo – Capitán P.A.M. Walter Gwynn		
ASUNTO:	ASUNTO: INFORME SOLICITADO SEGÚN EXPEDIENTE No.: 182.777/2023 / ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA S/ SOLICITUDES 65422/65423		

Tengo el agrado de dirigirme a Usted y por su intermedio Al Director de Aeropuertos – Ing. Douglas Cubilla, a efecto de dar cumplimiento a la solicitud de provisión de información referente a movimiento de aeronaves y pasajeros correspondiente al periodo 2022; Según Expediente No.: 182.777/2023 – Memo No.: 30 - de la Unidad Transparencia y Anticorrupción.

Así mismo cumpla en informar que la estación aérea no dispone de un sistema de iluminación, como sistema propiamente dicho, pero sí de (26) unidades de luces portátiles (Balizas) utilizados a requerimiento para operaciones nocturnas.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle muy atentamente.



ING. HERMES FRANCISCO BARRIOS
JEFE DE AERODROMO - SGOV

Objetivos

Objetivo general

- Proponer un sistema de automatización de iluminación de pista para el Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn” de la ciudad de Coronel Oviedo.

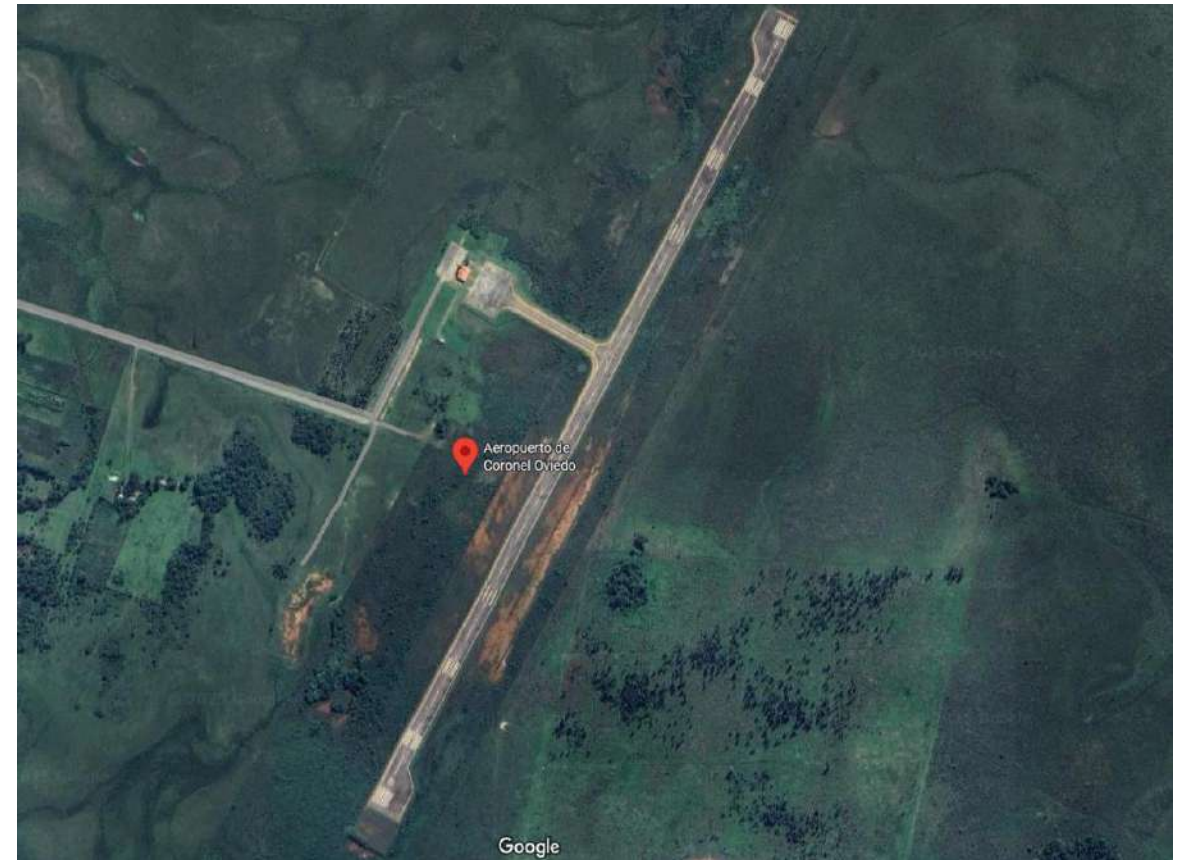
Objetivos específicos

- Revisar normativas técnicas que rigen la materia para determinar el tipo de sistema de iluminación en pista requerida para la estación aérea que nos ocupa.
- Analizar alternativas tecnológicas de iluminación de pista en aeropuertos bajo estándares internacionales, seleccionando aquellas de mayor factibilidad.
- Definir criterios para selección de alternativas y luego aplicarlas para seleccionar la alternativa más factible.
- Diseñar el sistema de control de iluminación de pista mediante sistema SCADA para el Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”.
- Realizar el presupuesto de la propuesta elaborada.

Metodología

Relevamiento de datos del Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”

Superficie del inmueble	70 hectáreas
Dimensiones de la pista	1400 m. de largo, 30 m. de ancho
Tipo de pista	Pavimento tipo flexible
Horario de atención	HJ



Relevamiento de datos del Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”

Sistema de luces portátiles actuales

El aeródromo cuenta con luces portátiles para situaciones de emergencia de la Marca YOUYANG



Normativas técnicas de sistema de iluminación de pista



**Código Aeronáutico (Ley
Nº 1860)**



Reglamentos de la DINAC

**DINAC R 14 AERÓDROMOS
Volumen I - Diseño y operaciones
de aeródromos**

**Reglamento DINAC R 14
AERÓDROMOS Volumen II
HELIPUERTOS**



**Manual de diseño de aeródromos,
Parte 4 - Ayudas visuales (OACI)**

**Manual de diseño de aeródromos,
Parte 5 - Sistemas eléctricos**

Diseño del sistema de control de iluminación de pista mediante sistema SCADA para el Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”.

Selección de Controladores y Componentes



Controlador Lógico Programable S7-1200

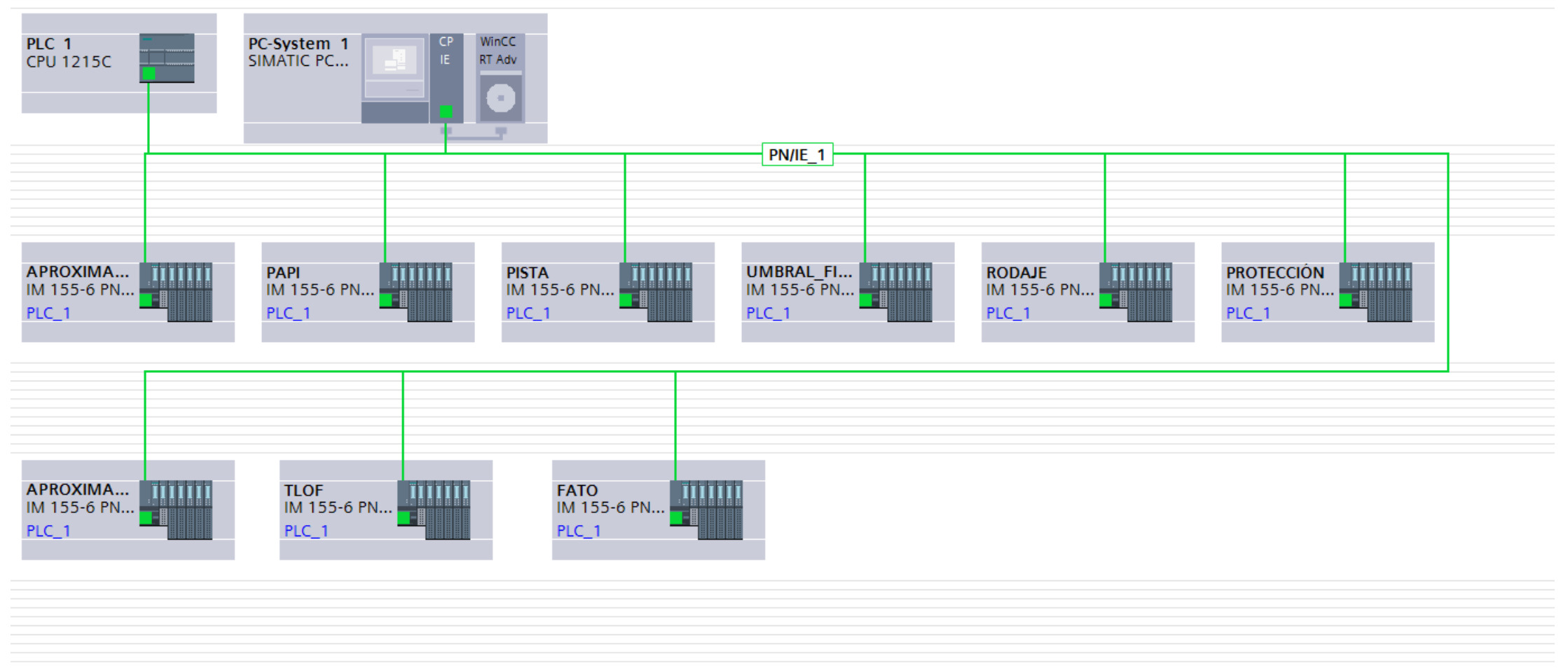


Módulo de interfaz descentralizada SIMATIC ET200



Sistema SCADA WinCC Advanced

Vista de la Red Profinet



Selección de tecnología de iluminación de pista

- Se propone la implementación de luminarias con tecnología LED.

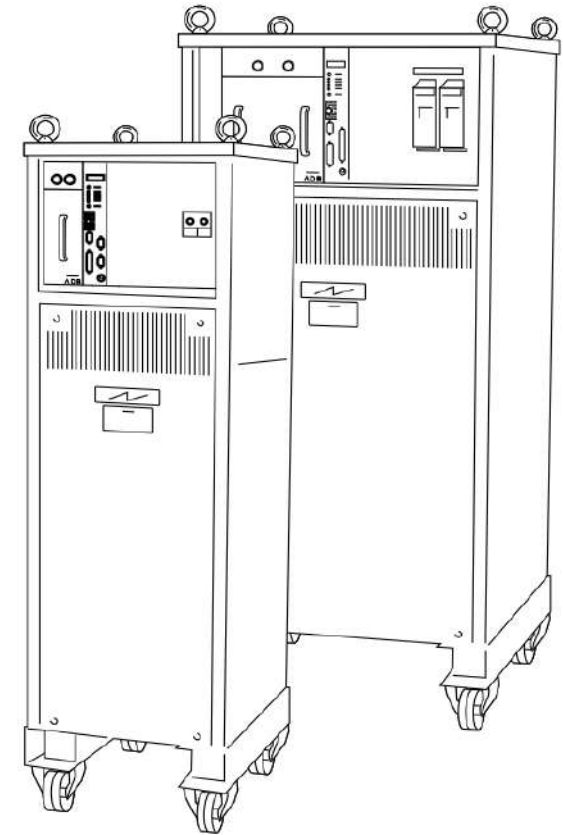


Ejemplos de algunas luminarias seleccionadas(Aproximación, PAPI, Borde de Pista, Eje de Pista, Umbral/Final)

Selección de tecnología de iluminación de pista

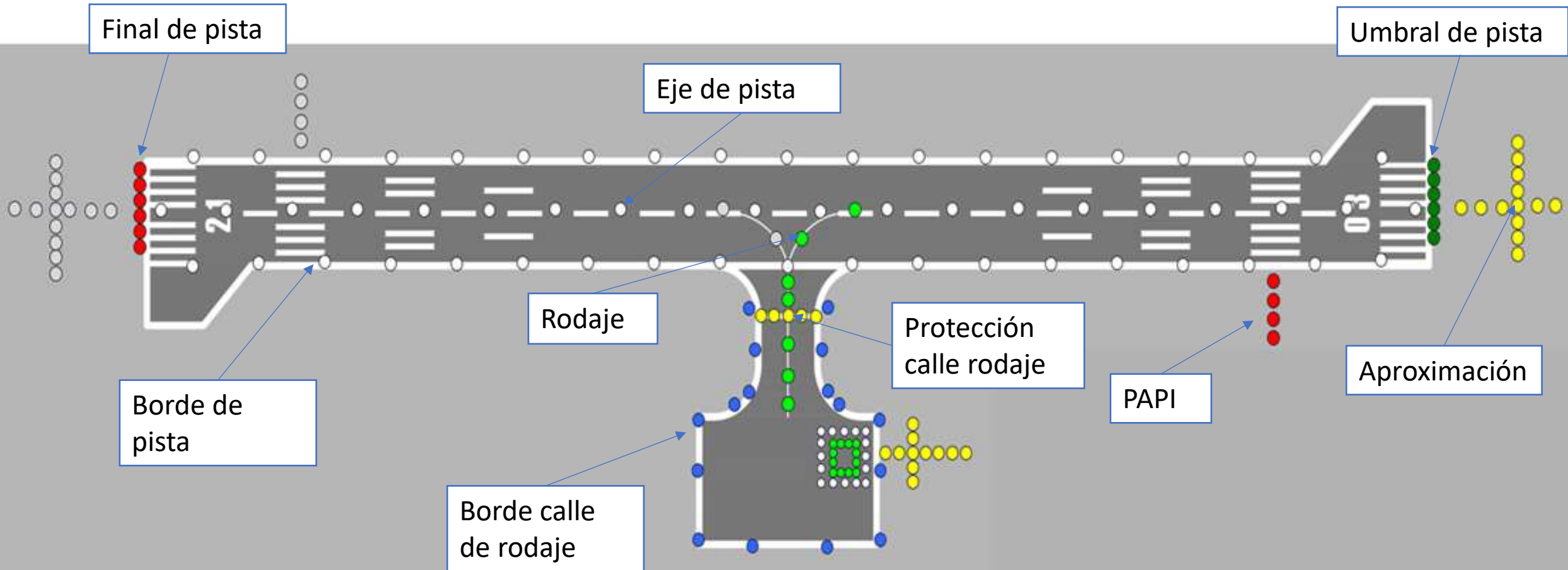
- La regulación de los niveles de brillo se realiza mediante un MCR. Un **MCR** es un **Regulador de Corriente Constante controlado por Microprocesador**

Niveles	Porcentaje de brillo
Nivel 1	10%
Nivel 2	30%
Nivel 3	100%



Sistemas de luces seleccionados

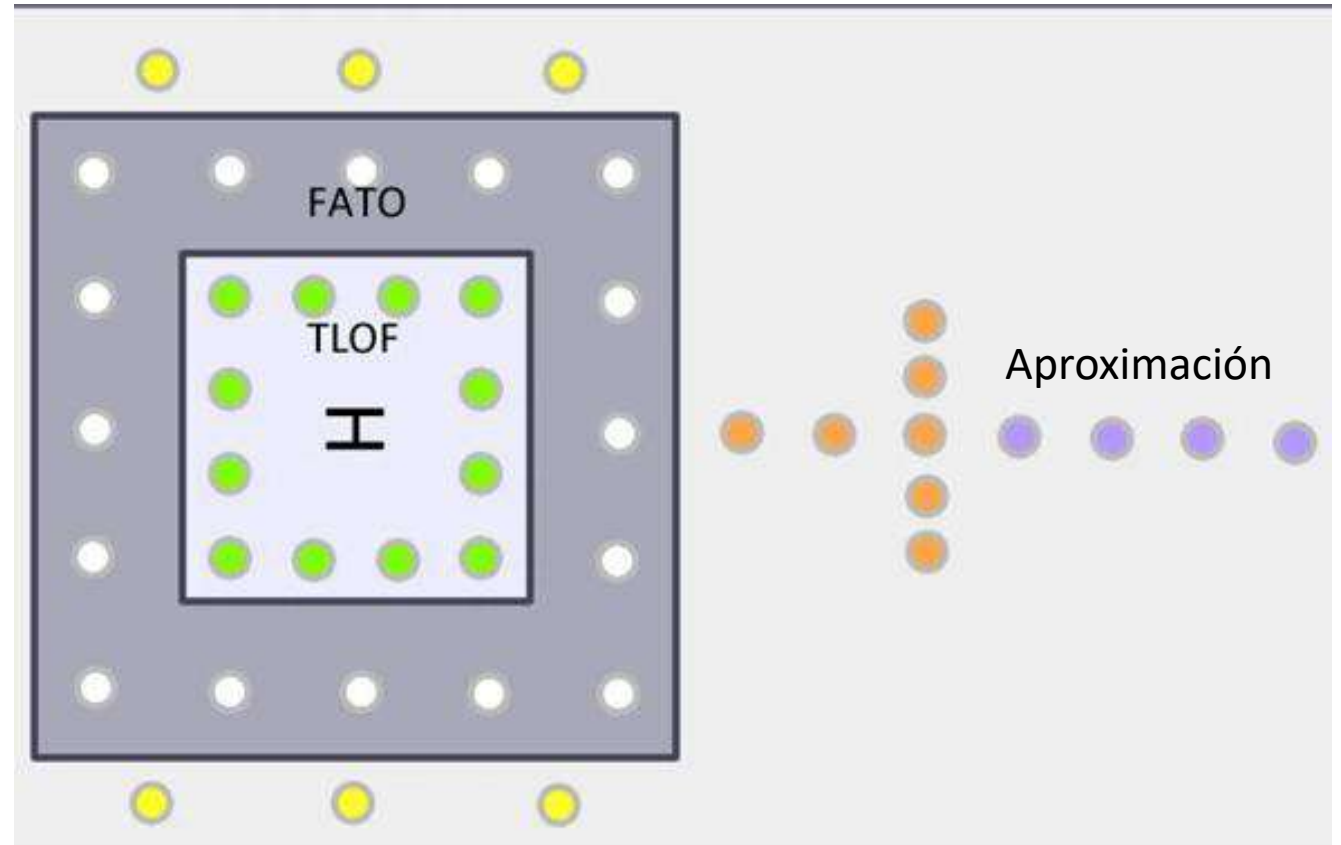
Sistema de luces para pista de aviación



Sistemas de luces seleccionados

Sistema de luces para helipuerto

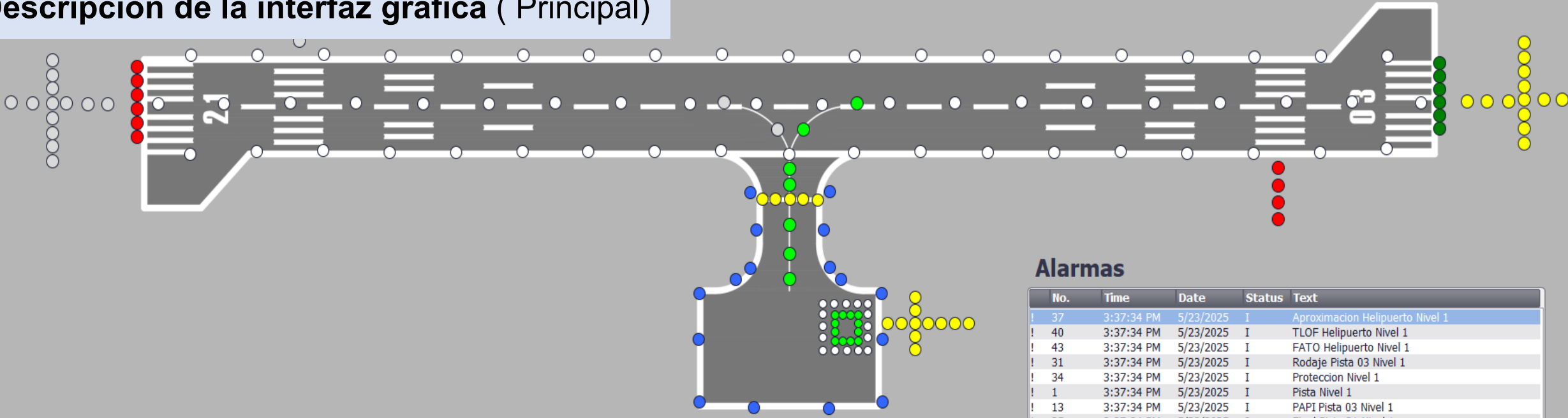
- Luces de Aproximación
- Luces TLOF
- Luces FATO



Descripción de la interfaz grafica (Inicio)



Descripción de la interfaz grafica (Principal)



Alarmas

No.	Time	Date	Status	Text
37	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
40	3:37:34 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto Nivel 1
43	3:37:34 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto Nivel 1
31	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Rodaje Pista 03 Nivel 1
34	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Proteccion Nivel 1
1	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Pista Nivel 1
13	3:37:34 PM	5/23/2025	I	PAPI Pista 03 Nivel 1
25	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Final Pista 21 Nivel 1
16	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Borde calle de rodaje Nivel 1
7	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Pista 03 Nivel 1

AERODROMO

APROXIMACION

PAPI

PISTA

BORDE

RODAJE

PROTECCIÓN

HELIPUERTO

APROXIMACIÓN

TLOF

FATO

Descripción de la interfaz grafica (Control de Alarmas)

No.	Time	Date	Status	Text
37	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
40	3:37:34 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto Nivel 1
43	3:37:34 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto Nivel 1
31	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Rodaje Pista 03 Nivel 1
34	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Proteccion Nivel 1
1	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Pista Nivel 1
13	3:37:34 PM	5/23/2025	I	PAPI Pista 03 Nivel 1
25	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Final Pista 21 Nivel 1
16	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Borde calle de rodaje Nivel 1
7	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Pista 03 Nivel 1

HISTORICO DE ALARMAS

No.	Time	Date	Status	Text
37	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
40	3:37:34 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto Nivel 1
43	3:37:34 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto Nivel 1
31	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Rodaje Pista 03 Nivel 1
34	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Proteccion Nivel 1
1	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Pista Nivel 1
13	3:37:34 PM	5/23/2025	I	PAPI Pista 03 Nivel 1
25	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Final Pista 21 Nivel 1
16	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Borde calle de rodaje Nivel 1
7	3:37:34 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Pista 03 Nivel 1
52	3:36:46 PM	5/23/2025	IO	FATO Helipuerto OFF
43	3:36:46 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto Nivel 1
37	3:36:45 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
40	3:36:45 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto Nivel 1
51	3:36:43 PM	5/23/2025	IO	TLOF Helipuerto OFF
50	3:36:42 PM	5/23/2025	IO	Aproximacion Helipuerto OFF
49	3:36:41 PM	5/23/2025	IO	Proteccion OFF
34	3:36:41 PM	5/23/2025	I	Proteccion Nivel 1
48	3:36:40 PM	5/23/2025	IO	Rodaje de Pista OFF
31	3:36:40 PM	5/23/2025	I	Rodaje Pista 03 Nivel 1
46	3:36:39 PM	5/23/2025	IO	Borde de calle OFF
16	3:36:39 PM	5/23/2025	I	Borde calle de rodaje Nivel 1
21	3:36:38 PM	5/23/2025	IO	Pista OFF
1	3:36:38 PM	5/23/2025	I	Pista Nivel 1
25	3:36:38 PM	5/23/2025	I	Final Pista 21 Nivel 1
20	3:36:37 PM	5/23/2025	IO	PAPI OFF
13	3:36:37 PM	5/23/2025	I	PAPI Pista 03 Nivel 1
19	3:36:37 PM	5/23/2025	IO	Aproximacion OFF
7	3:36:37 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Pista 03 Nivel 1
50	3:35:02 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto OFF
37	3:35:02 PM	5/23/2025	IO	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
51	3:35:02 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto OFF
40	3:35:02 PM	5/23/2025	IO	TLOF Helipuerto Nivel 1
52	3:35:02 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto OFF
43	3:35:02 PM	5/23/2025	IO	FATO Helipuerto Nivel 1
48	3:34:41 PM	5/23/2025	I	Rodaje de Pista OFF
28	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Rodaje Pista 21 Nivel 1
49	3:34:41 PM	5/23/2025	I	Proteccion OFF
34	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Proteccion Nivel 1
21	3:34:41 PM	5/23/2025	I	Pista OFF
1	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Pista Nivel 1
20	3:34:41 PM	5/23/2025	I	PAPI OFF
10	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	PAPI Pista 21 Nivel 1
22	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Final Pista 03 Nivel 1
46	3:34:41 PM	5/23/2025	I	Borde de calle OFF
16	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Borde calle de rodaje Nivel 1
19	3:34:41 PM	5/23/2025	I	Aproximacion OFF
4	3:34:41 PM	5/23/2025	IO	Aproximacion Pista 21 Nivel 1
37	3:34:32 PM	5/23/2025	I	Aproximacion Helipuerto Nivel 1
40	3:34:32 PM	5/23/2025	I	TLOF Helipuerto Nivel 1
43	3:34:32 PM	5/23/2025	I	FATO Helipuerto Nivel 1
28	3:34:32 PM	5/23/2025	I	Rodaje Pista 21 Nivel 1

Presupuesto de la propuesta de sistema electrónico de iluminación.

Ítem	Descripción	Precio Unitario (USD)
1	Sistema SCADA	159.207
2	Luminarias	413.864
3	Instalación de Luminarias	91.160
	Imprevistos (5%)	33.212
	TOTAL (USD)	697.443

RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Como resultado fundamental de este proyecto final de grado, se ha propuesto un sistema de automatización de iluminación de pista para el **Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”** de la ciudad de Coronel Oviedo.
- Se llevó a cabo un análisis de las alternativas tecnológicas para la iluminación de pista, determinando que las luminarias con tecnología **LED** representan la opción más ventajosa. Esta conclusión se basa en estudios técnicos que destacan los beneficios significativos de las LED frente a las halógenas, principalmente en términos de menor consumo energético y reducción de costos de mantenimiento. Los sistemas de luces propuestos para la pista de aviación y el helipuerto son de tecnología LED.
- Para este proyecto, se seleccionó un **PLC Siemens S7-1200** (modelo CPU 1215C AC/DC/Rly), el cual ofrece características técnicas adecuadas, incluyendo memoria, entradas/salidas digitales y analógicas, contadores rápidos, salidas de impulso y capacidades de comunicación. Dada la posible distribución espacial de los sistemas de luces, se optó por complementar el PLC con unidades descentralizadas **ET200SP** (IM 155-6PN BA). Esta arquitectura modular permite expandir la configuración de entradas/salidas según las necesidades de cada sistema de iluminación y facilita la comunicación con el PLC central mediante el estándar industrial **PROFINET**. Se utilizaron módulos de relés (RQ 4x120VDC/230VAC/5A) para el control de las cargas.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

- El control y la supervisión del sistema se gestionan a través de un sistema SCADA. Se diseñó el sistema de control de iluminación de pista mediante WinCC Advanced, una solución de Siemens adecuada para la visualización y control a nivel de máquina desde un PC. La interfaz gráfica del sistema SCADA incluye pantallas para inicio de sesión, operación principal y control de alarmas.
- Se definieron y seleccionaron los sistemas de luces específicos a implementar. Para la pista de aviación, se programaron luces de Aproximación, PAPI, borde de pista, eje de pista, umbral y final de pista, luces de rodaje (eje y borde) y luces de espera.
- Para el helipuerto, se contemplan luces de aproximación, TLOF y FATO. Se optó por un sistema de iluminación sencillo, adecuado para vuelo visual sin instrumentos adicionales, reflejando la realidad de muchos aeródromos de menor escala.
- En cuanto a la regulación del brillo de las luminarias, se plantea mediante reguladores de corriente constante controlados por microprocesador (**MCR**), que permiten ajustar el brillo en pasos discretos (**10%, 30%, 100%**).
- Se diseñó el sistema eléctrico para incluir la intercalación de circuitos de iluminación, garantizando que la falla de un circuito no genere una guía visual incorrecta.
- Finalmente, el proyecto presenta un presupuesto detallado de la propuesta. Este presupuesto incluye el costo de los materiales necesarios (Sistema SCADA y Luminarias) y la mano de obra para la instalación, totalizando la suma de **697.443** dólares. Los anexos proporcionan el desglose de los costos asociados a las luminarias, la instalación y el sistema SCADA.

CONCLUSIONES

- Se realizó una revisión de la normativa relacionada con aeropuertos y aeródromos, incluyendo el Código Aeronáutico de la República del Paraguay (Ley N° 1860) y los reglamentos de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), haciendo énfasis en DINAC R 14 Volumen I y II, así como el Manual de diseño de aeródromos Parte 4 y 5 de la OACI.
- Se analizaron las alternativas tecnológicas para la iluminación de pista, determinando que las luminarias LED son la opción más ventajosa frente a las halógenas.
- Se seleccionó un PLC Siemens S7-1200 con unidades descentralizadas ET200SP con comunicación PROFINET para el sistema de control.
- Se diseñó un sistema de control de iluminación de pista mediante sistema SCADA utilizando WinCC Advanced para el Aeropuerto “Cap. Walter Gwynn”. Este sistema incluye interfaces gráficas para inicio de sesión, operación y control de alarmas.
- Los sistemas de iluminación seleccionados para la pista de aviación incluyen luces de aproximación, PAPI, borde de pista, eje de pista, umbral y final, borde de calles de rodaje y eje de calles de rodaje, y luces de espera (protección de pista). Para el helipuerto, se seleccionaron luces de aproximación, TLOF y FATO.

CONCLUSIONES

- Se consideró la intercalación de circuitos de iluminación para garantizar que la falla en un circuito no genere una guía visual incorrecta, especialmente para pistas con bajo alcance visual en pista (RVR). Los circuitos de eje de calle de rodaje pueden intercalarse en partes esenciales del sistema de calles de rodaje.
- Se diseñó el sistema de iluminación del eje de las calles de rodaje con capacidad de activación selectiva por segmentos, implementable mediante reguladores de corriente constante independientes o un único regulador con relés selectores. Se optó por un sistema computarizado para la activación automática de secuencias de segmentos iluminados.
- Se presenta un presupuesto de la propuesta que incluye el costo de los materiales necesarios y la mano de obra, totalizando la suma de 697.443 dólares.

RECOMENDACIONES

- Actualmente no se dispone de una Torre Control de Tráfico aéreo (ATC) por lo que es necesario un proyecto civil.
- Considerar la futura integración del sistema de control SCADA con una potencial Torre de Control de Tráfico Aéreo (ATC).



GRACIAS