

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**DISEÑO DE UN SISTEMA INMÓTICO ROBUSTO USANDO EL PLC LOGO!
CON CONEXIÓN A LA NUBE PARA OFICINAS EN LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería en Electrónica y Automatización

Presentado por:

Héctor Alejandro Atiaga Rueda

Franco Hermel Loayza Camino

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

A mi madre, Mónica por ser mi sustento y apoyo a lo largo de toda mi vida. A mi padre, Héctor por ser mi mayor ejemplo a seguir. A mi hermana, Mónica por alentarme y apoyarme en todo momento. A mi compañero y amigo Franco por apoyarme tanto profesional, académica y personalmente. A mi familia y amigos, ya que compartir con cada uno de ellos me ha ayudado a crecer como persona.

Héctor Atiaga Rueda

A Dios, por brindarme perseverancia y sabiduría a lo largo de todos los años de estudio. A mi madre por ser mi apoyo incondicional en todo momento y por brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente. A mis abuelos Dora, César y a mi tía María Olivia, quienes estuvieron apoyándome en los momentos más duros de mi vida. Al mejor partner Héctor por su contante esfuerzo y paciencia en todos los proyectos realizados juntos.

Franco Loayza Camino

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a ESPOL y a los docentes durante todos los años de estudio por compartir sus conocimientos y ayudarnos a crecer profesionalmente.

A Systeseg S.A. por permitirnos realizar este proyecto en sus oficinas y brindarnos la información necesaria para respaldar y diseñar este trabajo.

A nuestras hermanas, familia, amigos y compañeros, por su constante apoyo y espíritu alentador.

“Cuando todo parece ir en contra de usted, recuerde que el avión despegó en contra del viento, no con él.” - Henry Ford.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; **Héctor Alejandro Atiaga Rueda** y **Franco Hermel Loayza Camino** damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Héctor Alejandro
Atiaga Rueda



Firmado electrónicamente por:
FRANCO HERMEL
LOAYZA CAMINO

Franco Hermel
Loayza Camino

EVALUADORES



.....
Phd. Wilton Agila Gálvez

Profesor de la Materia

.....
Msc. Dennys Cortez Alvarez

Profesor Tutor

RESUMEN

La planificación sostenible energética del Ecuador depende de la eficiencia energética y el uso racional del consumo eléctrico de las empresas, donde la falta de implementación de sistemas que permitan mejorar la eficiencia energética en sus oficinas y edificios es muy notable. Por lo tanto, este proyecto contempla el diseño de un sistema inmótico robusto usando un PLC LOGO.

El desarrollo del proyecto se enfocó en la integración de los sistemas electrónicos, eléctricos e informáticos al vincular el sistema eléctrico de la oficina con un sistema de control usando un PLC LOGO!, el cuál además de controlar la luminaria y la climatización de las instalaciones se comunica con los servidores de AWS a través de su protocolo ethernet industrial para enviar y recibir información en tiempo real con la finalidad de controlar y monitorear los sistemas eléctricos usando una interfaz web desarrollada en LWE y alojada en los servidores de AWS.

Teniendo en cuenta las oficinas de Systeseg S.A como caso de estudio, se obtuvo un ahorro energético anual de 2126 kWh al usar este sistema inmótico, el análisis económico indicó un ahorro constante aproximado de \$209,52 dólares anuales, mismos que representan el incremento de la eficiencia energética y el ahorro monetario en los costos operativos de la empresa.

La integración del sistema contribuye con el ahorro energético de la oficina en aproximadamente un 30%, al cubrir los desperdicios energéticos causados por el descuido del personal y aumentando el ahorro económico de la empresa en sus gastos operativos.

Palabras Clave: Eficiencia energética, inmótica, AWS, IOT

ABSTRACT

Sustainable energy planning in Ecuador depends on energy efficiency and the rational use of electricity consumption by companies, where the lack of systems implemented that allow improving energy efficiency in their offices and buildings is very notable. Therefore, this project contemplates the design of a robust inmotion system using PLC LOGO.

This project development was focused on the integration of electronic, electrical and computer systems by controlling the electrical system of the premises using a PLC LOGO!, which in addition to controlling the lighting and air conditioning of the office communicates with AWS servers through its industrial ethernet protocol in order to send and receive information in real time with the purpose of controlling and monitoring electrical systems using a web interface developed in LWE and hosted on AWS servers.

Taking into consideration Systeseg SA facilities as a case of study, an annual energy saving of 2126 kWh was obtained when using this inmotion system, the economic analysis indicated a constant saving of approximately \$209.52 dollars per year, which represents the increase in the energy efficiency and monetary savings in the operating costs of the company.

The integration of the system contributes to the office energy efficiency by approximately 30%, by covering the energy waste caused by the carelessness of the staff and increasing the economic savings of the company in its operating expenses.

Keywords: Energy efficiency, inmotionics, AWS, PLC, LWE

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE PLANOS.....	XI
CAPÍTULO 1.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Descripción del Problema	12
1.2. Justificación del Problema	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo General	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
1.4. MARCO TEORICO	14
1.4.1. Edificios Inteligentes.....	15
1.4.1.1. Inmótica	15
1.4.2. Eficiencia Energética y Sostenibilidad.....	16
1.4.3. Autómata Programable	26
1.4.3.1. Siemens LOGO!8	29
1.4.3.2. Módulos de Expansión PLC LOGO!	29
1.4.4. LOGO!Soft Comfort.....	30
1.4.5. Control de Acceso	30
1.4.5.1. RFID.....	31
1.4.6. Sensores.....	31
1.4.6.1. Sensor de Temperatura	32
1.4.7. Sensores de movimiento	32
1.4.8. Actuadores.....	32
1.4.9. Comunicación Ethernet Industrial	35

1.4.10.	Interfaz de usuario.....	36
1.4.11.	Logo! Web Editor (LWE).....	37
1.4.12.	Servidor web AWS.....	38
1.4.12.1.	IoT Core	38
1.4.12.2.	Elastic Beanstalk	38
CAPÍTULO 2.....		39
2.	METODOLOGÍA.....	39
2.1.	Adquisición de Datos	40
2.1.1.	Levantamiento Eléctrico	40
2.1.2.	Consumo Eléctrico anual de la oficina de Systeseg S.A.	43
2.1.3.	Encuestas realizadas al personal.....	43
2.2.	Topología del Sistema Inmótico.....	43
2.3.	Diseño del sistema eléctrico controlado propuesto.....	44
2.4.	Diseño del Tablero de Control	46
2.5.	Programación en LOGO!Soft Comfort	48
2.5.1.	Control de luminaria	51
2.5.1.1.	Escenario 1	51
2.5.1.2.	Escenario 2	52
2.5.1.3.	Escenario 3	53
2.5.2.	Control del Sistema de climatización	54
2.5.2.1.	Escenario 1	56
2.5.2.2.	Escenario 2	56
2.5.2.3.	Escenario 3	56
2.5.3.	Control de Acceso.....	57
2.6.	Diseño de la Interfaz web en LOGO! Web Editor.....	57
2.7.	Conexión con AWS.....	60
CAPÍTULO 3.....		64
3.	Resultados y Análisis.....	64
3.1.	Interfaz Web Desarrollada	64
3.2.	Análisis de los datos adquiridos.....	66
3.3.	Análisis de la eficiencia energética	69
3.4.	Análisis de Costos	71

CAPÍTULO 4.....76

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....76

4.1. Conclusiones76

4.2. Recomendaciones77

BIBLIOGRAFÍA.....79

APÉNDICES.....81

ABREVIATURAS

IoT Internet de las cosas (Internet of things)

LWE Logo Web Editor

AWS Amazon Web Services

PLC Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller)

IAM Administrador de acceso e identidades (Identity and Access Management)

HTML Lenguaje de marcado de Hipertexto (HyperText Markup Language)

AA Aire Acondicionado

DM Detector de movimiento

CNEL Corporación Nacional de Electricidad

IP Protocolo de Internet (Internet Protocol)

HVAC Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado (Heating, ventilation, and air conditioning)

AP Autómata Programable

UDF Función Personalizada

FUP Diagrama de Funciones (Funktionsplan)

KOP Diagrama de Escalera (Kontaktplan)

PIN Número de Identificación Personal (Personal Identification Number)

RFID Identificación por radio frecuencia (Radio Frequency Identification)

SIMBOLOGÍA

kWh Kilovatios hora

GWh Gigavatios hora

W Watios

Mbps Megabytes por segundo

mA miliamperios

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1.	Crecimiento de dispositivos conectados en edificios inteligentes a lo largo del tiempo (SIEMENS, 2021).	15
Figura 1. 2.	Ahorro energético por semana. (Nava, Fabelo, Romero, 2015)	17
Figura 1. 3.	CNEL en cifras - Guayaquil. (CNEL, 2020)	18
Figura 2. 1.	Topología del sistema inmótico diseñado	44
Figura 2. 2.	Tablero de Control Diseñado	47
Figura 2. 3.	Selector de modo de operación.	49
Figura 2. 4.	Funcionamiento del bloque de retardo a la desconexión	50
Figura 2. 5.	Configuración de los temporizadores.	50
Figura 2. 6.	Funcionamiento del bloque temporizador.	51
Figura 2. 7.	Control de luminaria - Gerencia.	51
Figura 2. 8.	Control de luminaria – Sala de reuniones.	52
Figura 2. 9.	Control de luminaria – Exterior.	54
Figura 2. 10.	Control del sistema de climatización - Lobby.	54
Figura 2. 11.	UDF del control de sistema de climatización.	55
Figura 2. 12.	Control de acceso – Puerta Principal.	57
Figura 2. 13.	Control de acceso – Puerta Principal.	57
Figura 2. 14.	Creación del proyecto en LWE.	58
Figura 2. 15.	Creación del Objeto IoT en LWE.	58
Figura 2. 16.	Herramientas de Diseño en LWE.	59
Figura 2. 17.	Vincular las entradas y salidas del PLC LOGO! con cada símbolo creado en LWE.	59
Figura 2. 18.	Interfaz web del sistema inmótico diseñada	60
Figura 2. 19.	Crear Objeto en el servicio de IoT de AWS.	61
Figura 2. 20.	Registro del PLC LOGO! usando las credenciales de acceso mediante programación.	61
Figura 2. 21.	Ajuste de transferencia de datos de la nube.	62
Figura 2. 22.	Carga de La interfaz web a la nube desde LWE.	63
Figura 3. 1.	Código QR creado para el acceso hacia la interfaz de control web.	64
Figura 3. 2.	Validación de credenciales para acceder a la interfaz de control web.	65
Figura 3. 3.	Interfaz web del sistema imótico.	66

Grafica 3. 1.	Horas de funcionamiento de los sistemas por día.	67
Grafica 3. 2.	Desaprovechamiento energético (horas/mes).	68
Grafica 3. 3.	Distribución del consumo eléctrico de Systeseg S.A.	69
Grafica 3. 4.	Porcentaje de ahorro energético posible por sistema de Systeseg S.A.	70
Grafica 3. 5.	Análisis del ahorro acumulado y la ganancia por año.	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1.	Distribución de cargas.	42
Tabla 2. 2.	Circuitos eléctricos propuestos.....	46
Tabla 2. 3.	Materiales necesarios para la implementación del sistema inmótico propuesto. 47	
Tabla 2. 4.	Listado de entradas y salidas del bloque UDF desarrollado.....	56
Tabla 3. 1.	Cálculo del porcentaje de desaprovechamiento de la energía eléctrica por mes. 69	
Tabla 3. 2.	Energía eléctrica ahorrable por sistema.	70
Tabla 3. 3.	Consumo energético de SYSTESEG en el año 2021.....	71
Tabla 3. 4.	Datos de consumo y ahorro energético en el año 2021 – SYSTESEG.	72
Tabla 3. 5.	Listado de materiales y costos de implementación.	73
Tabla 3. 6.	Inversión inicial del proyecto.....	73
Tabla 3. 7.	Análisis del PRI.	74

INDICE DE PLANOS

Plano 2. 1. Levantamiento Eléctrico de la oficina de Systeseg S.A.....	41
Plano 2. 2. Diseño del sistema Eléctrico controlado propuesto para Luminarias Climatización y Control de acceso.....	45

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del Problema

En la actualidad la demanda energética del Ecuador se encuentra en constante crecimiento, lo cual podemos apreciar gracias a las cifras publicadas por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. En el periodo de enero hasta Julio de 2021 se evidenció un consumo eléctrico de 15086 GWh a nivel nacional, representando un aumento en la demanda eléctrica de un 8,13% con respecto al mismo periodo del año anterior (Ministerio de Energía y Recursos no Renovables, 2021). Además, la tasa de crecimiento poblacional se ve superada notablemente por la tasa de consumo de energía eléctrica por habitante, siendo esta última de 1517,1 kWh (Ministerio de Energías no Renovables del Ecuador, 2019).

De igual manera una de las provincias que más aporta a este incremento en el consumo eléctrico es el Guayas, debido a su gran crecimiento industrial y comercial, donde según un estudio realizado en el 2018 se caracterizó por tener una varianza del consumo en eléctrico de 3.3% en un periodo de 10 años, siendo esta mayor a la varianza promedio en el incremento del consumo eléctrico a nivel nacional que es del 2.4%.

El sector público, comercial y en especial las oficinas en la ciudad de Guayaquil representan el 28,1% del consumo energético del Ecuador (Ministerio de Energías no Renovables del Ecuador, 2019). En consecuencia, simboliza la necesidad que tienen dichas empresas de implementar tecnologías que permitan monitorear y controlar su eficiencia energética, con el fin de ahorrar costos, debido al aumento de la escasez de recursos, y a los costos operativos crecientes, mismos que son solo algunos de los desafíos que deben tenerse en cuenta al pensar en la eficiencia energética y los edificios sostenibles.

1.2. Justificación del Problema

No solo se trata de usar la energía necesaria para realizar las actividades cotidianas, sino de consumirla de manera inteligente. La eficiencia en el uso ha sido otro de los pilares importantes en la implementación de sistemas de gestión de energía en los edificios comerciales y oficinas, ya que permiten conseguir una importante disminución en la demanda eléctrica a nivel nacional y con ello ahorros económicos (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018).

Los edificios inteligentes ofrecen nuevos niveles de rendimiento basados en datos adquiridos a través de sensores para accionar dispositivos o instrumentos de acuerdo con la programación preconfiguradas que posea el controlador principal, cumpliendo de esta manera con las necesidades de los usuarios. Para cumplir con la eficiencia energética de estas construcciones es necesaria la integración de sistemas de telecomunicación, electrónicos y eléctricos formando un sistema más complejo conocido actualmente como sistema inmótico.

El diseñar y programar un sistema inmótico robusto haciendo uso de un autómata programable Logo con conexión a la nube nos permite controlar y monitorear de manera confiable el consumo de los diferentes sistemas eléctricos y electrónicos de las oficinas, permitiéndonos un uso más eficiente de la energía eléctrica y un ahorro económico. La característica especial que posee el PLC Logo es la facilidad de conectarse directamente con los servidores de AWS a través de su protocolo Ethernet Industrial, propiedad que no poseen otros PLC's de la misma gama.

La conexión directa con la nube nos permite diseñar y almacenar una interfaz web en sus servidores para acceder al sistema inmótico de la oficina desde cualquier parte del mundo a través del navegador de cualquier dispositivo inteligente con conexión a internet.

1.3. Objetivos

1.3.1. **Objetivo General**^{[WEAG1][FHLC2]}

Diseñar un sistema ~~domótico~~ inmótico robusto considerando el confort y la eficiencia energética de una oficina dentro de la ciudad de Guayaquil utilizando un ~~plc~~ PLC Logo! V8.3 con conexión a la nube, a fin de automatizar el servicio, confort y seguridad de las instalaciones eléctricas de las oficinas y su personal.

1.3.2. **Objetivos Específicos**^{[WEAG3][FHLC4]}

1. Definir la cantidad y especificaciones necesarias de los sensores y actuadores para la correcta implementación de un sistema inmótico de una oficina~~Plantear el diseño eléctrico de un sistema domótico a fin de conocer el número de instrumentos y sensores necesarios.~~
- 1.2. Diseñar los circuitos de control y potencia necesarios para el funcionamiento eficiente de los sistemas de iluminación, climatización y acceso de una oficina.
- ~~2. Realizar la programación del controlador PLC ~~plc Logo! 8 logo v8.3~~ para ~~receptar la información de los sensores y accionar los actuadores respectivos~~ utilizando el software Logo! Soft Comfort V8.3.~~
- ~~3. Implementar un servidor web único con conexión a la nube con la finalidad de facilitar el acceso al sistema domótico desde cualquier dispositivo.~~
- ~~4. Diseñar~~ Diseñar una interfaz web mediante la cual el usuario controlará el sistema inmótico de la oficina de manera remota, una interfaz HMI y una aplicación móvil para controlar y monitorear el consumo eléctrico de las oficinas.

1.4. **MARCO TEORICO**^[WEAG5]

Con la finalidad de comprender los diferentes aspectos necesarios para el diseño de un sistema inmótico en la ciudad de Guayaquil, se presentan en esta sección los antecedentes y el estado de la demanda de energía por parte de la infraestructura

ofimática. De igual manera, se detalla brevemente las diferentes tecnologías para implementar los circuitos de control y monitoreo, así como también sus protocolos y herramientas.

1.4.1. Edificios Inteligentes

Son aquellas estructuras arquitectónicas equipadas de instrumentos y redes tecnológicas que permiten automatizar y monitorear sus diferentes sistemas a través de un sistema de control, mismo que se encuentra conectado a una red eléctrica especial diseñada para enviar y recibir información del funcionamiento de cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos conectados a ella.

1.4.1.1. Inmótica

La inmótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema (Asociación Española de Domótica e Inmótica, s.f.).



Figura 1. 1. Crecimiento de dispositivos conectados en edificios inteligentes a lo largo del tiempo (SIEMENS, 2021).

A lo largo de los años la implementación de sistemas automatizados para hacer un edificio inteligente ha ido creciendo para suplir las necesidades que tienen las personas, sin embargo, las construcciones que más han evolucionado y en mayor cantidad son las hospitalarias y las de hotelería. Además, tal y como podemos observar en la Figura 1 los inmuebles [WEAG6] comerciales o de oficina no han mejorado con el paso del tiempo, debido al desconocimiento que tienen estas empresas en la ciudad de Guayaquil que al implementar un sistema de control automático pueden ahorrar costos energéticos, aumentar el confort y la seguridad de su personal en sus edificios.

1.4.2. Eficiencia Energética y Sostenibilidad

Hoy en día la tecnología se ha encargado de desarrollar una gran variedad de elementos los cuales nos permiten aprovechar al máximo los recursos que un establecimiento pueda tener disponibles. Esto a primera vista no parece una prioridad en cuanto al desarrollo de una empresa o de sus gastos, pero con ayuda de un sistema automatizado capaz de controlar las distintas fuentes de consumo energético de la empresa se puede equilibrar dicho desbalance monetario en cuanto al gasto general de la empresa.

Estos cambios minoritarios pueden hacer una gran diferencia en el desarrollo de la empresa, y esto es posible gracias al desarrollo y aplicación de elementos IoT (Internet of things) y los algoritmos de Machine Learning, que entre muchas cosas nos permite ajustar la temperatura de ciertos lugares del establecimiento mediante la medición de los niveles de ocupación de las distintas salas en tiempo real.

La tecnología HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning) consiste en permitir crear ambientes donde la temperatura, humedad y limpieza del aire se encuentren en óptimas condiciones. Estos equipos con tecnología HVAC si bien son más costosos que sus similares poseen una amplia cantidad de funciones que los equipos de ventilación o acondicionamiento de aires no

poseen, ya que los equipos HVAC tienen la capacidad de funcionar como calefacción, aire acondicionado y ventilación, teniendo en cuenta también que estos dispositivos poseen termostatos inteligentes capaces de ayudar en el ámbito de control de consumo energético.

Según un estudio realizado en el 2015 por la Universidad Rafael Beloso Chacín de Maracaibo, Venezuela el consumo promedio de una residencia es de 438.3 KWh por semana. Lo cual varía en gran manera una vez que dicha residencia comience con la automatización de todo su sistema eléctrico este consumo baja a 218.1 KWh, ahorrando así un promedio de 49.76% en el consumo energético de la residencia.

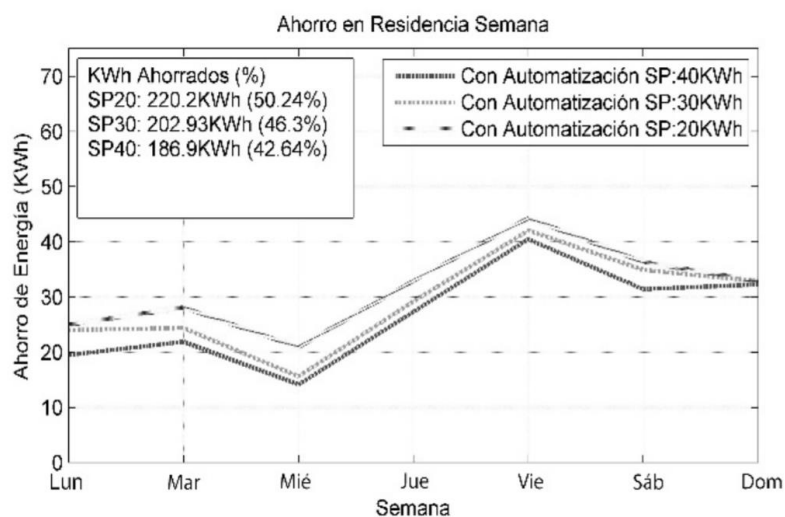


Figura 1. 2. Ahorro energético por semana. (Nava, Fabelo, Romero, 2015)

En Guayaquil se tiene un consumo de energía por cliente donde solo el 12% de los mismos presentan el consumo de los clientes no residenciales, pero esto no quiere decir que el consumo energético de este 12% sea equivalente en la cantidad de KWh consumidos por cada uno de los clientes, es por eso por lo que el objetivo de volver una empresa sustentable mediante el ahorro energético de la misma es un factor que nos debe interesar en gran manera.

Teniendo presente el ahorro que puede representar la automatización y control en cuanto al consumo energético de las empresas en Guayaquil y el

gasto monetario que esto representa ya que según la CNEL en su estudio realizado en septiembre del 2020 el gasto total de Guayaquil en cuanto a consumo eléctrico se refiere llegó a ser aproximadamente 400 millones de dólares.

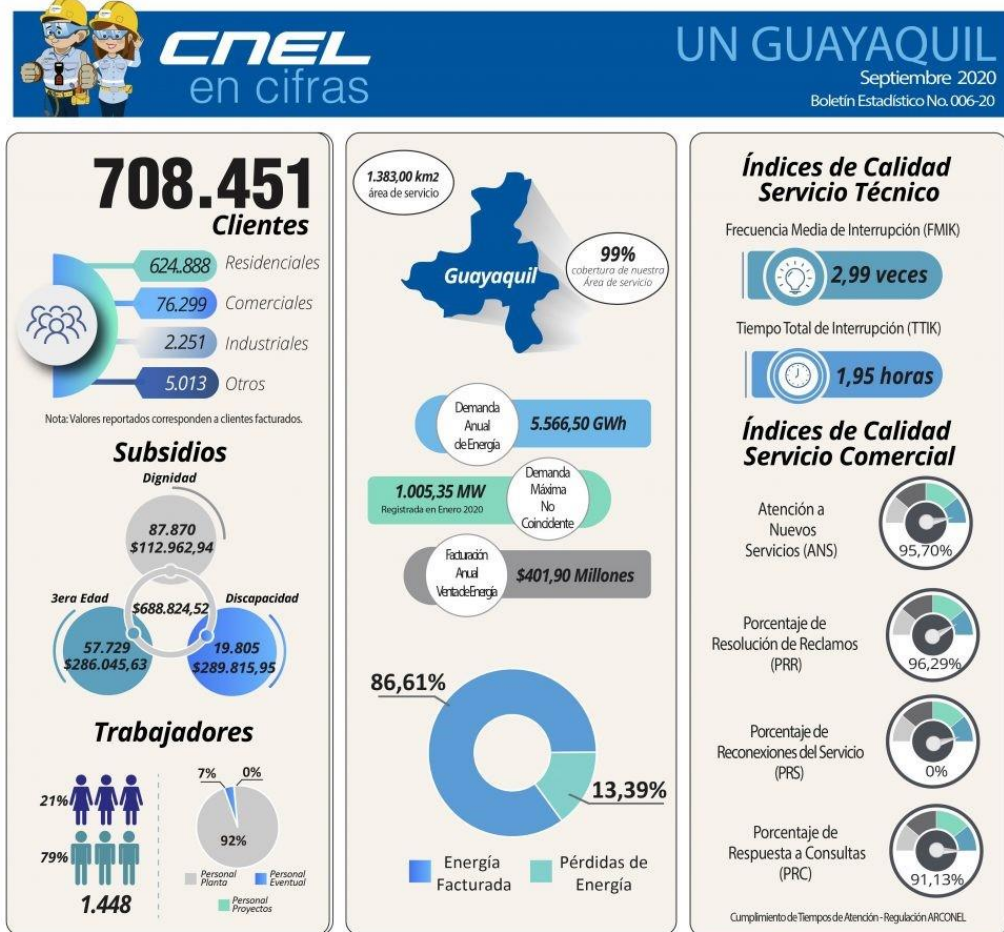


Figura 1. 3. CNEL en cifras - Guayaquil. (CNEL, 2020)

1.4.3. Seguridad ante intrusos

~~La seguridad es uno de los ámbitos más importantes para el desarrollo natural de cualquier tipo de negocio, oficina o fábrica ya que si no protegemos a las personas y los distintos activos que posean la empresa no podremos desarrollar o trabajar de una manera eficiente.~~

~~En el mundo de la seguridad se tiene un concepto de etapas o anillos en los cuales cualquiera de estos puede ser vulnerado, dependiendo de la eficacia de las instalaciones y la integración que pueden tener cada uno de estos. Los anillos de seguridad se definen en 3, el anillo interno, el anillo medio y el anillo externo.~~

~~A continuación, detallaremos en qué se basan cada uno de estos anillos de seguridad previamente mencionados.~~

~~El anillo interno se encarga de englobar aquellas personas, bienes y activos los cuales queremos proteger y resguardar de cualquier tipo de peligro o amenaza que pueda venir desde afuera, por ende, tiene que atravesar o violar los primeros dos anillos de seguridad.~~

~~Este anillo interno puede venir de la mano con guardias de seguridad in situ protegiendo a todo momento los bienes preciados del establecimiento. Desgraciadamente se conoce que el ser humano puede tener varios factores que afecten a su desarrollo y eficacia como lo puede ser el cansancio o algún agente o droga externa que pueda burlarlo, es por esto que el anillo medio es mayoritariamente automatizado, para poder prevenir aquellas amenazas que no puedan ser solucionadas por el anillo interno.~~

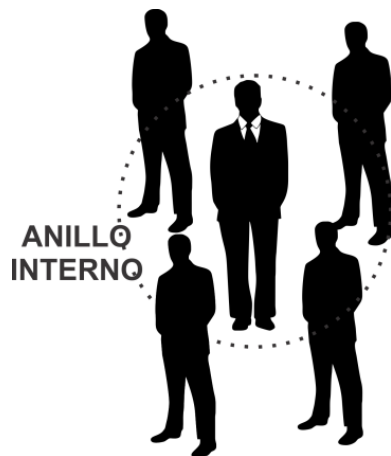


Figura 4: Anillo de seguridad interno. (Techtrol, 2016)

El segundo anillo de seguridad, también denominado anillo medio es aquel que posee todos los equipos de alarma, cámaras, controladores de accesos, etc. Este anillo es el más difícil de penetrar ya que es aquel que posee el mayor desarrollo tecnológico y tiene soluciones para prácticamente cualquier tipo de inconveniente o peligro que pueda suscitarse.

Este anillo debe ser desarrollado, probado y certificado por un experto en seguridad, para así poder decrementar las posibilidades lo más posible ante cualquier tipo de anomalía o perpetración a la integridad del sistema general.

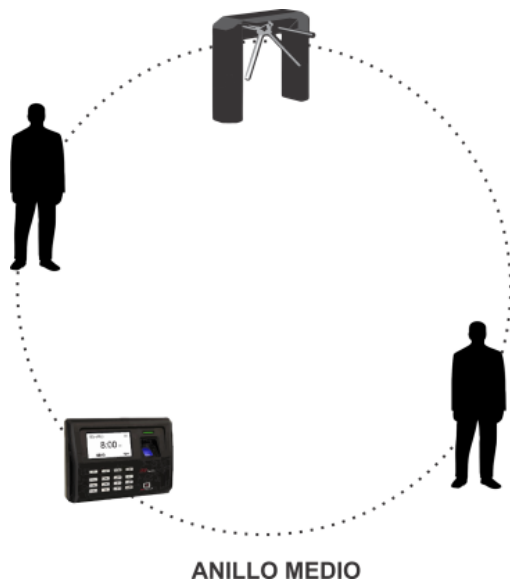


Figura 5: Anillo de seguridad medio. (Techtrol, 2016)^[WEAG7]

~~Finalmente tenemos el anillo externo de seguridad, el cual se conforma en su mayoría por guardias de seguridad, policías u otro ente que sea principalmente conformado por seres humanos. Y al igual que anillo interno puede ser perpetrado por varios factores carecientes del ser humano.~~

~~A diferencia del anillo interno, en el anillo de seguridad externo tenemos todo lo referente a seguridad perimetral y control de accesos sin mucha distinción, ya que esto se realiza más arduamente en el anillo de seguridad medio.~~

~~Se tiene también como concepto que en el anillo de seguridad externo se encuentran aquellos servicios que nos pueden ayudar a controlar o evitar cualquier tipo de inconveniente, como lo puede ser la fuerza policial, el cuerpo de bomberos, ambulancias, entre otros.~~

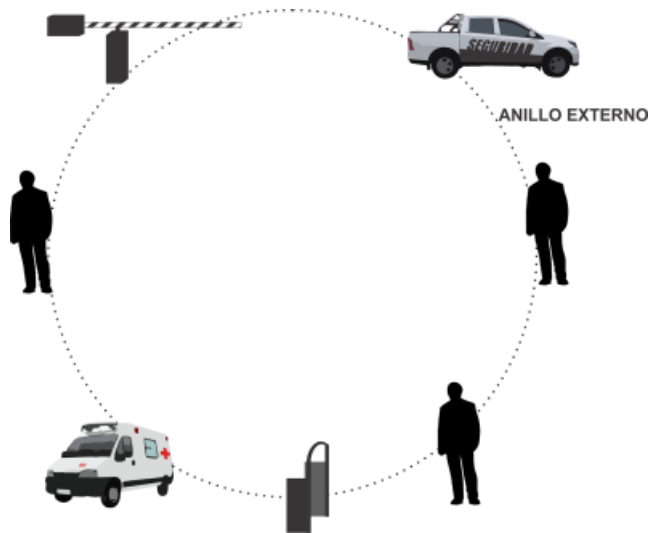


Figura 6: Anillo de seguridad externo. (Techtrol, 2016)

En cuanto a análisis de seguridad de los establecimientos es de gran importancia tener presente cada uno de los niveles detallados a continuación.

1.4.27.0. Control de Acceso [WEAG8]

Los sistemas de control de acceso son diseñados para lograr controlar el ingreso y salida de personas, bienes o activos de una ubicación o zona indicada. También es utilizado en su gran mayoría como un control de personal, para lograr reconocer en qué lugar ha estado determinada persona durante todo su intervalo laboral. Pero más allá de controlar los horarios de determinadas personas, los sistemas de control de acceso pueden ayudarnos con muchas otras cosas como para garantizar la seguridad de la ubicación designada y a su vez nos permitirá facilitar en la organización empresarial ya que podremos definir los distintos niveles de acceso para cada uno de los usuarios enrolados.

Un sistema de control de acceso puede ser utilizado de manera local, es decir, desconectado de la red, para que así este sistema controle un determinado número de accesos. Así mismo podemos mantener nuestro sistema conectado a la red para de esta manera obtener un abanico de funciones mucho mayor.

Existen una amplia variedad de sistemas de control de acceso, en muchos de estos casos incluso llegando a ser considerados de doble o triple verificación dependiendo de la tecnología que se vaya a implementar.

1.4.31.0. PIN

El lector más común es aquel que posee un teclado y mediante una combinación de 4 o 6 dígitos, dependiendo si el PIN ingresado sea correcto o incorrecto, se envía una señal al controlador encargado de aquel acceso.

1.4.33.0. RFID

De sus siglas en ingles Radio frequency identification (identificación por radio frecuencia), regularmente son lectores de tarjetas o tags que permiten o niegan el acceso dependiendo del número de identificación que posea la tarjeta o tag respectivo. Así mismo, pero no tan usual, es el uso de celulares u otros dispositivos capaces de emitir ondas de radio para poder acceder por medio de las lectoras RFID.

1.4.35.0. Sensores Biométricos

Son aquellos dispositivos que poseen incorporados en los mismos lectores de huellas dactilares, análisis de retina, reconocimiento facial, entre otros. Estos dispositivos son considerados los más fiables debido a la precisión en la lectura de los distintos parámetros además de que estos parámetros son los más difíciles de duplicar o falsificar, y a su vez estos dispositivos poseen un valor de mercado considerablemente mayor a los otros lectores.

1.4.37.0. Otros Lectores

Existen otro tipo de lectores de entrada para los sistemas de acceso, estos no son tan comunes como los mencionados previamente. Entre estos dispositivos podemos encontrar lectores de códigos QR, lectores

de tarjetas o dispositivos con tecnología NFC o hasta reconocimiento de placas.

1.4.39.0. Seguridad contra incendios [WEAG9]

La seguridad contra incendios depende de algunos parámetros como son detección, alarma, evacuación y extinción. Solo si todos ellos están cuidadosamente integrados entre sí, puede estar seguro de que sus empleados, visitantes, invitados y activos estarán seguros de manera completa. En la gran mayoría de países del mundo se rigen las instalaciones de los sistemas de incendio bajo estándares regulados por entes a nivel regionales, para Latinoamérica este ente es llamado ALAS (Asociación Latinoamericana de Seguridad), pero no es tomado en cuenta en nuestro país, este hecho está por cambiar ya que actualmente se encuentra el comité de ALAS Ecuador trabajando en lo antes mencionado.

Podemos ver casos de éxito a nivel Latinoamérica debido a la regulación general en cuanto a sistemas de seguridad, como lo es México, Colombia, Argentina, entre otros.

1.4.42.0. Detección

Esta etapa es la más importante en cuanto a los sistemas de incendio se refiere, ya que es la primera en ser accionado o activado. Existen una gran variedad de sensores y dispositivos que se encargan de la detección de un incendio o falla que concierna al sistema contra incendio de un complejo. Entre estos se encuentran los detectores de humo, detectores de temperatura, laser de detección de temperaturas en lugares con alto peligro de flamabilidad.

~~1.4.44.0. Alarma~~

~~La etapa de alarma es aquella que es activada una vez que el sistema de detección ha corroborado que existe un posible peligro inminente, donde se procede a activar el debido proceso de notificación a todo el personal en el sitio, y a su vez dicha notificación puede derivarse automáticamente a una central de monitoreo o hacia los servicios del cuerpo de bomberos directamente.~~

~~El proceso de notificación del peligro consta de varios dispositivos como lo son sirenas, luces estroboscópicas, letreros iluminados, etc.~~

~~1.4.47.0. Evacuación~~

~~Una vez el sistema haya sido accionado y las etapas anteriores hayan sido accionadas la empresa o domicilio que se encuentre pasando por dicho peligro se pone en marcha el plan de evacuación del sitio, el cual debe haber sido desarrollado y puesto en práctica mediante simulacros previamente. Así mismo se debe repasar las distintas rutas de evacuación por si alguna de estas se encuentra inhabilitada.~~

~~1.4.49.0. Extinción~~

~~La etapa final del desarrollo de un sistema contra incendios es la de extinción. Si bien el principal objetivo de un sistema contra incendios es el de precautelar la vida de las personas que se encuentran dentro del sitio, también es de gran importancia cuidar la infraestructura y activos que se encuentren dentro del lugar de análisis. Es por eso que la etapa de extinción es importante, normalmente esta consta de un agente supresor del fuego y un sistema de distribución del mismo. El agente supresor utilizado depende de la envergadura del lugar de estudio, para lugares pequeños se suele utilizar agua, en caso de que el ambiente lo permita. En otros casos se utilizan agentes químicos como el CO₂ u otros agentes limpios como ANSUL.~~

1.4.51.0. CCTV

La seguridad de las instalaciones es comúnmente relacionada con el sistema de cámara o CCTV (Closed Circuit Television) y bien es una gran parte de la seguridad general, pero la seguridad va mucho más allá. Hoy en día existe tecnología CCTV muy avanzada capaz de prevenir robos, incendios y muchas cosas más, pero en nuestro estudio nos centraremos en CCTV como un complemento visual de todo nuestro sistema automatizado.

1.4.54.0. Seguridad Perimetral

La seguridad perimetral es el primer anillo de seguridad que todo establecimiento debe tener, pero no por eso deja de ser sumamente importante, ya que este es el primero en encargarse en la prevención y detención de posibles intrusiones a las instalaciones.

Estas soluciones son comúnmente realizadas en nuestro sin estándares que puedan calificar la eficacia de las soluciones, en muchos casos la seguridad perimetral de los establecimientos está a cargo de un guardia de seguridad, un perro o hasta vidrios incrustados en los bordes de los muros del establecimiento. Si bien esta práctica es muy común y barata, no es para nada igual de seguro que lo que puede ser un buen sistema de seguridad perimetral como lo puede ser un cerco eléctrico o un cerco virtual encargado de analizar posibles potenciales amenazas, esto se realiza con la ayuda del sistema de CCTV.

1.4.57.1.4.3. **Autómata Programable**^[WEAG10]

En el principio del desarrollo de la electrónica de potencia se vio la necesidad de controlar los diferentes dispositivos eléctricos a través de switches o interruptores que accionaban contactos o temporizadores para encender y apagar motores u otros dispositivos, gracias a ello y a la constante evolución y desarrollo se empezaron a implementar los primeros módulos lógicos

programables, los mismos que se componen principalmente por dos circuitos: un circuito de control y un circuito de fuerza. Estos módulos también conocidos por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Control) o también como autómatas programables nos permiten controlar un sistema a través de entradas y salidas gracias a una configuración interna en su CPU.

Un autómata programable (AP) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas (digitales y/o analógicas – sistema híbrido) diversos tipos de máquinas y/o procesos (IEC 61131, s.f).



Figura 7. Comparación de precio funcionalidad entre los diferentes módulos lógicos existentes. [WEAG11]

Un autómata programable está compuesto por diferentes etapas internas que le permiten analizar las señales de entrada ya sean digitales o analógicas permitiéndoles accionar las salidas digitales de acuerdo con la programación que se le haya cargado al CPU. Además, al ser dispositivos modulares

podemos incrementar entradas o salidas dependiendo de nuestras necesidades, así como también módulos de comunicación para llevar la información de los procesos que esta ejecutando este plc hacia otros dispositivos dependiendo de los requerimientos de comunicación y del tamaño del sistema automatizado donde se este implementando.

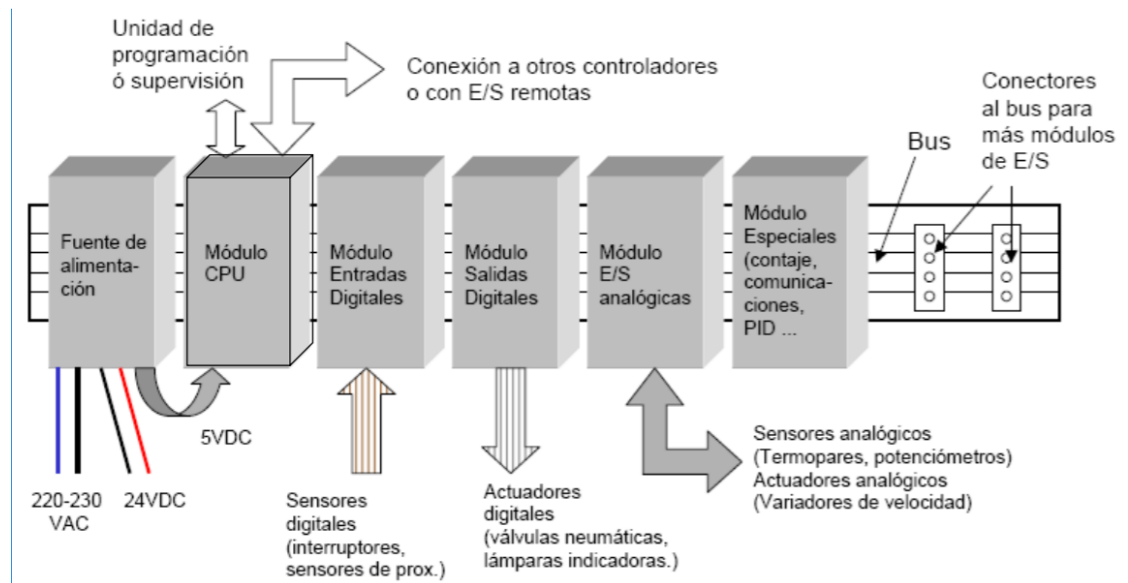


Figura 8. Arquitectura Interna de un PLC

Los elementos más característicos al exterior de un autómata programable son los siguientes:

Borneras de alimentación: permiten la conexión de la tensión de alimentación requerida para el funcionamiento del plc el mismo que puede ser de 12 Vcc, 24 Vcc y 230 Vca. Cuando se conecta módulos de 230 Vca se necesita realizar la conexión de puesta a tierra.

Borneras de Entradas y Salidas: los elementos de conexión donde se conectan los sensores y actuadores generalmente están representados por bornes, los mismo que se encuentran separados físicamente con la intención de evitar posibles cortocircuitos entre sus conexiones.

Interfaz de conexión y programación: es un slot que permite conectar el autómata a una consola para realizar su programación, donde esta consola puede ser una PC.^[WEAG12]

1.4.59.1.4.3.1. Siemens LOGO!8^[WEAG13]

Siemens LOGO!8 se caracteriza por ser un módulo lógico inteligente que permite el control de varias salidas de relé mediante la programación de varias entradas. Sus salidas pueden ser lámparas, bobinas de contactores o relés, es decir, cualquier receptor eléctrico. Las Entradas pueden ser interruptores, pulsadores, temporizadores, sensores, o cualquier elemento de control de un esquema eléctrico. Lo primero que llama la atención del LOGO! es su tamaño. Cualquiera de sus modelos, largo o corto, permiten ser alojados en cualquier armario o caja con riel DIN normalizado. (Universidad Nacional de la Plata, 2017).

Aun cuando las funciones configurables de los módulos lógicos son bastante amplias, la programación es sencilla gracias al software LOGO! Soft Comfort permite que la programación deseada sea fácil de desarrollar.

1.4.59.1. Modulos básicos

1.4.59.2.1.4.3.2. Módulos de Expansión PLC LOGO!

Los módulos de expansión del PLC LOGO! nos permiten incrementar el número de entradas y salidas tanto digitales como analógicas, con el fin de escalar las aplicaciones diseñadas. Así mismo nos permite incrementar las posibilidades de conexión con el uso de los módulos de

expansión de comunicación ethernet como también los módulos de comunicación GSM.

~~1.4.60.0.~~

~~1.4.61.0.~~ **Modulos de Comunicación**

~~1.4.62.~~1.4.4. **LOGO! Soft Comfort**

LOGO! Soft Comfort es un software de programación desarrollado por SIEMENS, el cual nos permite realizar la programación de cualquier PLC LOGO! en dos tipos de lenguaje de programación: Diagrama de Funciones, también conocido como FUP (proveniente de la abreviación de la palabra alemana *Funktionsplan*, que significa diagrama de funciones) y Esquema de Contactos, también conocido como KOP (proveniente de la abreviación de la palabra alemana *Funktionsplan*, que significa diagrama de escalera).

~~1.4.63.~~1.4.5. **Control de Acceso**

Los sistemas de control de acceso son diseñados para lograr controlar el ingreso y salida de personas, bienes o activos de una ubicación o zona indicada. También es utilizado en su gran mayoría como un control de personal, para lograr reconocer en qué lugar ha estado determinada persona durante todo su intervalo laboral. Pero más allá de controlar los horarios de determinadas personas, los sistemas de control de acceso pueden ayudarnos con muchas otras cosas como para garantizar la seguridad de la ubicación designada y a su vez nos permitirá facilitar en la organización empresarial ya que podremos definir los distintos niveles de acceso para cada uno de los usuarios enrolados.

Un sistema de control de acceso puede ser utilizado de manera local, es decir, desconectado de la red, para que así este sistema controle un determinado número de accesos. Así mismo podemos mantener nuestro sistema

conectado a la red para de esta manera obtener un abanico de funciones mucho mayor.

Existen una amplia variedad de sistemas de control de acceso, en muchos de estos casos incluso llegando a ser considerados de doble o triple verificación dependiendo de la tecnología que se vaya a implementar.

El lector más común es aquel que posee un teclado y mediante una combinación de 4 o 6 dígitos, dependiendo si el PIN ingresado sea correcto o incorrecto, se envía una señal al controlador encargado de aquel acceso.

1.4.63-1.4.5.1. RFID

De sus siglas en ingles Radio-frequency identification (identificación por radio frecuencia), regularmente son lectores de tarjetas o tags que permiten o niegan el acceso dependiendo del número de identificación que posea la tarjeta o tag respectivo. Así mismo, pero no tan usual, es el uso de celulares u otros dispositivos capaces de emitir ondas de radio para poder acceder por medio de las lectoras RFID.

1.4.64.0. Logo! Web Editor (LWE)

1.4.65-1.4.6. Sensores

Los sensores son un elemento muy importante cuando se trata de hacer un edificio inteligente. Estos permiten a los sistemas integrados recoger la cantidad de información necesaria para maximizar la eficiencia del edificio. Sus encargados podrán tomar decisiones más informadas y asignar correctamente los recursos. La gran mayoría de estos sensores son desarrollados por un cierto grupo de fabricantes de PLC, pero de igual manera estos sensores son desarrollados de manera generalizada para poder ser compatibles con cualquier tipo de controlador.

Existe una gran variedad de sensores en la industria de la automatización ya que normalmente estos sistemas son utilizados en la zona de desarrollo

industrial, por lo que en nuestro estudio no haremos uso de aquellos sensores, como lo puede ser un sensor de caudal o nivel.

Los sensores de interés para nuestro caso de estudio son los siguientes:

1.4.65.1.1.4.6.1. Sensor de Temperatura

Este sensor se encarga de medir la temperatura y humedad de los distintos puntos de las instalaciones. Debido a que el objetivo de nuestro sistema es el de ahorrar energía eléctrica, se colocaría un sensor de temperatura en cada uno de los cuartos u oficinas de interés, así mismo como los cuartos de control u otro tipo de ambientación específica. (Sensores de Temperatura, s.f.) (Velázquez, 2009)

1.4.66.1.4.7. Sensores Detectores de movimiento

Este dispositivo se encarga de medir el volumen de los objetos que puedan producir movimiento, este proceso se desarrolla gracias a un sensor de microondas ubicado detrás del lente de este. En muchos casos se recomienda el uso de un sensor de movimiento que posea doble tecnología de detección para evitar falsas alarmas, estas tecnologías son microondas e infrarrojo, este tipo de sensores de doble tecnología son comúnmente utilizados en bodegas donde no siempre se encontrará limpio o sin polvo que pueda causar una falsa alarma. (TECNOSEGURO, s.f.)

1.4.67.1.4.8. Actuadores

Los actuadores son elementos, mayoritariamente electrónicos, los cuales se encargarán de accionar las salidas de los diferentes circuitos o sistemas integrados. Existe una gran variedad de actuadores en el mercado, sin embargo, los actuadores que nos servirán a nuestro estudio debido a la naturaleza de estos son los contactores.

Los contactores son dispositivos que se encargan de permitir el flujo de corriente de una determinada fuente de voltaje hacia un dispositivo que requiera de alimentación eléctrica para funcionar. Como por ejemplo lo puede ser una luz de una oficina o el aire acondicionado que mantiene el cuarto de control a una temperatura deseada.

~~Otro tipo de actuador son aquellos que se encargan de manejar los flujos de fluidos como lo pueden ser las electroválvulas. Existen 4 tipos de electroválvulas, entre estas se encuentran las electroválvulas sencillas o de membrana, electroválvulas asistidas, electroválvulas de membrana, electroválvulas de globo.~~



Ilustración 5: Electroválvula Rain Bird

~~Otro tipo de actuador que se encuentran en gran manera en el ámbito industrial son los actuadores neumáticos, estos son alimentados por una fuente de fluido o aire comprimido para poder mover su vástago en varios sentidos, y a su vez poseen un mecanismo de accionamiento que puede ser manual, eléctrico, neumático, entre otros. A continuación, se presenta un diagrama de un actuador neumático accionado por una botonera.~~

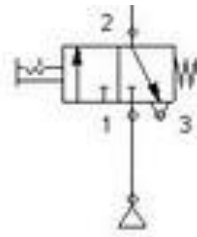


Ilustración 5: Actuador neumático accionado por botonera y retorno por muelle [WEAG14]

Así como podemos ver nuestro actuador posee un gran número de partes como lo puede ser los números que vemos en su respectivo diagrama, donde observamos que el número 1 se trata de la alimentación neumática del mismo, el número 2 es la salida hacia la parte del sistema que se quiere alimentar de aire comprimido y finalmente el número 3 nos indica la salida o fuga del actuador. Al lado derecho de este se observa un retorno por muelle por lo que podemos decir que si la botonera del lado izquierdo no se encuentra activado el actuador volverá a su posición inicial que sería ubicada hacia el lado izquierdo.

Estos actuadores se encargan de alimentar los diferentes vástagos que nos permiten realizar distintos tipos de movimientos hacia lados diferentes.

Existen una gran cantidad de vástagos neumáticos, pero lo más comunes son aquellos que presentan una entrada o 2 entradas de aire, ya que estos son aquellos vástagos más sencillos.



Ilustración 5: Cilindro neumático de doble efecto.

~~1.4.84.1.4.9. Protocolos de Comunicación Ethernet Industrial~~

El protocolo de comunicación Ethernet Industrial es un estándar de comunicación, el cual permite realizar una transferencia de datos de 10 Mbps y 100 Mbps. Este estándar utiliza un protocolo abierto en la capa de aplicación, además, permite la utilización de la gran mayoría de productos de red como lo puede ser los conmutadores o switches.

Gracias a la versatilidad que posee este estándar de comunicación permite al usuario mantener conectado todos los tipos de redes que se deseen, como lo puede ser las redes administrativas de la empresa y las de control y supervisión de los distintos elementos que conformen el sistema de automatización de esta.

Mediante la ayuda de la debida pasarela de red también se tiene la capacidad de realizar la comunicación multiprotocolo entre distintos tipos de dispositivos, ya sean estos protocolos de comunicación Profibus, Modbus, entre otros. Esta pasarela debe tener la capacidad de traducir los distintos protocolos específicos de las distintas aplicaciones a protocolos basados en Ethernet.

~~1.4.85.0. S7 Protocol~~

~~1.4.86.0. NTP~~

~~1.4.87.0. MODBUS TCP~~

~~1.4.88.0. http://~~

~~1.4.89.0. MQTT~~

~~1.4.90. Topologías de Cableado~~

~~1.4.91. IoT~~

~~Es un ecosistema de dispositivos electrónicos en red, desde electrodomésticos hasta redes de sensores comerciales y vehículos autónomos, que se basan en la conectividad para compartir y recibir información.~~

~~Internet of Things (IoT) describe la red de objetos físicos (cosas) que incorporan sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. (ORACLE, s.f.)~~

~~El mayor beneficio del IoT para las empresas se encuentra en la mayor eficiencia de su seguridad, detección de incendios, iluminación, HVAC, ascensores y otros sistemas conectados.~~

~~Las aplicaciones inteligentes de IoT son aplicaciones de software como servicio (SaaS) predefinidas que pueden analizar y presentar datos de sensores de IoT capturados a los usuarios empresariales a través de cuadros de mando. Oracle dispone de un conjunto completo de aplicaciones inteligentes de IoT.~~

~~Las aplicaciones de IoT utilizan algoritmos de machine learning para analizar cantidades masivas de datos de sensores conectados en la nube. Al usar cuadros de mando y alertas de IoT en tiempo real, usted consigue visibilidad acerca de los indicadores clave de rendimiento, estadísticas del tiempo medio entre fallos y otra información. Los algoritmos basados en machine learning pueden identificar anomalías en los equipos y enviar alertas a los usuarios e incluso activar soluciones automáticas o contramedidas proactivas.~~

~~Con las aplicaciones de IoT basadas en la nube, los usuarios empresariales pueden mejorar rápidamente los procesos existentes para las cadenas de suministro, servicio al cliente, recursos humanos y servicios financieros. No es necesario recrear procesos de negocio completos.~~

1.4.100.1.4.10. Interfaz de usuario[WEAG15]

Es el medio a través del cual el usuario interactúa con un sistema tecnológico, donde permite visualizar cada uno de los procesos y además controlarlos de

forma sencilla sin necesidad de conocer el funcionamiento técnico ni la programación de los dispositivos. Puede estar alojada en una pantalla HMI, en un servidor local o en un entorno web.

1.4.101.1.4.11. Logo! Web Editor (LWE)

Logo Web Editor es un software de diseño web desarrollado por SIEMENS para el PLC LOGO en su versión 8.3, el mismo que viene integrado con la posibilidad de conexión directa a la nube de AWS. Es por esto por lo que sus desarrolladores se enfocaron en implementar una interfaz de diseño fácil de usar para crear páginas webs propias de las aplicaciones de control diseñadas con el PLC LOGO. Además de facilitarnos la vinculación de las variables programadas en nuestro PLC nos permite enviar de forma directa nuestra página web a la nube creando un nuevo entorno o simplemente cargando nuestra aplicación web a un entorno ya existente.[HMI](#)

[Logo! TDE](#)

[Simatic HMI basic Panel](#)

~~Con sus sofisticadas funciones básicas HMI, los Basic Panels SIMATIC HMI de segunda generación son la serie básica ideal para aplicaciones HMI sencillas. La serie de dispositivos ofrece paneles con pantallas de 4", 7", 9" y 12" y operación combinada con teclas o táctiles. Las innovadoras pantallas panorámicas son de alta resolución con 64.000 colores. Se pueden instalar en modo retrato y son especialmente eficientes desde el punto de vista energético debido a su brillo 100% regulable. La innovadora interfaz de usuario abre una amplia gama de operaciones con una usabilidad mejorada a través de nuevos controles y gráficos. La interfaz USB le permite conectar un teclado, un mouse y~~

~~un escáner de código de barras y admite un fácil archivo de datos en una memoria USB.~~

~~1.4.101.5. Interfaz Web~~

~~1.4.102.0. Aplicación Móvil~~

1.4.12. Servidor web AWS

Amazon Web Services (AWS) es una plataforma en la nube, que ofrece más de 200 servicios integrales de centros de datos a nivel global, donde destaca el almacenamiento de bases de datos, el análisis e internet de las cosas. Esto hace que llevar las aplicaciones existentes a la nube sea más rápido, fácil y rentable. (AWS, s.f.)

~~1.4.102.1.1.4.12.1. IoT Core~~AWS

AWS IoT Core es una de las herramientas de AWS que permite conectar dispositivos a los servidores de AWS y a otros dispositivos, para proteger sus datos e interacciones y a su vez controlar y monitorear estos dispositivos. Además nos permite habilitar las aplicaciones para que interactúen con dispositivos, aunque no estén conectados. (Amazon Web Services, s.f.)

~~1.4.102.2.1.4.12.2. Elastic Beanstalk~~

Elastic Beanstalk es un servicio de AWS fácil de utilizar para desarrollar servicios y aplicaciones web desarrollados con Java, .NET, PHP, Node.js, Python, Ruby, Go y Docker en servidores familiares como Apache, Nginx, Passenger e IIS.

Elastic Beanstalk permite ajustar el crecimiento de la aplicación de forma automática en función de la necesidad específica de la aplicación, para lo que usa una configuración de Auto Scaling que se puede adaptar con facilidad.

Amazon Web Services (AWS) es la plataforma en la nube más adoptada y completa en el mundo, que ofrece más de 200 servicios integrales de centros de datos a nivel global. AWS cuenta con una cantidad de servicios y de características incluidas en ellos que supera la de cualquier otro proveedor de la nube, ofreciendo desde tecnologías de infraestructura como cómputo, almacenamiento y bases de datos hasta tecnologías emergentes como aprendizaje automático e inteligencia artificial, lagos de datos y análisis e internet de las cosas. Esto hace que llevar las aplicaciones existentes a la nube sea más rápido, fácil y rentable y permite crear casi cualquier cosa que se pueda imaginar.

-(AWS, s.f.)

AWS también tiene la funcionalidad más completa dentro de esos servicios. Por ejemplo, AWS ofrece la más amplia variedad de bases de datos que están diseñadas especialmente para diferentes tipos de aplicaciones, de modo que se puede elegir la herramienta adecuada para el trabajo a fin de obtener el mejor costo y rendimiento.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Actualmente, se encuentran disponibles para el desarrollo de proyectos domóticos e inmóticos tecnologías tales como zigbee, knx, z-wave entre otros, sin embargo, de todos ellos el principal protocolo robusto que garantiza un mejor funcionamiento en su comunicación es el ethernet Industrial.

El desarrollo de este proyecto requirió como caso de estudio las oficinas de Systeseg S.A. ubicada en la ciudadela Kennedy Norte en la ciudad de Guayaquil, por lo cual fue necesario determinar el consumo energético anual de acuerdo con el uso de sus diferentes sistemas eléctricos y obtener información respecto a los consumos eléctricos innecesarios.

En el diseño del sistema inmótico robusto usamos el PLC LOGO! de Siemens, ya que además de brindarnos la seguridad de un equipo industrial, tiene la propiedad única de conectarse directamente con los servidores de AWS para enviar y recibir información usando su protocolo de comunicación ethernet industrial. Además, se usaron los softwares LOGO! Soft Comfort y LOGO! Web Editor mismos que nos permitieron programar el PLC y desarrollar una interfaz Web respectivamente a fin de incrementar la eficiencia energética y el confort de los oficinistas.

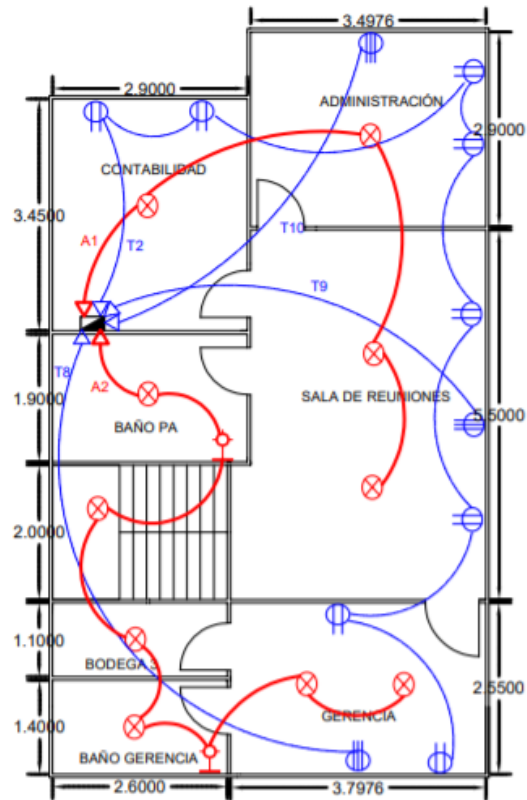
4.1.2.1. Adquisición de Datos

Con el fin de obtener información relevante al consumo eléctrico de la oficina de Systeseg S.A. se realizó el levantamiento eléctrico y se hizo un seguimiento del consumo energético en el periodo de 1 año tomando en cuenta las planillas desde enero de 2021 hasta diciembre de 2021. Por último, se encuestó a los oficinistas para conocer los horarios en los cuales son requeridos los sistemas de iluminación y climatización.

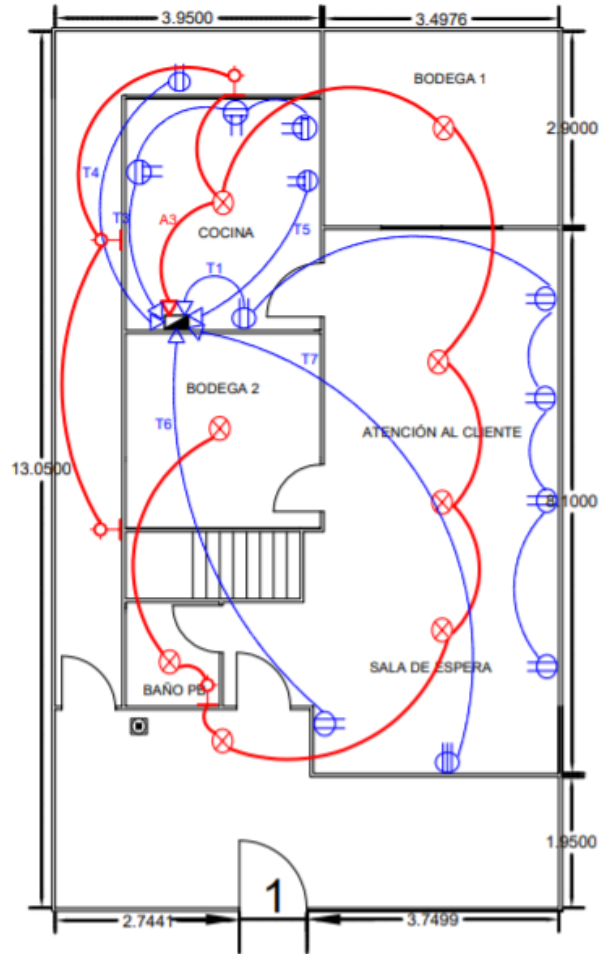
4.1.4.2.1.1. Levantamiento Eléctrico

Se realizó el levantamiento eléctrico actual de la oficina de Systeseg S.A. para obtener la información de la cantidad de iluminarias y aparatos de climatización estaban en funcionamiento (Plano 1).

Plano 2. 1. Levantamiento Eléctrico de la oficina de Systeseg S.A.



PLANTA ALTA



PLANTA BAJA



Tabla 2. 1. Distribución de cargas.

Circuito				Disyuntor		Ducto	Potencia Instalada [W]	Servicios
Nombre	Conductor	Voltaje	Fase	Amp	Polos			
A1-1	2#12 THHN	120	A	20 A	1	1/2	1000	Alumbrado PA 1/2
A1-2	2#12 THHN	120	B	20 A	1	1/2	900	Alumbrado PA 2/2
A1-3	2#12 THHN	120	A	20 A	1	1/2	1200	Alumbrado PB
T1-1	2#12 + T#14	120	A	20 A	1	1/2	1200	Tomacorrientes PA
T1-2	2#12 + T#14	120	B	20 A	1	1/2	1500	Tomacorrientes PB
T1-3	2#12 + T#14	120	A	20 A	1	1/2	600	Tomacorrientes Cocina
T1-4	2#12 + T#14	120	A	20 A	1	1/2	500	Bomba de Agua
T1-5	2#12 + T#14	120	B	20 A	1	1/2	600	Nevera
T1-6	2#12 + T#14	120	A	20 A	1	1/2	300	Sistema de Seguridad
T1-7	2#10 + T#12	240	AB	30 A	2	3/4	7033,71	AA Lobby 24000 BTU
T1-8	2#10 + T#12	240	AB	30 A	2	3/4	5275,28	AA Gerencia 18000 BTU
T1-9	2#10 + T#12	240	AB	30 A	2	3/4	5275,28	AA Sala de Reuniones 18000 BTU
T1-10	2#10 + T#12	240	AB	30 A	2	3/4	3516,85	AA Administración 12000 BTU
						TOTAL	28901,12	

4.1.2.2.1.2. Consumo Eléctrico anual de la oficina de Systeseg S.A.

Para conocer el gasto económico que presenta Systeseg S.A. en cuanto a servicios de luminaria se refiere se solicitó las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica Pública (CNEL) durante un periodo de un año, es decir desde enero del año 2021 hasta diciembre del año 2021. Los datos adquiridos con respecto al consumo energético facturado se pueden observar en la Tabla 3.3.

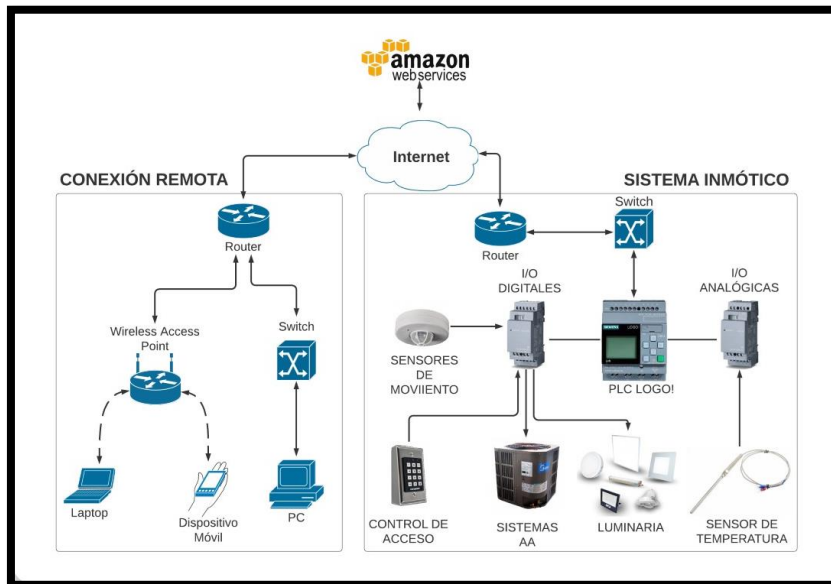
4.1.3.2.1.3. Encuestas realizadas al personal

Debido a que no se puede determinar de forma exacta el porcentaje de energía eléctrica que es desaprovechada por los usuarios de las instalaciones estudiadas se procedió a realizar una encuesta a cada uno de los integrantes de la empresa, de donde se podrá estimar el porcentaje de desaprovechamiento energético promedio en dichas instalaciones (Ver Tabla 3.1).

4.2.2.2. Topología del Sistema Inmótico

Para el diseño de nuestro sistema inmótico es de vital importancia tener presente el tipo de topología requerido, es por esto por lo que se ha desarrollado una topología centralizada de tipo estrella. Debido a que el controlador LOGO! se encargará de realizar tanto la adquisición de datos del sistema y el accionamiento de cada uno de los dispositivos de nuestro sistema esta topología cumple con los requerimientos deseados para el desarrollo de esta investigación.

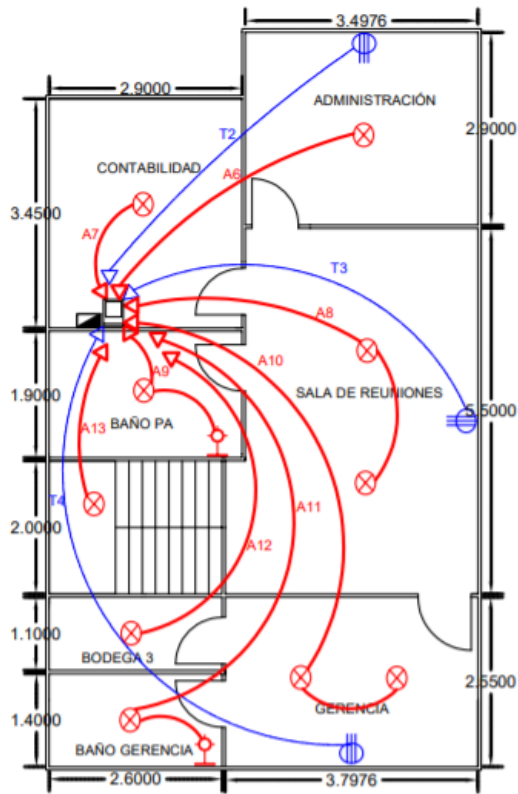
Figura 2. 1. Topología del sistema inmótico diseñado



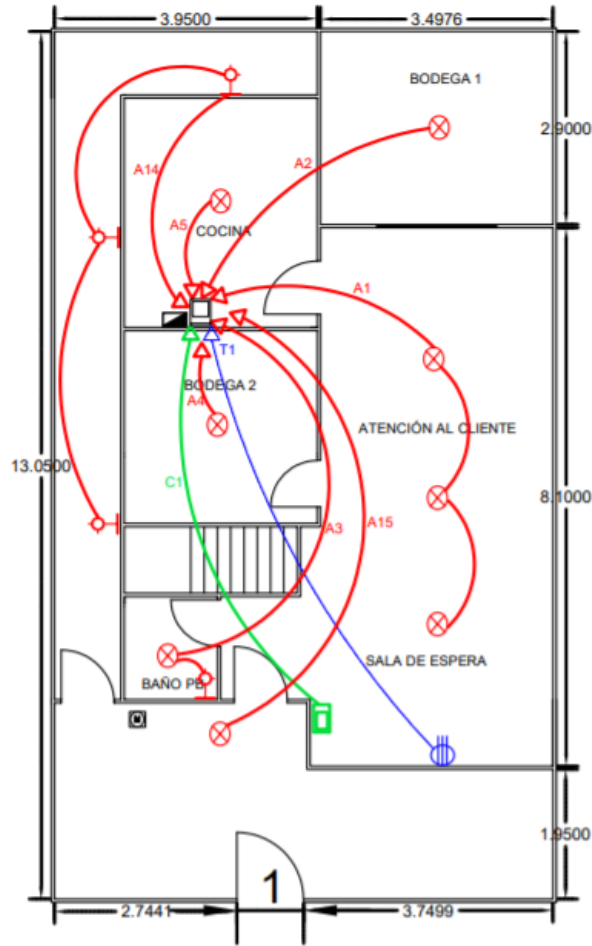
4.3.2.3. Diseño del sistema eléctrico controlado propuesto

Se propuso el diseño elaborado en el Plano 2 con la finalidad de separar cada una de las luminarias por áreas para obtener un mayor control y una mayor eficiencia, de igual forma cada AA será controlado por nuestro PLC según la demanda determinada por los horarios de trabajo y por los datos obtenidos a través de los sensores de temperatura.

Plano 2. 2. Diseño del sistema Eléctrico controlado propuesto para Luminarias Climatización y Control de acceso.



PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

SIMBOLOGÍA			
⊗	PUNTO DE LUZ	⬜	TABLERO ELÉCTRICO
⊕	APLIQUE	—	RAMAL AÉREO
S	INTERRUPTOR DE 1 VÍA	- - -	RAMAL SUBTERRÁNEO
S _{3v}	INTERRUPTOR DE 3 VIAS	⊠	MEDIDOR
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V	⬜	TABLERO DE CONTROL
⊕	TOMACORRIENTE 220V	⬜	CONTROL DE ACEBO
⊕	TOMACORRIENTE A ALTURA DE MESÓN 110V		

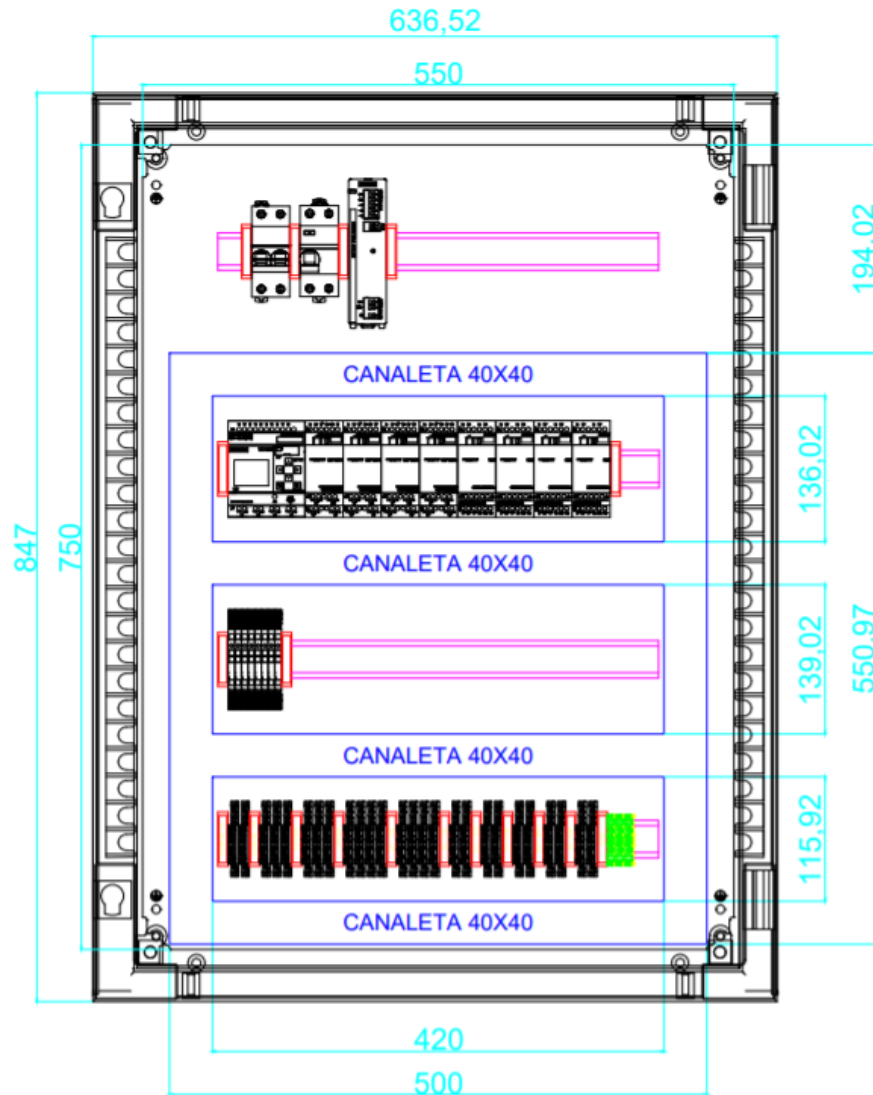
Tabla 2. 2.Circuitos eléctricos propuestos.

Diseño de control propuesto			
Sistema	Área	Circuito	Descripción
Luminaria	PB	A1	Lobby
		A2	Bodega Principal
		A3	Baño PB
		A4	Bodega 2
		A5	Cocina
	PA	A6	Administración
		A7	Contabilidad
		A8	Sala de reuniones
		A9	Baño PA
		A10	Luminaria Gerencia
	Gerencia	A11	Baño Gerencia
		A12	Bodega 3
		A13	Escaleras
		A14	Exterior
		A15	Puerta Principal
Climatización	PB	T1	AA Lobby
		T2	AA Administración AA Sala de Reuniones
	PA	T3	AA Sala de Reuniones
		T4	AA Gerencia
Acceso	PB	C1	Puerta Principal

1.4.2.4. Diseño del Tablero de Control

Para el diseño del tablero de control y sus elementos constitutivos se cumplió con las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional – CEI (International Electrotechnical Commission – IEC). En la Figura 2.2 se detalla las dimensiones necesarias para el tablero, así como también se detalla la ubicación de cada uno de los dispositivos usados para el control del sistema inmótico.

Figura 2. 2. Tablero de Control Diseñado



En la tabla 2.3 se detalla la cantidad y la descripción exacta de cada material necesitado para cumplir con los requisitos de funcionamiento de nuestro sistema inmótico.

Tabla 2. 3. Materiales necesarios para la implementación del sistema inmótico propuesto.

Materiales	Cantidad
Interruptor Termomagnético IC60N, 2x10A, 220VAC	1
Interruptor Diferencial iIDSI, 2x25A, 230VAC	1
Fuente SITOP PSU6200 24 VDC 5 A	1

PLC LOGO! 12-24RCE	1
Módulo de E/S Digitales DM8 12-24R	4
Módulo de Entradas Analógicas AM2	4
Acoplador Relé 6A 230VAC/DC	12
Separador Lateral para borna carril DIN	25
Bornera 2 pisos	25
Riel DIN	3
Canaleta Ranurada 40X40 mm	4

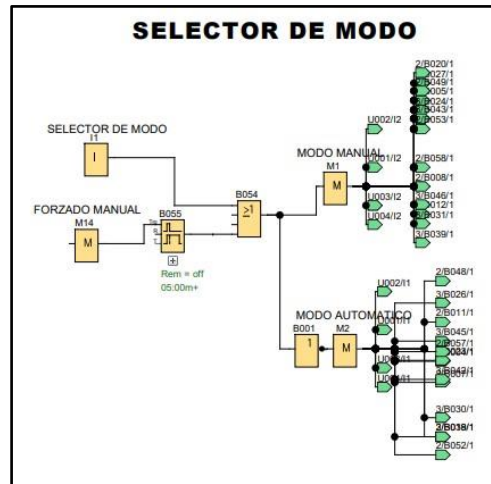
1.5.2.5. Programación en LOGO! Soft Comfort

El software LOGO! Soft Comfort, desarrollado por Siemens, nos permite realizar una programación gráfica de tipo FUP para poder configurar los distintos escenarios necesarios para el funcionamiento correcto de un sistema inmótico. El desarrollo completo de la programación realizada en este software puede ser observado a detallado en los anexos del presente documento (Ver Apéndice F).

Es por esto por lo que se ha propuesto tres configuraciones de bloques para el control de luminaria, dependiendo de la utilización que cada uno de los circuitos necesite. Mientras que para el control del sistema de climatización se ha propuesto una sola configuración debido a que los sistemas de climatización solo poseerán un método de funcionamiento, así mismo para el sistema de control de acceso se ha definido una configuración exclusiva debido a la naturaleza única de su funcionamiento.

Para poder controlar el sistema de manera total debemos configurar sus distintos modos de operación, y para esto se ha desarrollado la configuración presentada en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Selector de modo de operación.



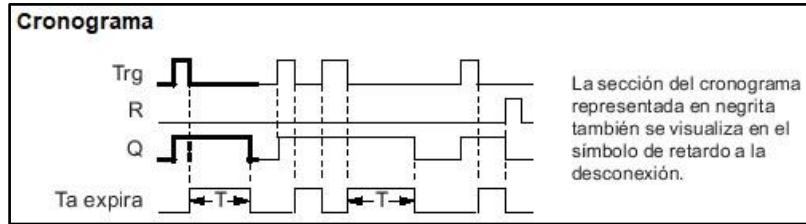
En la Figura 2.3 se observa la composición del selector de modo de operación de nuestro sistema, donde se destacan los modos “Manual” y “Automático” los cuales son modos de operación excluyentes entre sí ya que el sistema no puede operar en dos modos de operación distintos al mismo tiempo. Para validar esto se ha colocado un bloque de negación, representado como B001, entre las marcas M1 y M2.

Para el control de la selección del modo de operación se ha utilizado un comparador OR, representado por el bloque B054, donde en caso de que cualquier de las dos señales de entrada a este bloque sea positiva entonces el modo de operación del sistema inmótico será “Manual”, caso contrario será “Automático”.

El selector de modo I1 representa una entrada digital real del sistema inmótico, es decir, un botón físico ubicado en el tablero de control del sistema. Mientras que el bloque de forzado manual es una marca digital controlada desde la plataforma web desarrollada, el cual posee un nivel de prioridad mayor al de I1, por esto su nombre “Forzado Manual”.

Sin embargo, al ser el objetivo del sistema inmótico aumentar la eficiencia energética de las instalaciones se ha validado un temporizador, de cinco minutos, que no permita que el sistema una vez haya sido forzado al modo de operación manual se mantengan en dicho estado, para esto se hizo uso de un bloque de “Retardo a la desconexión” B055, cuyo funcionamiento se detalla en la Figura 2.4.

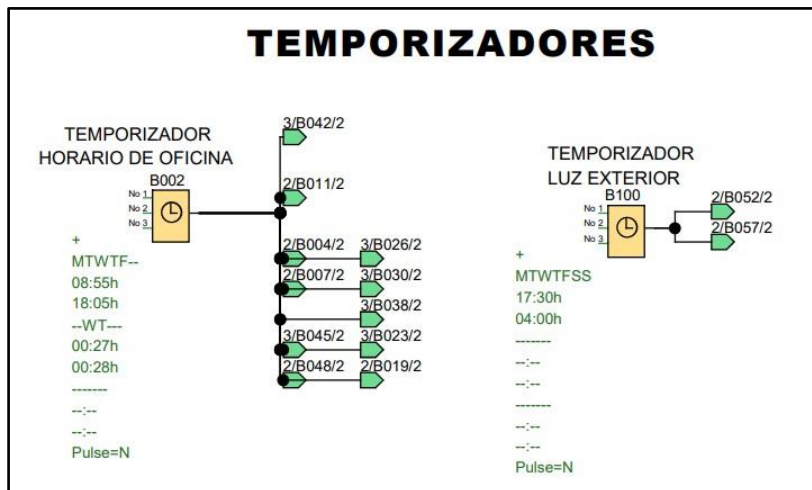
Figura 2. 4. Funcionamiento del bloque de retardo a la desconexión.



Para poder validar los distintos escenarios de control de cada uno de los sistemas debemos conocer los diferentes horarios en los cuales cada uno de los sistemas operarán, esto se pudo determinar mediante las distintas encuestas realizadas al personal que trabaja en las oficinas de SYSTESEG. Teniendo como resultado las siguientes franjas de operación que nos será útiles para el desarrollo de la programación:

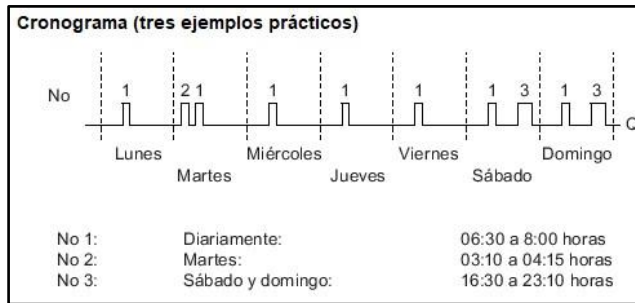
- Horarios de operación de las oficinas: De lunes a viernes – De 09h00 hasta 18h00
- Luminaria exterior de las oficinas: Todos los días – De 17h30 hasta 04h00

Figura 2. 5. Configuración de los temporizadores.



La configuración observada en la Figura 2.5 nos detalla las distintas franjas horarias para los cuales el bloque de temporizadores activará su salida. El funcionamiento de estos bloques se observa con más detalle en la Figura 2.6.

Figura 2. 6. Funcionamiento del bloque temporizador.



Una vez conocido todo lo anterior descrito podemos detallar el funcionamiento de cada uno de los sistemas controlados por el PLC LOGO!, teniendo presente los siguientes términos que se utilizaran de manera constante durante el desarrollo de este capítulo.

- M1: Modo de operación manual
- M2: Modo de operación automático
- B002: Temporizador – Horarios de oficina
- B100: Temporizador – Luces de exterior

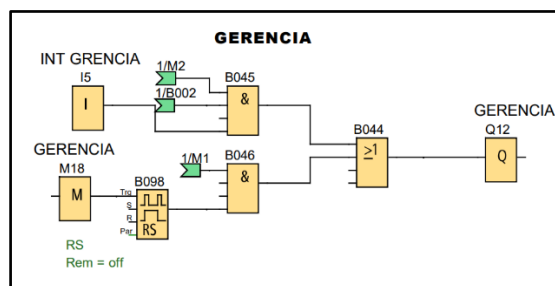
1.5.1.2.5.1. Control de luminaria

Para controlar los sistemas de luminaria de las instalaciones se ha descrito tres escenarios posibles, los cuales se detallan a continuación.

1.5.1.1.2.5.1.1. Escenario 1

Para el primer escenario posible tomaremos como ejemplo el sistema de luminaria de la oficina de gerencia donde, el horario de trabajo de la persona encargada de dicha área no posee un horario de trabajo fijo. Es por esto por lo que se ha procedido a controlar la luminaria de dicho circuito mediante un interruptor común I5, siempre que el mismo se encuentre dentro de la franja de trabajo B002, tal como se muestra en la Figura 2.7.

Figura 2. 7. Control de luminaria - Gerencia.



El bloque OR B044 valida ambos modos de operación del sistema de luminaria que activará la salida Q12 en caso de que cualquiera de estos procesos sea validado.

El primero de estos procesos es la activación en modo automático que podemos observar se activará únicamente si el interruptor I5 de gerencia sea activada a la vez que se encuentre el modo de operación M2 activo y nos encontremos en la franja de trabajo B002, todo esto validado por el bloque AND B045. El segundo proceso validado será la operación de la luminaria en modo manual, es decir la señal M1 debe estar activada, el cual consta de una entrada por marca M18 la cual tendrá que pasar por un bloque denominado “Relé de pulsos”, cuya función es permitir que la marca M18 sea controlada de manera correcta desde la interfaz web.

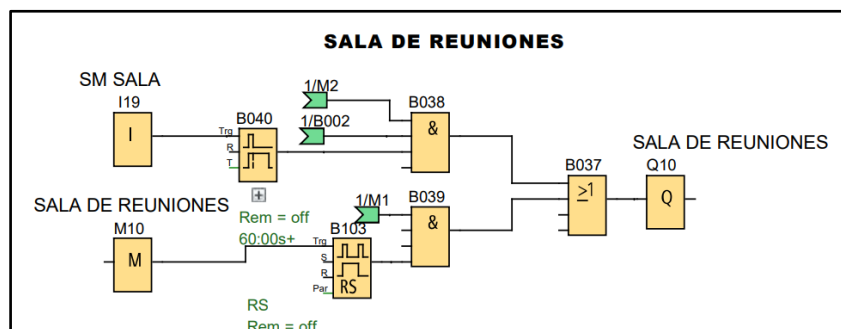
A continuación se detallan cada uno de los circuitos de luminaria que utilizan este método de operación:

- Gerencia
- Administración
- Contabilidad

1.5.1.2.2.5.1.2. Escenario 2

Para el desarrollo del segundo escenario de configuración del sistema de luminaria tomaremos como ejemplo el circuito de luz de la sala de reuniones ubicada en la planta alta de las instalaciones.

Figura 2. 8. Control de luminaria – Sala de reuniones.



El funcionamiento en modo automático de esta configuración será exactamente igual a la presentada en el escenario anterior, tal como se observa en la parte inferior de la Figura 2.7.

La diferencia que presenta este escenario de funcionamiento es que ahora se presenta un sensor de movimiento que se encargará de validar la presencia de una persona dentro del rango en que se necesita que la salida del circuito de luminaria sea activada, tal como se puede observar en la Figura 2.8, siendo este sensor representado mediante el bloque de entrada real I19. Una vez el sensor hay sido activado esta señal pasará por un bloque de retardo a la desconexión con un temporizador de 60 segundos, lo que causará la desactivación del circuito de luminaria en caso de que no se encuentre nadie en el rango de detección del sensor.

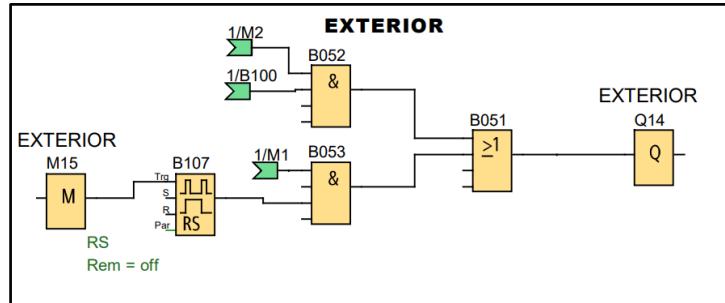
A continuación se detallan cada uno de los circuitos de luminaria que utilizan este método de operación:

- Bodega Principal
- Baño – Planta Baja
- Bodega 2
- Cocina
- Escaleras
- Puerta Principal
- Sala de Reuniones
- Baño – Planta Alta
- Baño – Gerencia
- Bodega 3

1.5.1.3-2.5.1.3. Escenario 3

Para este escenario se ha considerado aquellos circuitos que no necesitan de un factor de encendido como lo puede ser un sensor de movimiento o un interruptor, y como ejemplo para detallar dicha configuración utilizaremos el circuito de luminaria exterior de las instalaciones, tal como se observa en la Figura 2.9.

Figura 2.9. Control de luminaria – Exterior.



En este caso el control automático de la luminaria únicamente dependerá de dos factores, el selector de modo M2 y el temporizador para luminaria exterior B100. Mientras que el control manual será realizado de la misma manera que en los escenarios anteriores.

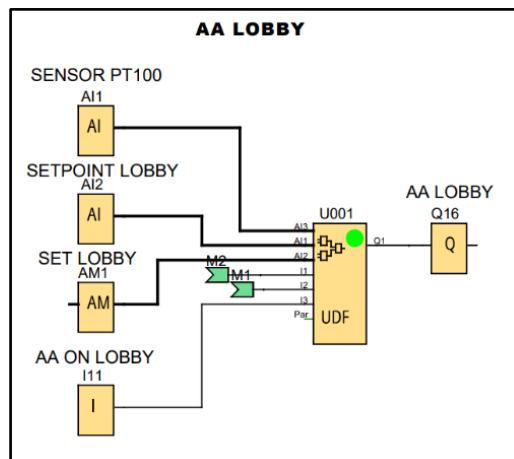
A continuación se detallan cada uno de los circuitos de luminaria que utilizan este método de operación:

- Luminaria de Exterior
- Luminaria del Lobby

1.5.2.2.5.2. Control del Sistema de climatización

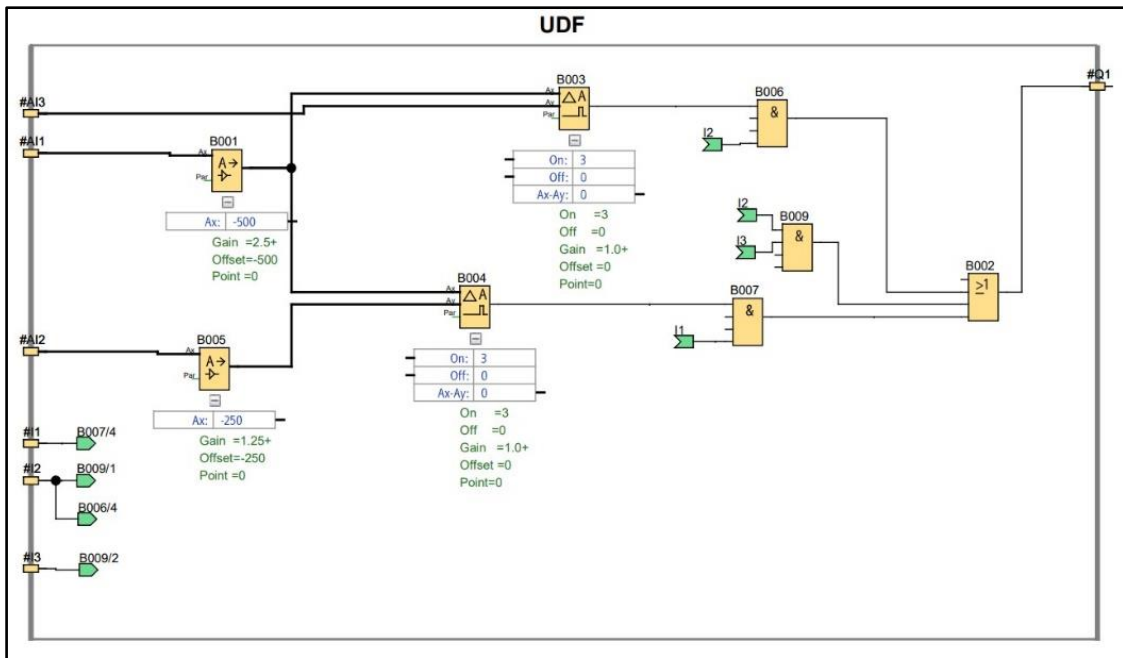
Debido a que el sistema inmótico ha sido propuesto para oficinas que se encuentre dentro de la ciudad de Guayaquil el sistema de climatización para el desarrollo de este proyecto será únicamente representado por los sistemas de Aires Acondicionados, evitando así la posibilidad del uso de calefactores para esta parte del sistema.

Figura 2.10. Control del sistema de climatización - Lobby.



Los sistemas de climatización son controlados mediante el control de encendido y apagado de sus respectivos condensadores, es por esto por lo que hemos desarrollado un bloque UDF que nos permitirá realizar la respectiva comparación con los datos necesarios para poder controlar de manera eficiente el sistema de climatización de la oficina. Dicho bloque UDF se puede visualizar en la Figura 2.11.

Figura 2. 11. UDF del control de sistema de climatización.



El bloque UDF de control del sistema de climatización cuenta con 6 entradas y 1 salida, las cuales se detallan en la Tabla 2.2. Dentro de este UDF tenemos 4 diferentes tipos de bloques. Los bloques B001 y B005 representan amplificadores analógicos los cuales nos permiten incrementar el valor enviado por el sensor de temperatura y el termostato analógico, debido a que el voltaje utilizado por estos dispositivos se encuentra en el orden de los mA. Los bloques B003 y B004 representan comparadores analógicos, los cuales se encargarán de encender su salida siempre que el segundo valor ingresado en el bloque sea igual o menor al anterior.

Tabla 2. 4. Listado de entradas y salidas del bloque UDF desarrollado

Entrada	Descripción
AI1	Sensor PT100
AI2	Setpoint remoto
AI3	Setpoint local
I1	M2 (Modo Automático)
I2	M1 (Modo Manual)
I3	Encendido Manual local
Q1	Salida de encendido AA

El funcionamiento de este UDF dependerá principalmente del modo de operación que se encuentre activo, ya que existirán 3 posibles escenarios para los cuales el sistema de climatización se encenderá, los cuales serán validados gracias al bloque OR B002.

1.5.2.1-2.5.2.1. Escenario 1

El primer escenario de funcionamiento para el sistema de climatización se encuentra validado por el bloque AND B006, el cual se encargará de enviar un alto siempre y cuando el sistema inmótico se encuentre en el modo de operación manual M1 a la vez que la temperatura enviada por el sensor sea mayor a la temperatura definida por el termostato analógico ubicado en las instalaciones.

1.5.2.2-2.5.2.2. Escenario 2

El segundo escenario de funcionamiento para el sistema de climatización se encuentra validado por el bloque AND B009, el cual se encargará de enviar un alto siempre y cuando el sistema inmótico se encuentre en el modo de operación manual M1 a la vez que la botonera real I3 de control ON/OFF se encuentre activada.

1.5.2.3-2.5.2.3. Escenario 3

El tercer escenario de funcionamiento para el sistema de climatización se encuentra validado por el bloque AND B007, el cual se encargará de enviar un alto siempre y cuando el sistema inmótico se encuentre en el modo de operación automático M2 a la vez que la temperatura enviada por el sensor sea mayor a la temperatura definida dentro de la interfaz web.

4.5.3-2.5.3. Control de Acceso

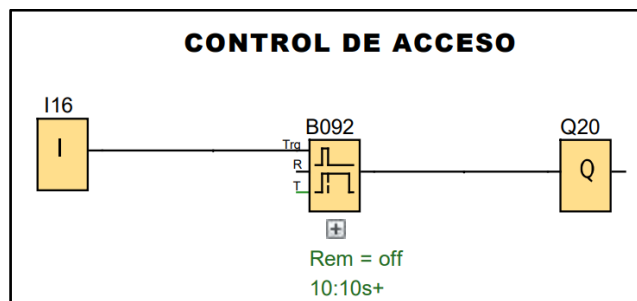
Para el sistema de control de acceso se ha utilizado un dispositivo del tipo Standalone, de su traducción del inglés “Sistema Independiente”, el cual utiliza sus propios medios para ser programado y con el fin de simplificar la configuración dentro del sistema inmótico hemos decidido hacer uso de su versatilidad de poder enviar o controlar el acceso mediante pulsos. Dicho dispositivo se puede observar en la Figura 2.12.

Figura 2. 12. Control de acceso – Puerta Principal.



Por lo que en caso de que la información captada por el dispositivo de control de acceso sea correcta este se encargará de enviar una señal a nuestro controlado LOGO! mediante la entrada digital real I16. La cual activará la salida Q20 por un periodo de 10 segundos gracias a la implementación de un bloque de retardo a la desconexión, tal como se puede observar en la Figura 2.13.

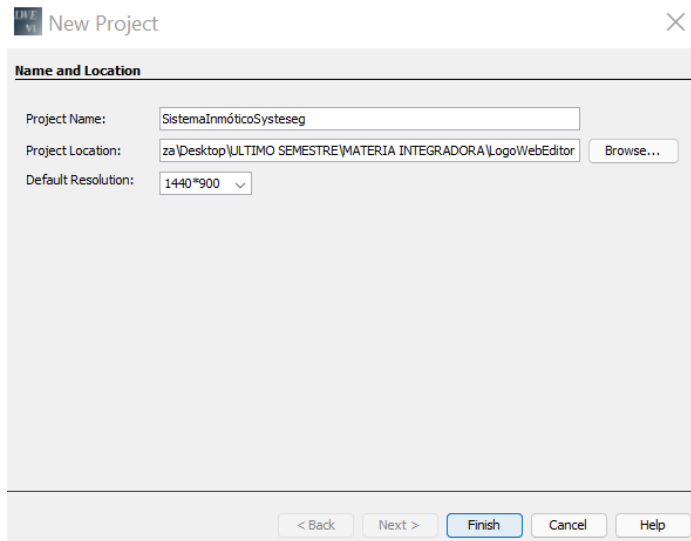
Figura 2. 13. Control de acceso – Puerta Principal.



4.6-2.6. Diseño de la Interfaz web en LOGO! Web Editor

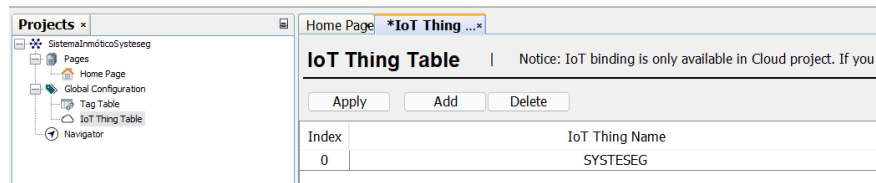
En la figura 2.14 podemos observar que creamos un nuevo proyecto en LWE donde especificamos su nombre y la dirección de donde fue almacenado para que sea posible editarlo.

Figura 2. 14. Creación del proyecto en LWE.



Antes de crear el diseño se necesitó crear el objeto IoT, en el apartado de “IoT Thing Table”, ya que el nombre de este objeto fue necesitado tanto en la configuración del PLC LOGO! como también en la creación del objeto en el servicio de IoT Core (Ver Apéndices A y E).

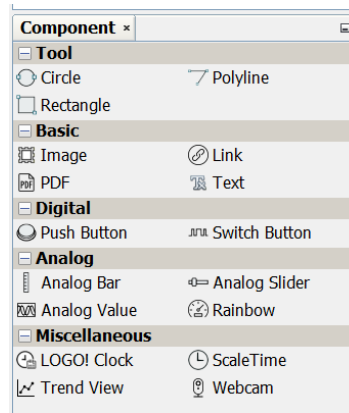
Figura 2. 15. Creación del Objeto IoT en LWE.



En la Figura 2.15 se muestra la creación de este objeto que nos permitió vincular cada una de las variables de nuestra interfaz web con las entradas y salidas respectivas a la programación del PLC, logrando de esta forma una vinculación adecuada a través de la nube.

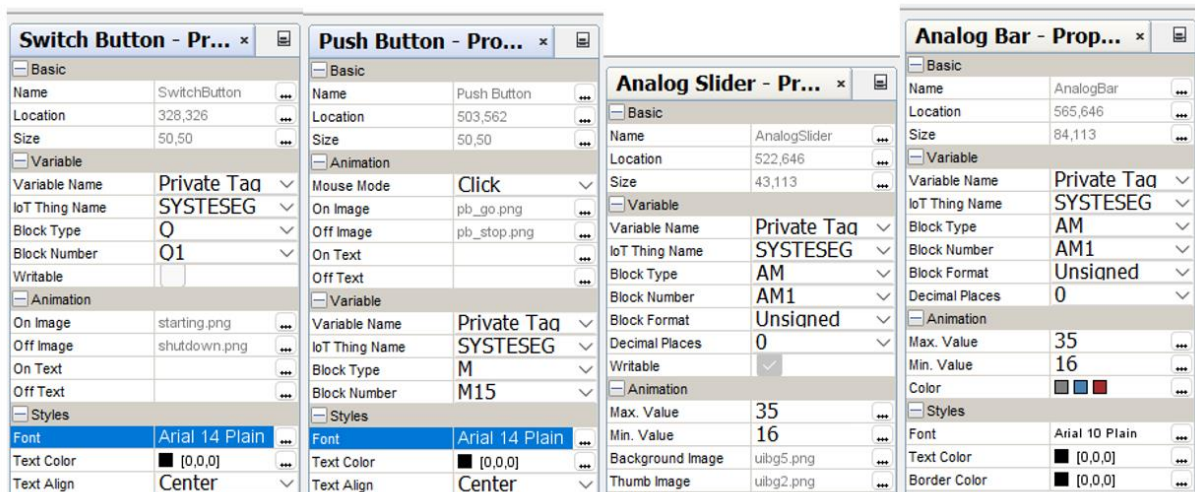
Haciendo uso de las diferentes herramientas de diseño que tiene disponibles el software LWE (Figura 2.16), nos permitieron desarrollar una interfaz interactiva y visual que facilite al usuario el control y el monitoreo de los diferentes sistemas eléctricos.

Figura 2. 16. Herramientas de Diseño en LWE.



Cada uno de los símbolos y herramientas usados en la interfaz web desarrollada debieron ser vinculados con sus respectivas entradas o salidas del PLC según fue su caso a excepción de los símbolos de texto. Es decir, cada herramienta de control o visualización analógica debió ser vinculada a su respectiva entrada o salida analógica y de igual manera con las herramientas que debían estar vinculadas con las entradas o salidas digitales. En la figura 2.17 podemos visualizar como se vincularon algunos de los símbolos principales creados con sus respectivas entradas o salidas del PLC y así mismo todas ellas debieron ser vinculadas al dispositivo IoT creado en la tabla de objetos IoT anteriormente.

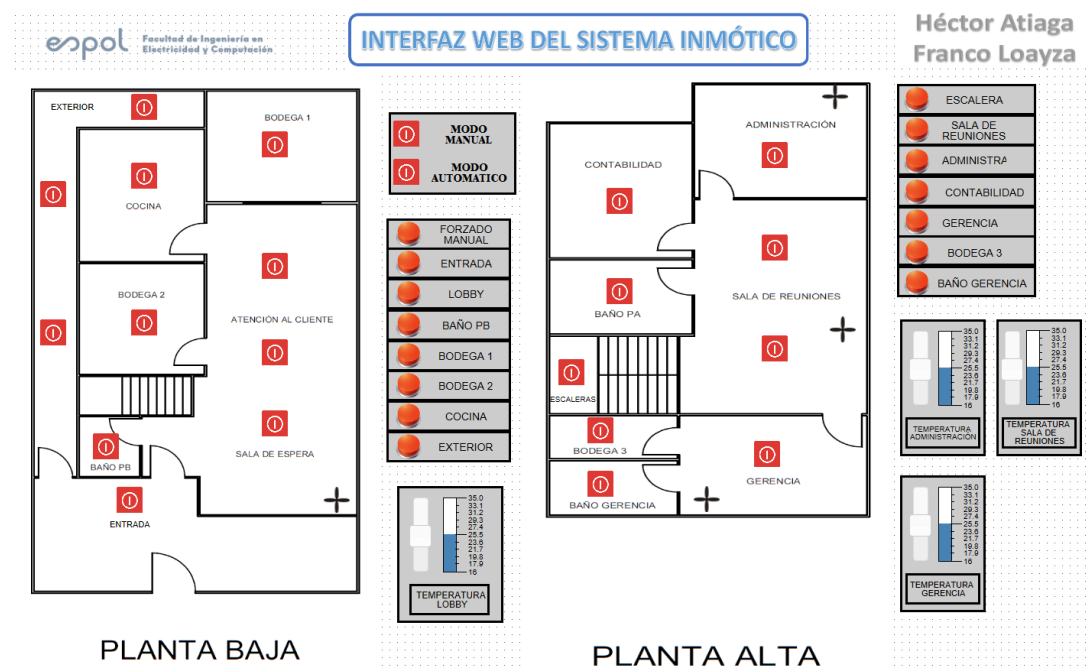
Figura 2. 17. Vincular las entradas y salidas del PLC LOGO! con cada símbolo creado en LWE.



Además, en la Figura 2.17 podemos apreciar en el apartado de animación como los símbolos estaban relacionados a un cambio de imagen o a un cambio de color si su respectiva entrada fue accionada o si su correspondiente salida fue activada.

Finalmente ordenamos y ubicamos cada uno de los símbolos, imágenes, botones y pilotos en los lugares adecuados para presentar una interfaz completa y de fácil acceso para el usuario. El diseño completo de la interfaz web desarrollada los podemos ver en la figura 2.18 donde podemos visualizar que usamos de fondo el plano de la oficina con la finalidad de que al usuario se le facilite la ubicación de cada una de las áreas a ser controladas proporcionando de esta forma una interfaz mucho más amigable para controlar y monitorear los sistemas de climatización e iluminación.

Figura 2. 18. Interfaz web del sistema inmótico diseñada

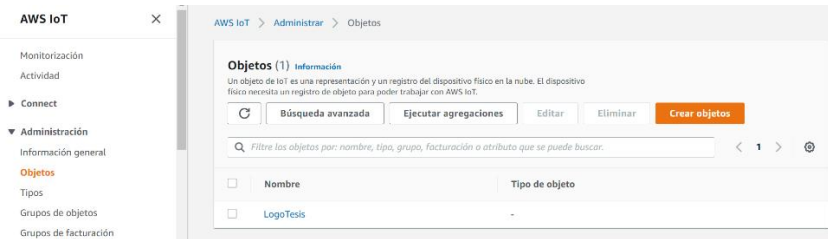


2.7. Conexión con AWS

Antes de realizar la vinculación entre el PLC y la nube se debe crear un usuario raíz en la plataforma de AWS mismo que nos permitirá crear el objeto IoT que se comunicará con nuestro dispositivo (Ver Apéndice E).

Para crear el objeto IoT en la plataforma de AWS seleccionamos el servicio IoT core y creamos un objeto con el nombre deseado en el apartado objetos (Ver Apéndice E).

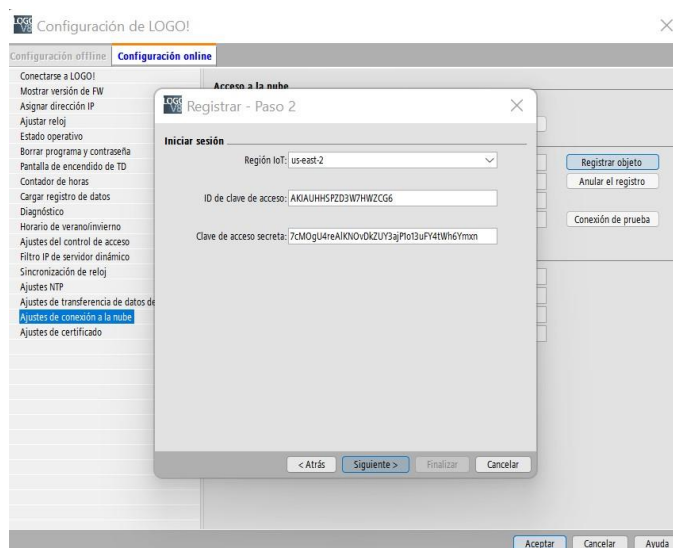
Figura 2. 19. Crear Objeto en el servicio de IoT de AWS



Una vez realizada la programación y el diseño de la interfaz web procedemos a vincular nuestro PLC LOGO! con la plataforma de AWS, para esto necesitamos configurar nuestro PLC LOGO! desde el software LOGO! Soft Comfort, accediendo a los ajustes de conexión a la nube (Ver Apéndice C).

En la Figura 2.20 se puede observar que al momento de Registrar nuestro PLC como un objeto en la plataforma de IoT core desde LOGO! Soft Comfort se colocaron las credenciales de nuestro usuario raíz creado anteriormente en la interfaz de AWS (Ver Apéndice E).

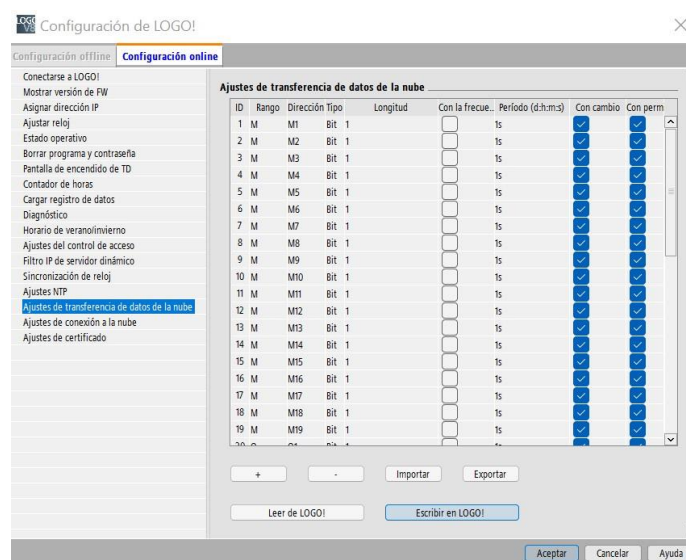
Figura 2. 20. Registro del PLC LOGO! usando las credenciales de acceso mediante programación.



En la Figura 2.20 se observa que se activó el acceso a la nube y se realizó la comprobación de conexión con la nube necesaria para verificar la transmisión de datos entre el PLC LOGO! y la nube de AWS.

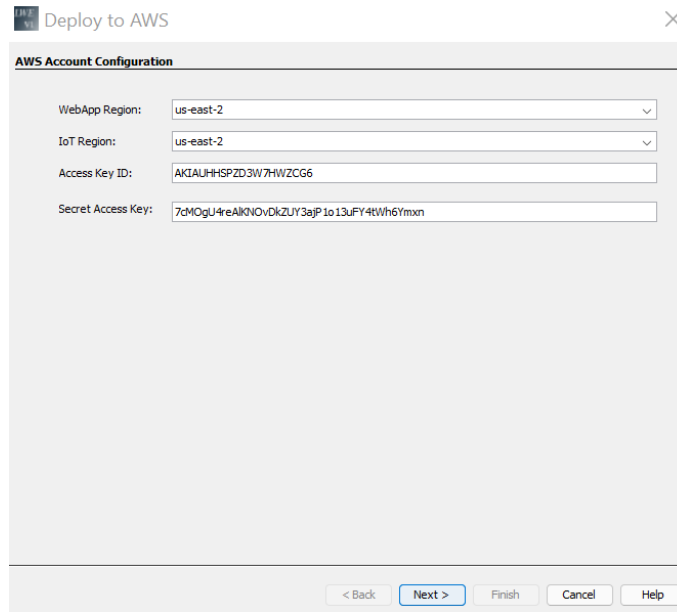
En el menú de configuraciones de LOGO! en el apartado de ajustes de transferencia de datos de la nube (Figura 2. 21) se seleccionaron todas entradas y salidas físicas para que puedan ser accionadas también a través de la nube.

Figura 2. 21. Ajuste de transferencia de datos de la nube.



Finalmente, desde el programa LWE se cargó la interfaz web desarrollada anteriormente haciendo uso de las credenciales de acceso de programación del usuario raíz creado anteriormente (Figura 2. 22) y seleccionando el entorno deseado o creando uno nuevo (Ver Apéndice D).

Figura 2. 22. Carga de La interfaz web a la nube desde LWE.



The image shows a dialog box titled "Deploy to AWS" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar is a section labeled "AWS Account Configuration". This section contains four fields:

- WebApp Region:** A dropdown menu with "us-east-2" selected.
- IoT Region:** A dropdown menu with "us-east-2" selected.
- Access Key ID:** A text input field containing "AKIAUHHSPZD3W7HWZCG6".
- Secret Access Key:** A text input field containing "7cMOgU4reAlkNOvDkZUY3ajP1o13uFY4tW6Ymxn".

At the bottom of the dialog box, there are five buttons: "< Back", "Next >" (highlighted in blue), "Finish", "Cancel", and "Help".

CAPÍTULO 3

3. Resultados y Análisis

2.8.3.1. Interfaz Web Desarrollada

En el periodo en el que se desarrolló este estudio una de las necesidades del área administrativa de Systeseg S.A. era la capacidad de poder controlar y monitorear los sistemas eléctricos de las instalaciones de manera remota, ya que se suponía que estos eran los sistemas que representaban el mayor porcentaje de desperdicio energético presente en las instalaciones. Es por esto por lo que uno de los objetivos principales del proyecto era desarrollar una interfaz web con conexión a la nube, la cual podría ser accedida mediante cualquier dispositivo que cuente con conexión a internet.

Los servidores de Amazon le permiten al PLC SIEMENS LOGO! una conexión directa con la nube mediante sus servidores, Amazon Web Services, debido al convenio existente entre Amazon con los fabricantes de dicho PLC.

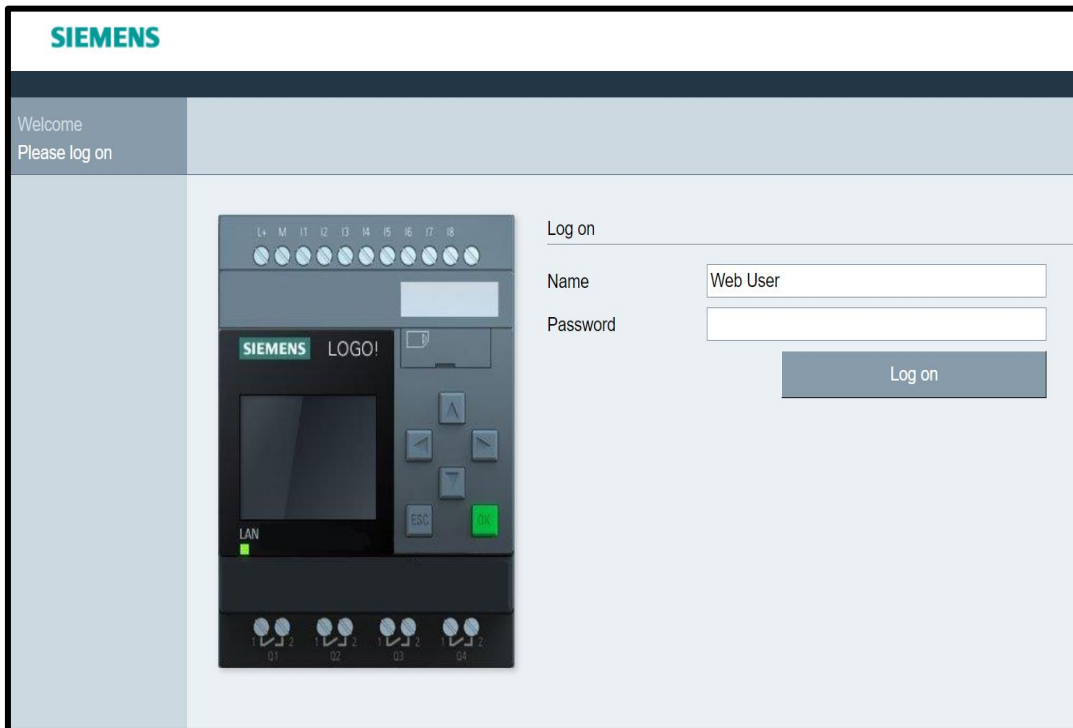
Para acceder remotamente al controlador ubicado en las instalaciones de Systeseg S.A. debemos hacerlo mediante un enlace proporcionado por Amazon Web Services. Este método de ingreso hacia la plataforma web desarrollada no es para nada amigable, es por esto por lo que hemos desarrollado un código QR, el cual se puede observar en la Figura 3.1, que permitirá acceder a los usuarios de manera rápida y sencilla.

Figura 3. 1. Código QR creado para el acceso hacia la interfaz de control web.



Una vez que el usuario haya escaneado el código QR o ingresado mediante el enlace proporcionado por Amazon Web Services observará una interfaz de validación de credenciales, tal como se puede observar en la Figura 3.2.

Figura 3. 2. Validación de credenciales para acceder a la interfaz de control web.



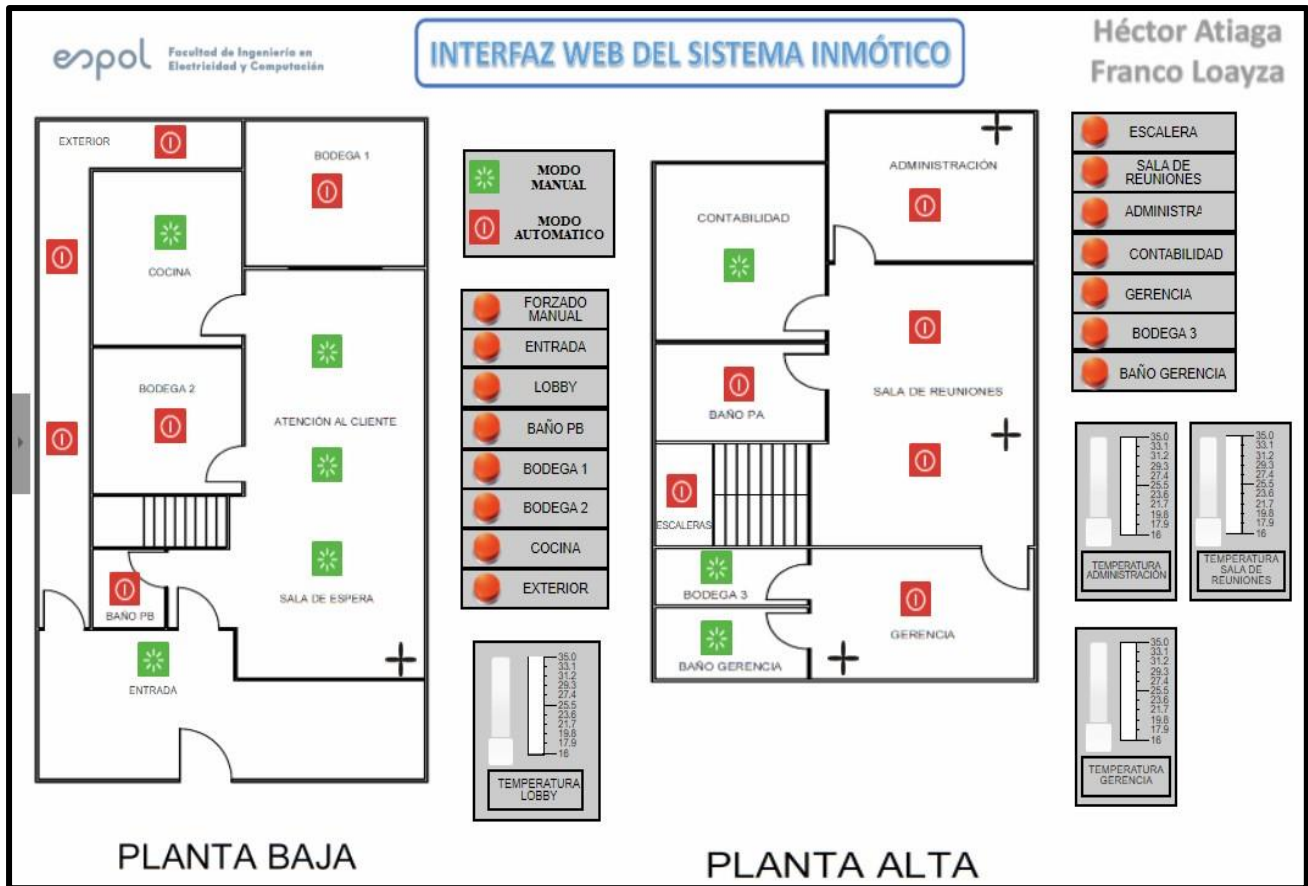
Las credenciales a utilizarse para validar el ingreso hacia la interfaz de control y monitoreo del sistema inmótico son únicas, por lo que se recomienda que dicho sistema sea supervisado por una sola persona, para el caso de estudio presente la persona encargada del sistema será la Gerente General de Systeseg S.A..

Una vez el usuario y contraseña sea validad en la interfaz de validación de la Figura 3.2 el usuario del sistema será dirigido directamente a la interfaz web de control y monitoreo del sistema inmótico, el cual se puede apreciar en la Figura 3.3.

Desde esta interfaz el usuario tendrá la capacidad de observar en tiempo real el estado de cada uno de los sistemas controlados por el PLC LOGO. A su vez el usuario tendrá la capacidad de forzar el modo manual del sistema para que este pueda ser controlado tanto desde las oficinas o desde la interfaz web.

Cabe recalcar que cuando el usuario fuerce el modo manual desde la interfaz web el sistema se mantendrá en dicho modo de operación únicamente por 5 minutos ya que este método de operación ha sido desarrollado para validar emergencias o imprevistos que puedan sucederse durante periodos cortos de tiempos, ya que el modo automático del sistema hará que el ahorro energético previsto sea mucho mayor.

Figura 3. 3. Interfaz web del sistema inmótico.



2.9.3.2. Análisis de los datos adquiridos

Durante el desarrollo de este proyecto se realizaron encuestas a todo el personal de Systeseg S.A., siendo este un equipo de cinco personas donde se encuentran denominados por los siguientes cargos:

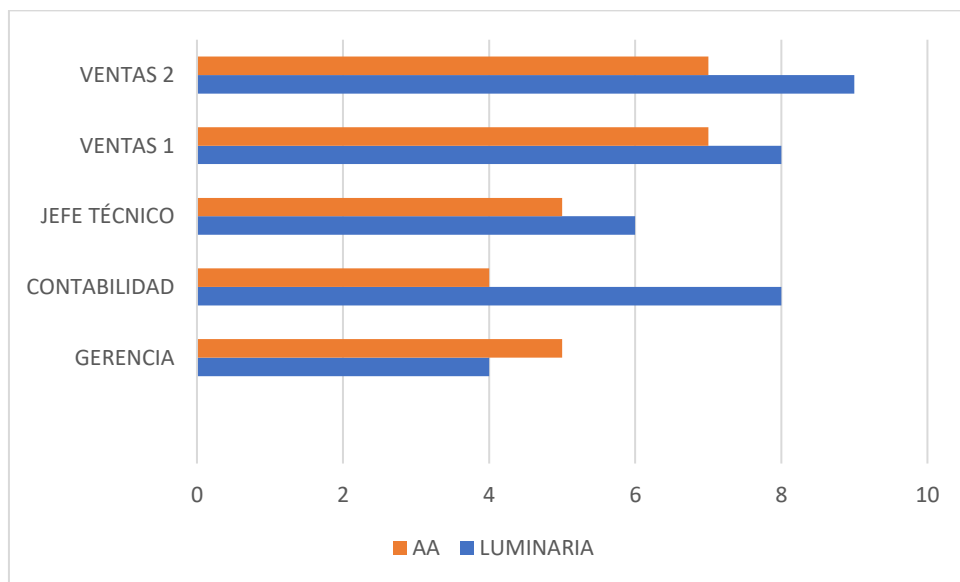
- Gerente General
- Contadora
- Jefe Técnico

- Asistente de Ventas 1
- Asistente de Ventas 2

A cada uno de ellos se les consulto acerca de dos datos de gran importancia que nos permitirán estimar el cálculo del porcentaje de la energía que no es aprovechada de manera eficiente.

Es por esto por lo que en la Gráfica 3.1 podemos observar el tiempo que cada uno de los usuarios de la empresa mantiene encendido tanto el sistema de luminaria de su puesto de trabajo (barra de color azul) y así mismo del sistema de climatización (barra de color naranja). Teniendo así un consumo del sistema de luminaria promedio de 7 horas diarias y del sistema de climatización un promedio de 5.6 horas al día. Este valor se traduce a un tiempo de consumo mensual aproximado de 140 horas para el sistema de luminaria y 112 horas para el sistema de climatización de la empresa.

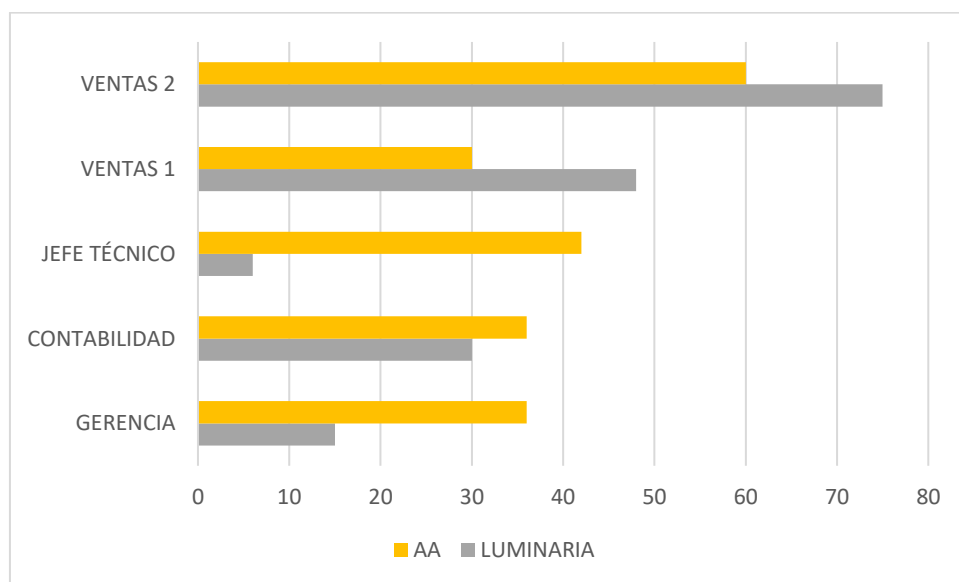
Gráfica 3. 1. Horas de funcionamiento de los sistemas por día.



Una vez conocemos la cantidad de horas que cada uno de los usuarios de Systeseg S.A. utilizan tanto el sistema de luminaria como el de climatización se procedió a calcular mediane una encuesta cuantas horas al mes ellos presentan un desaprovechamiento de la energía eléctrica, teniendo como resultado la Gráfica 3.2 que se puede visualizar a continuación.

Todos estos datos dependen de diferentes factores que difieren entre cada uno de los usuarios de la empresa ya que la mayoría de ellos se encuentran en entornos de trabajo diferentes. Por ejemplo, la oficina del jefe técnico se encuentra en el segundo piso de la edificación y presenta una orientación directa hacia el sol, causando que tenga que mantener el sistema de climatización encendido durante gran parte de su jornada laboral. Mientras que la oficina de Contabilidad se encuentra en una ubicación del edificio en donde no se presenta iluminación natural prácticamente, causando así que las horas de funcionamiento del sistema de luminaria de su área sea mayor que la del promedio.

Grafica 3. 2. Desaprovechamiento energético (horas/mes).



De las encuestas realizadas a los distintos miembros de la empresa Systeseg S.A. hemos podido recopilar y estimar el porcentaje de desaprovechamiento actual en cuanto a los sistemas de luminaria y climatización de las instalaciones. Se puede observar que en promedio los miembros de la empresa desaprovechan un 24.86% de la energía eléctrica cuando a los sistemas de luminaria se refiere, mientras que en cuanto a los sistemas de climatización este valor llega a ser de hasta un 36.43%.

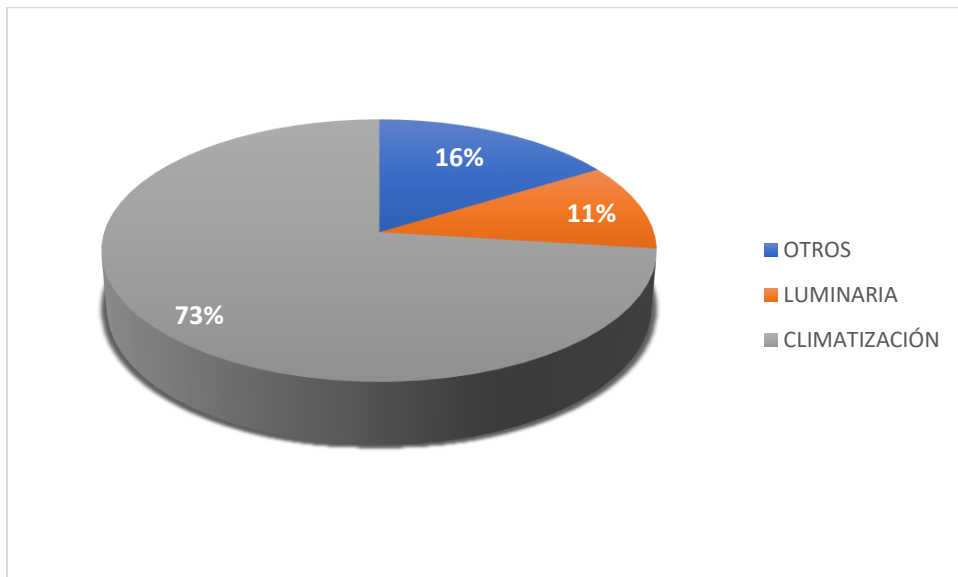
Tabla 3. 1. Cálculo del porcentaje de desaprovechamiento de la energía eléctrica por mes.

SISTEMA	Horas Productivas	Horas Desaprovechadas	Porcentaje de Desaprovechamiento
LUMINARIA	140	34.8	24.86%
CLIMATIZACIÓN	112	40.8	36.43%

2.10.3.3. Análisis de la eficiencia energética

Debido a que no podemos cuantificar de manera exacta como se distribuye el consumo energético de los distintos sistemas eléctricos de las instalaciones se procedió a realizar una estimación del consumo eléctrico de los principales sistemas instalados actualmente en las oficinas.

Grafica 3. 3. Distribución del consumo eléctrico de Systeseg S.A.



Para conocer el porcentaje que representa el consumo eléctrico de cada uno de los sistemas eléctricos se realizó el cálculo de cargas de cada uno de los circuitos eléctricos actuales de

las instalaciones, teniendo como resultado la Gráfica 3.3 donde se puede observar que el sistema eléctrico más representativo es el de climatización. El sistema de luminaria representa un 11% del consumo total energético de Systeseg S.A. y junto al sistema de climatización representan aproximadamente el 74% del consumo energético total de Systeseg S.A.

En la Tabla 3.1 se calculó el porcentaje de ahorro posible que se tiene en cada uno de los sistemas a los cuales nuestra propuesta se enfoca, por lo que con ayuda de los datos mostrados en la Gráfica 3.3 podemos estimar de manera precisa el posible ahorro energético total que nuestro sistema inmótico representaría a Systeseg S.A. Esto se ve ilustrado en la Gráfica 3.4, donde se observa que el posible ahorro energético total sobre el consumo eléctrico de Systeseg S.A. llegaría hasta un 30%.

Grafica 3. 4. Porcentaje de ahorro energético posible por sistema de Systeseg S.A.

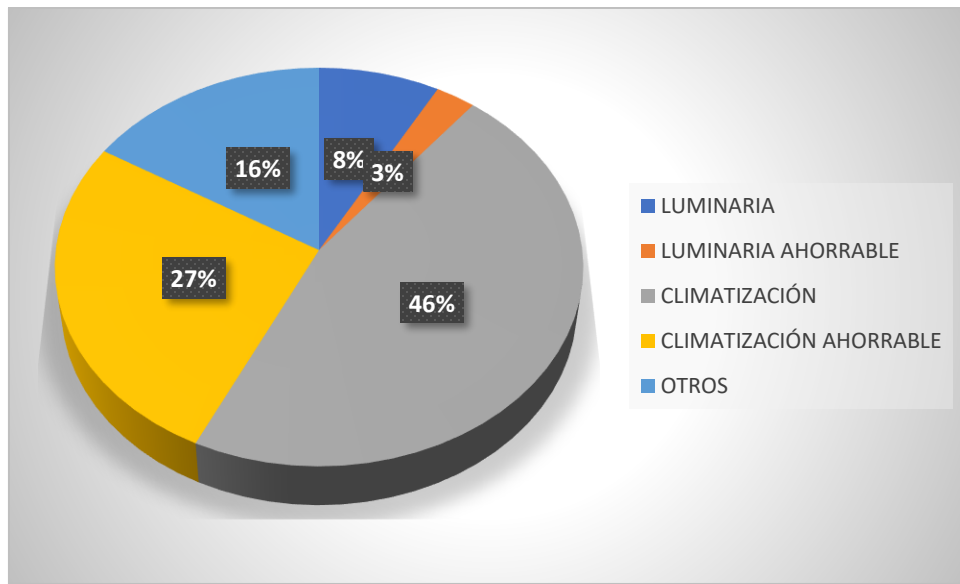


Tabla 3. 2. Energía eléctrica ahorrable por sistema.

SISTEMA	Energía Eléctrica Consumida Estimada [W]	Energía Eléctrica Ahorrable [W]	Total de Energía Eléctrica Ahorrable [W]	Porcentaje de ahorro estimado
LUMINARIA	3100	770.66	8457.80	29.26%
CLIMATIZACIÓN	21101.12	7687.14		
OTROS	4700	0.00		

Nuestra propuesta se centra únicamente en el ahorro energético que se puede realizar en los sistemas de luminaria y climatización, además de estos sistemas se ha estimado un consumo ajeno a estos sistemas descritos de 4700 W. En la Tabla 3.2 podemos observar que entre el sistema de luminaria y el sistema de climatización podemos ahorrar casi 8500 W, lo que representa un ahorro en el consumo energético de aproximadamente 30%.

2.11.3.4. Análisis de Costos

Una vez conocida la capacidad de ahorro energético que puede llegar a tener nuestra propuesta debemos comparar este valor con los gastos reales actuales de Systeseg S.A. SA, dichos datos han sido adquiridos mediante la consulta de cada una de las planillas de luz, tal como lo podemos observar en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Consumo energético de Systeseg S.A. en el año 2021.

N° planilla	Mes	Consumo Eléctrico Total [KWh]	Valor Facturado [USD]
1	Enero	663	\$ 64,97
2	Febrero	650	\$ 63,60
3	Marzo	651	\$ 63,71
4	Abril	629	\$ 61,40
5	Mayo	614	\$ 59,82
6	Junio	627	\$ 61,45
7	Julio	557	\$ 55,17
8	Agosto	496	\$ 47,43
9	Septiembre	606	\$ 61,47
10	Octubre	620	\$ 63,27
11	Noviembre	581	\$ 58,26
12	Diciembre	572	\$ 55,41
TOTAL 2021		7266	\$ 715,96

De la Tabla 3.3 se logra observar que el consumo eléctrico por parte de Systeseg S.A. durante el año 2021 fue de 7266 KWh de los cuales podemos decir que aproximadamente 2126 KWh no fueron aprovechado de manera efectiva, debido a las estimaciones realizadas como se puede observar en la Tabla 3.4. Es decir, existe un posible ahorro económico de \$209.52 por año.

Tabla 3. 4. Datos de consumo y ahorro energético en el año 2021 – Systeseg S.A.

UNIDAD	Consumo Energético sin Sistema Inmótico	Consumo Energético con Sistema Inmótico	Ahorro
KWh	7266.000	5139.634	2126.366
USD	\$ 715.96	\$ 506.44	\$ 209.52

De acuerdo con el análisis realizado durante el desarrollo del proyecto se ha logrado realizar el listado de precios de cada uno de los materiales necesarios para lograr la implementación exitosa de nuestra propuesta. Dicho listado se puede visualizar en la Tabla 3.5 donde se detalla que el costo total de los materiales a utilizar es de \$2123.01 mientras que el costo de implementación sería de \$212.30, teniendo como referencia que el costo de implementación ha sido estimado como el 10% del valor total de la obra.

Tabla 3. 5. Listado de materiales y costos de implementación.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Tablero Poliester 847x636	1	\$ 414.00	\$ 414.00
Pulsador rojo tipo hongo	1	\$ 27.97	\$ 27.97
PLC	1	\$ 160.00	\$ 160.00
Fuente de poder 24V 5A	1	\$ 141.36	\$ 141.36
Interruptor Termomagnético IC60N, 2x10A, 220VAC	1	\$ 45.31	\$ 45.31
Interruptor Diferencial 2x25A, 230VAC	1	\$ 73.57	\$ 73.57
Módulo de E/S Digitales	4	\$ 55.00	\$ 220.00
Módulo de Entradas Analógicas	4	\$ 70.00	\$ 280.00
Acoplador Relé 6A 230VAC/DC	12	\$ 26.21	\$ 314.52
Separador Lateral para borna carril DIN	25	\$ 0.88	\$ 22.00
Bornera 2 pisos	25	\$ 1.93	\$ 48.25
Bornera con fusible	16	\$ 4.24	\$ 67.84
RIEL DIN	3	\$ 6.66	\$ 19.98
Canaleta Ranurada 40X40 mm	4	\$ 4.94	\$ 19.76
Sensor de Temperatura	4	\$ 10.66	\$ 42.64
Termostato Analógico	4	\$ 14.54	\$ 58.16
Sensor de Movimiento	10	\$ 10.99	\$ 109.90
Sistema de control de accesos	1	\$ 57.75	\$ 57.75
TOTAL DE MATERIALES			\$ 2,123.01
MANO DE OBRA			\$ 212.30
INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO			\$ 2,335.31

Conociendo los costos de implementación y el valor total de materiales necesarios podemos calcular el monto de la inversión total para implementar nuestra propuesta, dando como resultado un monto de \$2335.31, tal como se visualiza en la Tabla 3.6.

Tabla 3. 6. Inversión inicial del proyecto.

Dispositivos y Materiales	Mano de Obra	Total
\$ 2,123.01	\$ 212.30	\$ 2,335.31

Conociendo que el ahorro económico anual estimado puede llegar a ser de hasta \$209.52, según la Tabla 3.4, tenemos la capacidad de calcular el ahorro económico que generaría la implementación de un sistema inmótico robusto. Teniendo presente que el valor de la

inversión inicial total sería de \$2335.31 y que este no variará con el tiempo podemos calcular la ganancia que presentará Systeseg S.A. año a año mediante la comparación de dicho valor con el ahorro acumulado gracias a la implementación de nuestra propuesta.

En la Tabla 3.7 podemos observar de qué manera el ahorro acumulado y la ganancia año a año crece constantemente, teniendo presente durante los primeros años de haber implementado el sistema inmótico no se tendrá ganancia alguna debido a que el ahorro que presenta nuestro sistema por año es bajo comparado con la inversión inicial requerida.

Tabla 3. 7. Análisis del PRI.

AÑO	INVERSIÓN INICIAL	AHORRO ACUMULADO	GANANCIA
1	\$ 2,335.31	\$ 209.52	\$ (2,125.79)
2	\$ 2,335.31	\$ 419.04	\$ (1,916.27)
3	\$ 2,335.31	\$ 628.56	\$ (1,706.75)
4	\$ 2,335.31	\$ 838.08	\$ (1,497.23)
5	\$ 2,335.31	\$ 1,047.60	\$ (1,287.71)
6	\$ 2,335.31	\$ 1,257.12	\$ (1,078.19)
7	\$ 2,335.31	\$ 1,466.64	\$ (868.67)
8	\$ 2,335.31	\$ 1,676.16	\$ (659.15)
9	\$ 2,335.31	\$ 1,885.68	\$ (449.63)
10	\$ 2,335.31	\$ 2,095.20	\$ (240.11)
11	\$ 2,335.31	\$ 2,304.72	\$ (30.59)
12	\$ 2,335.31	\$ 2,514.24	\$ 178.93
13	\$ 2,335.31	\$ 2,723.76	\$ 388.45
14	\$ 2,335.31	\$ 2,933.28	\$ 597.97
15	\$ 2,335.31	\$ 3,142.80	\$ 807.49

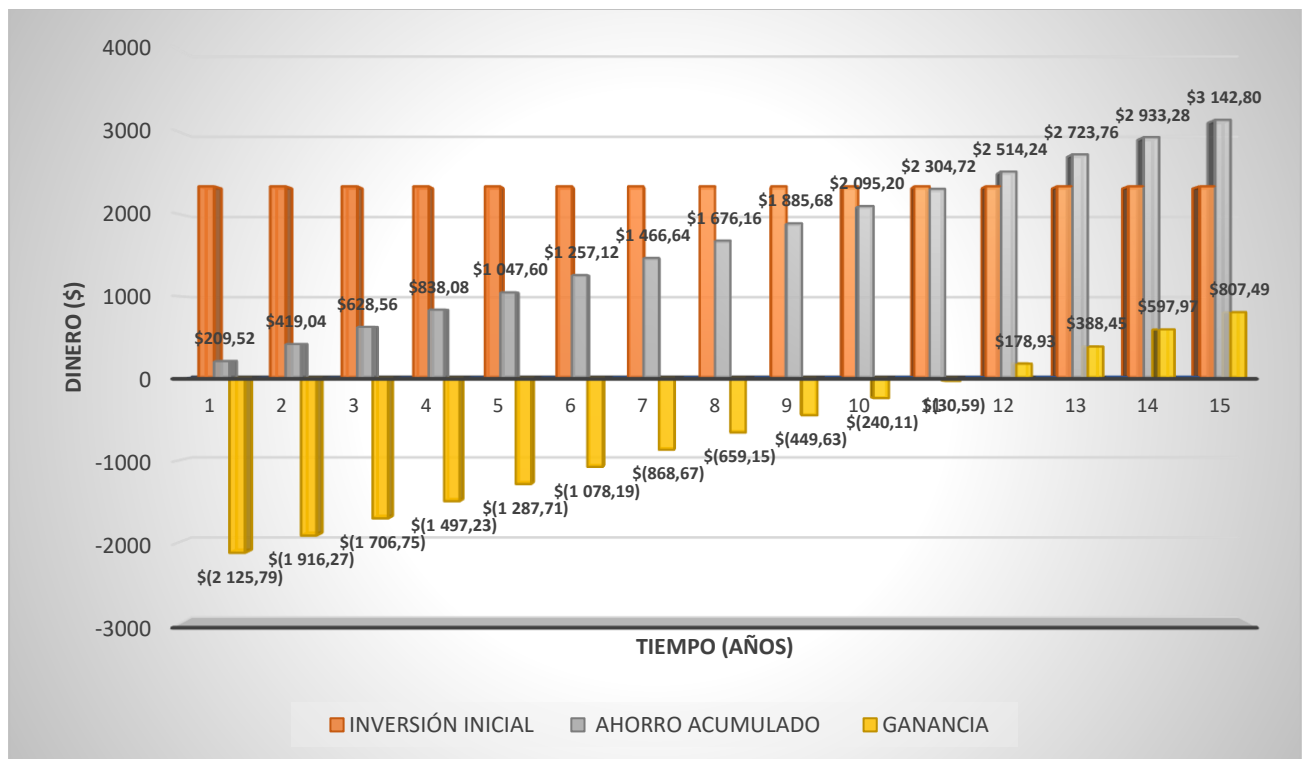
De la Tabla 3.7 podemos observar que el ahorro acumulado crece proporcionalmente ya que se ha considerado un valor fijo de ahorro económico con respecto al ahorro energético de la empresa, esta estimación se hacer con el afán de ser conservadores a la hora de realizar la proyección de consumo energético anual de la empresa ya que se piensa que a futuro Systeseg S.A. consideraría aumentar su personal lo que causaría un consumo energético mayor, y por ende un ahorro económico mayor.

Entre el onceavo y doceavo año se prevé que existirá el primer mes donde el ahorro económico generado por la implementación de nuestro sistema sobrepase el gasto que

presenta la empresa con respecto a la inversión inicial del proyecto, tal como se muestra subrayado de color amarillo en la Tabla 3.6. Es decir, que podemos considerar que el periodo de retorno de la inversión (PRI) será de aproximadamente once años, teniendo presente las consideraciones detalladas durante el desarrollo de este análisis.

Sabemos también que debido a la robustez y fiabilidad que presenta nuestro proyecto podemos decir con seguridad que el sistema inmótico propuesto tendrá una vida útil de más de 15 años, causando así una rentabilidad creciente durante todo su desempeño natural. Llegando a obtener una ganancia económica mayor a \$800 a partir del quinceavo año.

Grafica 3.5. Análisis del ahorro acumulado y la ganancia por año.



Todo lo anterior descrito se puede visualizar de mejor manera en la Gráfica 3.5 donde se puede ver con facilidad el crecimiento constante tanto del ahorro acumulado como el de la ganancia de la empresa después de haber implementado el sistema inmótico propuesto. También logramos observar que a partir del onceavo año el balance de la ganancia generada por el sistema llega a su punto de equilibrio, teniendo un PRI de entre once y doce años.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.12.4.1. Conclusiones

- En el mercado se encuentran varias alternativas de automatización empresarial, de los cuales la gran mayoría de estos se utilizan protocolos de comunicación poco fiables. A diferencia de estas alternativas nuestro proyecto garantiza un desempeño sin falla alguna gracias a su comunicación Ethernet Industrial.
- El uso del autómeta programable PLC Logo! en su versión 8.3 nos asegura que nuestro sistema inmótico tenga una larga vida útil, ya que está diseñado para ambientes hostiles. Además, gracias a su conexión directa con la nube de AWS nos permite interactuar de manera segura con la interfaz web desde cualquier dispositivo siempre y cuando el equipo tenga conexión a internet.
- El uso del programa Logo Web Editor nos permite implementar un diseño web con todas las características visuales, de control y de seguridad, sin la necesidad de tener un conocimiento en programación de desarrollo web, dándonos la capacidad de cargar dicho diseño directamente en los servidores de AWS.
- La conexión realizada con Amazon Web Services nos permite tener acceso remoto al control y monitoreo de nuestro sistema inmótico desde cualquier lugar del mundo. Además, con ayuda de la programación de escenarios preconfigurados incrementa al máximo la eficiencia energética posible en las oficinas.
- Después del análisis realizado en las oficinas de Systeseg S.A. ubicadas en Cdla. Kennedy Norte de la ciudad de Guayaquil, podemos garantizar que el sistema inmótico propuesto contribuirá en el ahorro energético de las oficinas en al menos un 30%, al cubrir los desperdicios energéticos causados por el descuido del personal y aumentando el ahorro económico de la empresa en sus gastos operativos.
- Mediante una inversión inicial de aproximadamente \$3000 podremos implementar un sistema inmótico robusto el cual permitirá un ahorro mensual de \$28.82 por lo

que a partir del noveno año la inversión será recuperada. Además, presenta un valor agregado como lo puede ser el confort de los oficinistas y clientes.

2.13.4.2. Recomendaciones

- Al momento de realizar la configuración del PLC Logo! es de vital importancia conocer su dirección IP para acceder a su configuración. Una vez realizada la conexión se debe establecer [una dirección IP fija donde tengamos la certeza que esta no interferirá con algún otro dispositivo configurado en la red existente.](#)
- El software de programación Logo! Soft Comfort [tiene la capacidad de asignar comentarios a cada uno de los bloques, así mismo cuenta con la herramienta de texto que permite escribir con distintos tipos de fuente en cualquier parte del documento. Estas herramientas son de gran ayuda al momento de desarrollar un programa de manera ordenada, ya que podremos identificar fácilmente cada una de las partes del proyecto.](#)
- Cuando un programa complejo es desarrollado en Logo! Soft Comfort [este tendrá una gran cantidad de conexiones, lo cual dificulta notablemente el desarrollo y organización de este.](#) Por eso se debe considerar usar la herramienta llamada deshacer conexiones la misma que nos permite usar etiquetas para interconectar los terminales de cada bloque, facilitando de esta manera la visualización del proyecto en desarrollo.
- Al momento de crear un entorno web es recomendable hacerlo directamente en [la plataforma Elastic Bean Stalk](#) de AWS, [ya que puede existir inconvenientes si la creamos usando el software LWE](#), debido a las protecciones de seguridad que posee AWS en sus servidores.
- Es necesario revisar que estén declaradas las variables que serán indispensable en el control remoto ingresando a ajustes de transferencia de datos de la nube en la configuración del PLC Logo! en el menú de ajuste de transferencia de datos de la nube y habilitar los permisos para que puedan ser modificadas desde la interfaz web.

- Tomar en cuenta que el nombre que se le da a nuestro controlador dentro de la configuración IOT en LWE debe ser el mismo que en IOT CORE, ya que si estos nombres no coinciden la conexión entre el PLC y la nube no será posible.
- Al momento de realizar el cálculo del periodo de retorno de la inversión es de gran ayuda utilizar el dato del crecimiento promedio estimado en el gasto energético ya que así se puede estimar con mayor precisión el gasto económico que presentará la empresa estudiada en los años siguientes.

BIBLIOGRAFÍA

- (n.d.). Retrieved from TECNOSEGURO: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>
- (n.d.). Retrieved from ANIXTER: https://www.anixter.com/es_mx/about-us/news-and-events/news/access-control-technologies-important-factors-when-choosing-a-solution.html?timeout=true
- Amazon Web Services. (s.f.). *IoT-core*. Obtenido de AMAZON: <https://aws.amazon.com/es/iot-core/features/#:~:text=AWS%20IoT%20Core%20permite%20conectar,dispositivos%20aunque%20no%20est%C3%A9n%20conectados>.
- Asociación Española de Domótica e Inmótica. (s.f.). Obtenido de CEDOM: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- AWS. (n.d.). Retrieved from AWS: <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- Brunete, A. (28 de Julio de 2020). *Introducción a la Automatización Industrial*. Obtenido de Bookdown: https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/
- Detector de Movimiento*. (5 de Noviembre de 2019). Obtenido de Tecnoseguro: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/alarma/que-es-un-detector-de-movimiento-de-doble-tecnologia>
- Erazo, P. I. (2019, Febrero). <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9022/1/04%20MEL%20045%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. Ibarra, Ecuador.
- GRUPOSPEC. (n.d.). Retrieved from <https://www.grupospec.com/es/blog/91-tipos-control-acceso>
- Jara, F. T. (n.d.). *Autómatas programables I*. Retrieved from Universidad de Alicante: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18436/1/Tema%206_%20Automatas%20I.pdf
- Juan Carlos Martín, M. P. (n.d.). *Juan Carlos Martín*.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2018). Plan Maestro de Electricidad. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio de Energía y Recursos no Renovables. (2021). *La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13%*. Quito.
- Ministerio de Energías no Renovables del Ecuador. (2019). Balance Energético Nacional. Quito, Pichincha, Ecuador.

ORACLE. (n.d.). Retrieved from ORACLE: <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>

RFID. (n.d.). Retrieved from ABR: <https://www.abr.com/what-is-rfid-how-does-rfid-work/>

Sensores de Temperatura. (n.d.). Retrieved from SRCSL: <https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/>

SIEMENS. (n.d.). Retrieved from <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>

SIEMENS. (2021, ENERO 11). Retrieved from CASADOMO: <https://www.casadomo.com/2021/01/12/financiacion-inteligente-eficiencia-energetica-factores-clave-impulsar-edificios-conectados/siemens-informe-edificios-inteligentes-estadistica>

Universidad Nacional de la Plata. (2017). Controlador lógico programable - PLC . Argentina.

Velázquez, V. R. (Junio de 2009). Control Electromagnético de Maquinas Eléctricas de C.A.

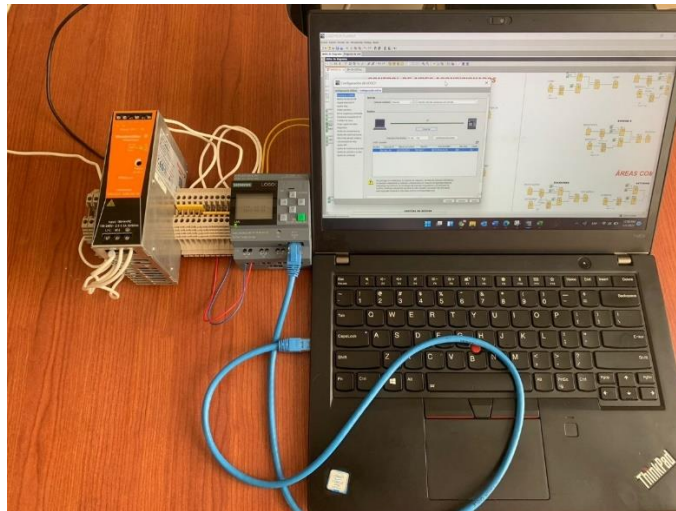
VESTERTAINING. (n.d.). Retrieved from <https://vestertraining.com/blog/sensores-plc/>

APÉNDICES

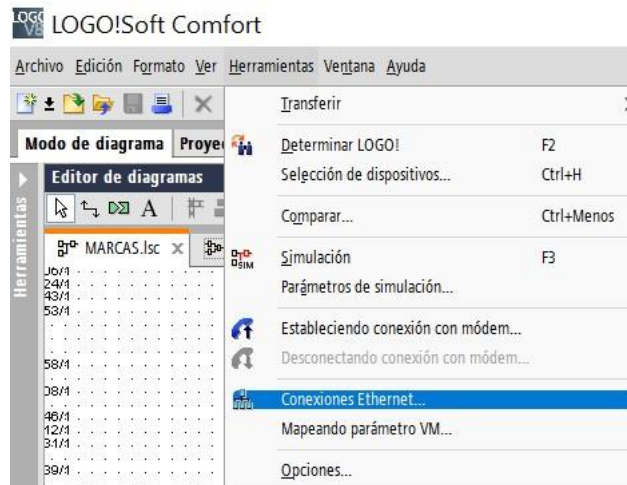
APÉNDICE A. PASOS A SEGUIR PARA CONFIGURAR LA DIRECCIÓN IP DEL PLC LOGO!

A continuación se detallará los pasos a seguir dentro del software de programación Logo! Soft Comfort para poder cambiar exitosamente la dirección IP del PLC Logo!.

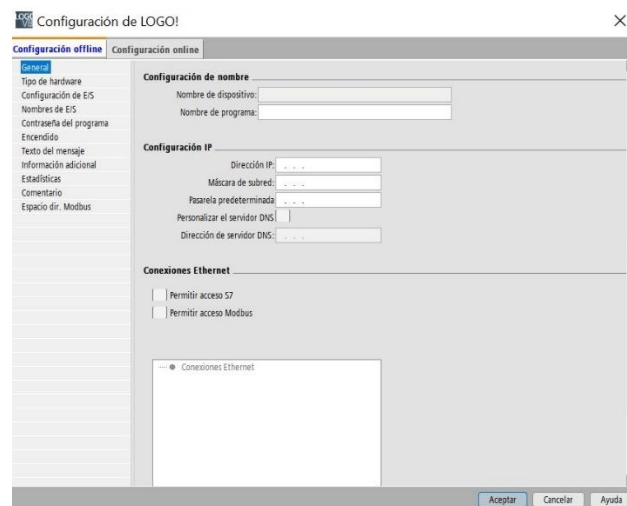
Para empezar con la configuración de la dirección IP de nuestro controlador debemos conectar el mismo mediante un cable de red a nuestra computadora para así poder cerciorarnos de que el único PLC que vamos a configurar sea el deseado, tal como se puede observar en la figura a continuación.



Una vez que el PLC LOGO! se encuentre conectado directamente a la computadora iremos a la barra de herramienta del software de programación LOGO! Soft Comfort y seleccionaremos la opción de “Herramientas”. Dentro de las opciones que se muestran en dicha opción daremos clic en “Conexiones Ethernet”, tal como se observa en la figura a continuación.

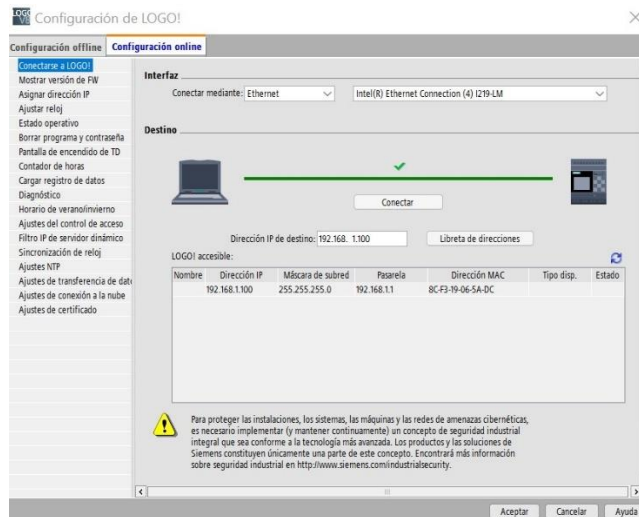


Seguido de esto se abrirá una pequeña ventana llamada “Configuración de LOGO!” donde procederemos a irnos a la ventana de “Configuración online”.

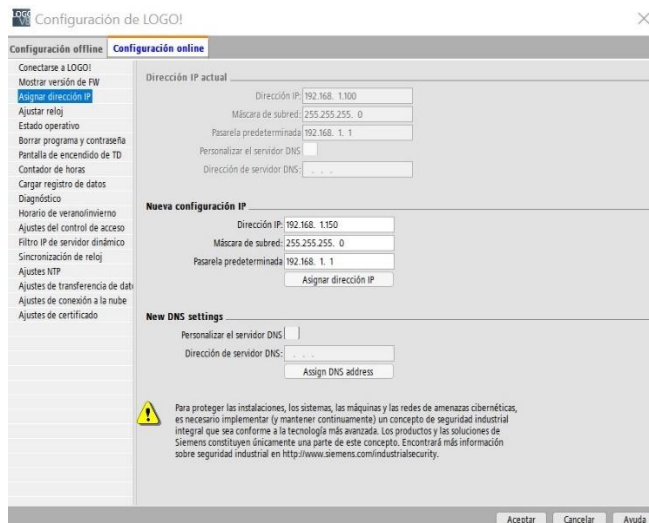


En esta pestaña nos encontraremos en el apartado “General” donde podemos observar las secciones “Interfaz” y “Destino”. Dentro de la sección “Interfaz” debemos asegurarnos de que en el apartado “Conectar Mediante” se encuentre seleccionado la opción Ethernet y en la parte derecha debemos cerciorarnos de que hemos escogido el controlador de conexión de internet cableada, ya que en caso de que se seleccione cualquier otro controlador la conexión con el PLC LOGO! no será posible. En la sección “Destino” se podrá observar un panel en blanco donde se mostrarán todos los controladores a los cuales nuestra computadora podrá acceder mediante el controlador de red seleccionado, a la derecha de dicho listado veremos unas flechas de color azul donde daremos clic para que este listado

se actualice, en caso de que el controlador deseado no aparezca en el listado debemos asegurarnos de que el controlador de red seleccionado sea el correcto. Una vez que el PLC LOGO! se muestre en el listado lo seleccionaremos y daremos clic en “Conectar”. Después de haber seguido estos pasos nos encontraremos con la conexión exitosa de nuestro PLC LOGO! con nuestra computadora, tal como se muestra en la siguiente figura.

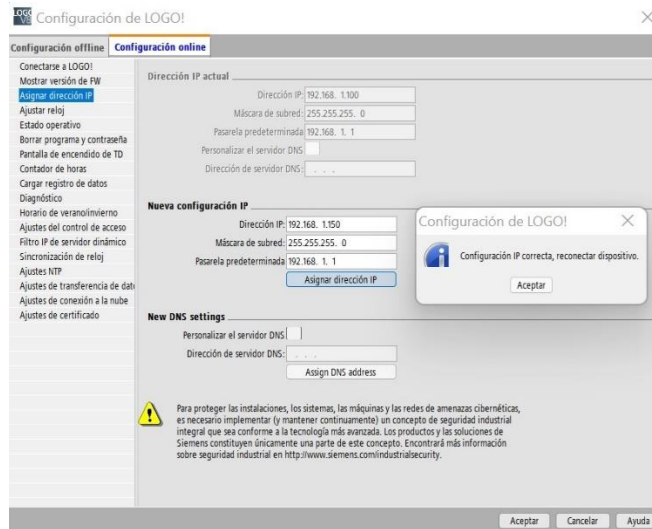


Una vez realizada la conexión exitosa con nuestro PLC LOGO! iremos al apartado de “Asignar dirección IP” donde podremos asignar cualquier dirección IP que deseemos, así mismo como la máscara de subred y la pasarela predeterminada.



Habiendo seleccionado los parámetros deseados procederemos a dar clic en “Asignar dirección IP” y luego de unos cuantos segundos se nos mostrará una ventana emergente

con el mensaje “Configuración IP correcta, reconectar dispositivo”, tal como se muestra en la siguiente figura.

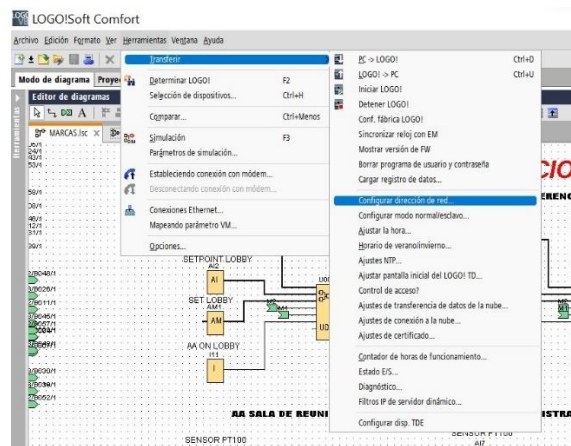


Una vez realizado todo este proceso podremos conectar nuestro PLC LOGO! a cualquier punto de red de la ubicación y acceder de manera directa utilizando la conexión Wifi de nuestra computadora portátil o de cualquier computador de escritorio.

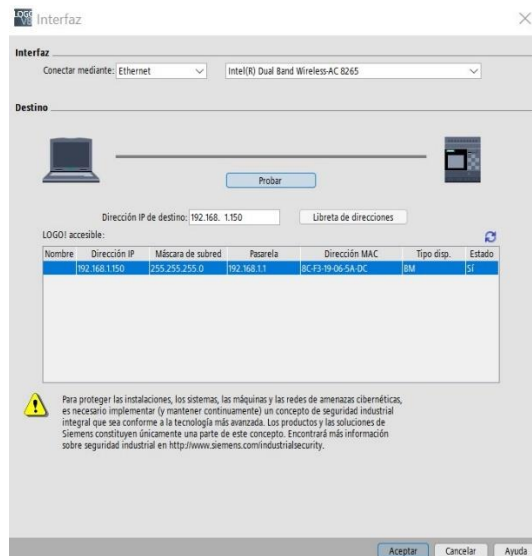
APÉNDICE B. CARGA DE LA PROGRAMACIÓN HACIA EL PLC LOGO!

En el presente apéndice se detallará el proceso a llevarse a cabo para poder cargar de manera exitosa la programación realizada en el software de programación LOGO! Soft Comfort hacia nuestro PLC LOGO!.

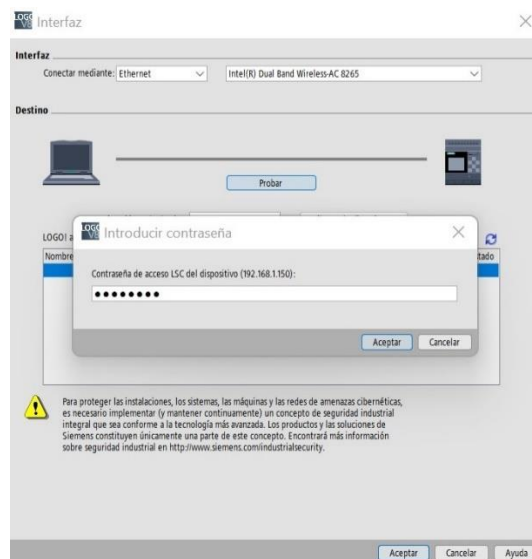
El primer paso que debemos realizar es abrir la configuración de red de nuestro controlador, para esto iremos al apartado de “Herramientas” dentro de la barra de herramientas, y seleccionaremos la opción de “Configurar dirección de red”, tal como se puede observar en la siguiente imagen.



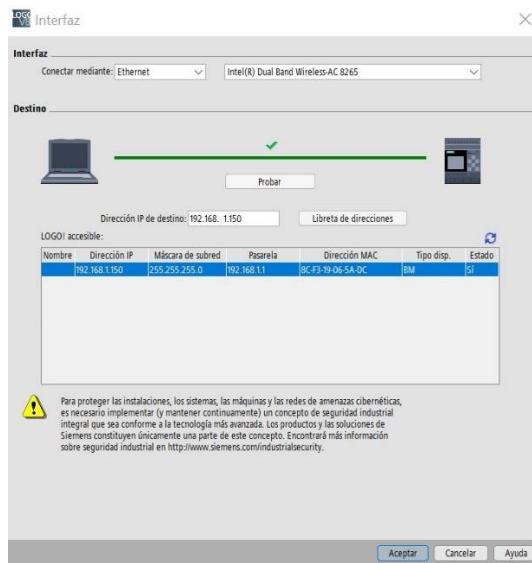
Una vez hayamos accedido a la opción anterior se mostrará una ventana en donde podremos seleccionar el método de conexión y el PLC al cual deseamos cargar la programación realizada. Tal como se muestra en la siguiente figura.



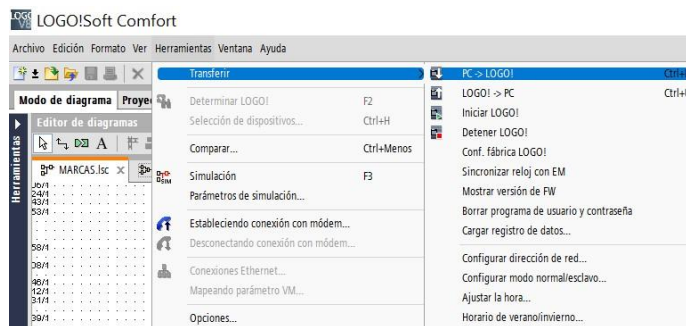
Daremos clic en el controlador deseado y procederemos a conectarnos con el mismo, para esto aparecerá una ventana donde debemos ingresar la contraseña de acceso al PLC LOGO!, la cual por defecto viene desactivado y será configurada la primera vez que deseemos conectarnos con el mismo. Una vez hayamos ingresado la contraseña correcta dentro de esta ventana daremos clic en “Aceptar”, tal como se observa en la siguiente figura.



Una vez realizado todos los pasos anteriormente descritos nuestro computador se habrá conectado exitosamente con el PLC LOGO! y aparecerá un visto de color verde para indicarnos que la conexión entre estos ha sido correcta.



Una vez hayamos realizado la conexión entre nuestro PLC LOGO! y el computador utilizado procederemos a descargar la información y programación realizada en el software LOGO! Soft Comfort hacia nuestro controlador. Para esto nos dirigiremos a la barra de herramientas del programa, en la opción “Herramientas” daremos clic en la opción “PC-> LOGO!”, tal como se muestra en la siguiente figura.

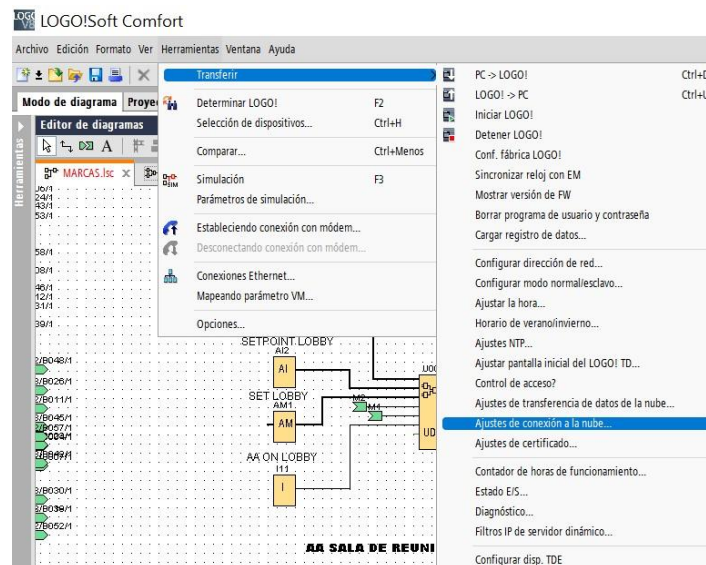


Finalmente el PLC LOGO! se pondrá en modo STOP para cargar la programación y dentro del software de programación nos preguntará si deseamos que el PLC se cambia a modo RUN, una vez la programación haya sido cargada, y daremos clic en “Aceptar”.

APÉNDICE C. CONEXIÓN ENTRE EL PLC LOGO! Y LA NUBE

A continuación se detallará de manera secuencial como establecer la conexión entre un PLC LOGO! y la nube, mediante los servidores de Amazon conocidos como Amazon Web Services. Dicha conexión es posible gracias al convenio presente entre Amazon y el fabricante del PLC, Siemens.

Para iniciar con este proceso nos dirigiremos a la barra de herramientas del programa LOGO!Soft Comfort y en la opción de “Herramientas” seleccionaremos el apartado de “Transferir”, en donde finalmente daremos click en la opción de “Ajustes de conexión a la nube”, tal como se muestra en la figura a continuación.

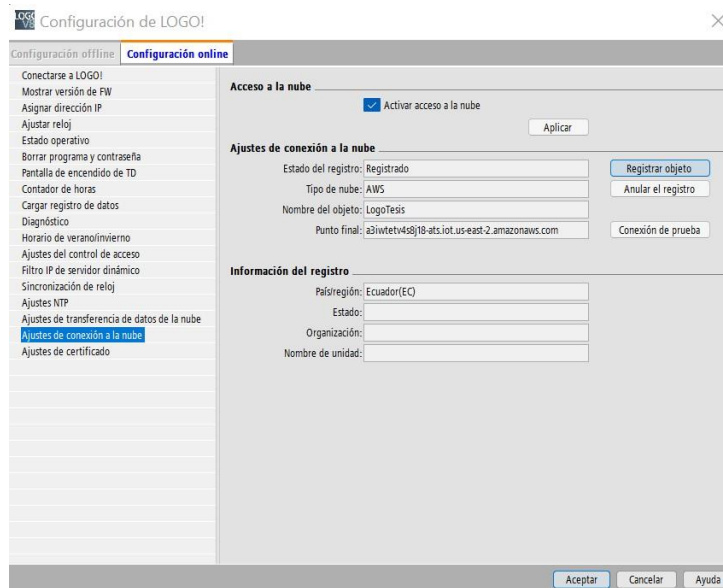


Una vez hayamos seleccionado la opción anterior se abrirá automáticamente una ventana de interfaz en donde tendremos que seleccionar el controlador deseado (Ver Apéndice A).

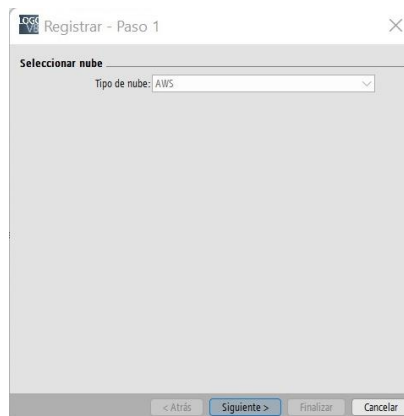
Luego de haber conectado nuestro computador con el PLC deseado se nos mostrará una ventana denominada “Configuración de LOGO!”. Iremos al apartado de “Configuración Online” y entraremos en la opción “Ajustes de conexión a la nube” ubicado en la parte derecha de la ventana.

Para poder realizar la conexión exitosa entre el PLC LOGO! y la nube debemos crear un registro de nuestro PLC, para esto daremos click en la parte derecha de la ventana en el

botón “Registrar Objeto” y también debemos asegurarnos que la opción de “Activar acceso a la nube” se encuentre activada, tal como se muestra en la siguiente figura.



Una vez empecemos el proceso de registro del objeto se abrirá una ventana denominada “Registrar – Paso 1”, en la cual seleccionaremos el tipo de nube “AWS” y daremos click en siguiente.



En el paso 2 del registro del objeto ubicaremos la clave de acceso y la clave secreta brindadas por AWS al momento de crear el usuario en la plataforma IAM (Ver Apéndice E).

Registrar - Paso 2

Iniciar sesión

Región IoT: useast-2

ID de clave de acceso: AKIAUH5PZD3W7HWZCG6

Clave de acceso secreta: 7cMOgU4reAKNOvDKZU9ajPloI3uF41Wh6Ymm

< Atrás Siguiente > Finalizar Cancelar

En el paso 3 del registro del objeto deberemos seleccionar un entorno previamente creado, para esto seleccionaremos la opción de “Utilizando un objeto existente”. Y a partir de aquí simplemente daremos clic en siguiente hasta llegar al final del registro. Tal como se puede observar en las siguientes figuras.

Registrar - Paso 3

Seleccionar objeto

Crear un nuevo objeto

Utilizando un objeto existente

Nombre
SYSTESEG
LogoTesis

< Atrás Siguiente > Finalizar Cancelar

Registrar - Paso 4

Crear un certificado

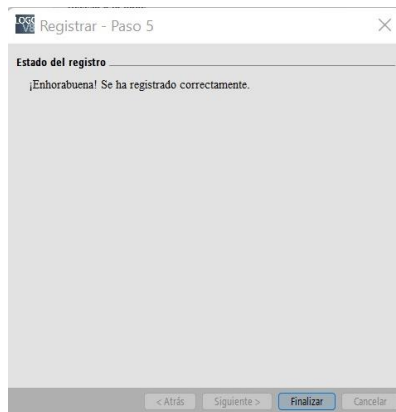
País/región(*) Ecuador(EC)

Estado:

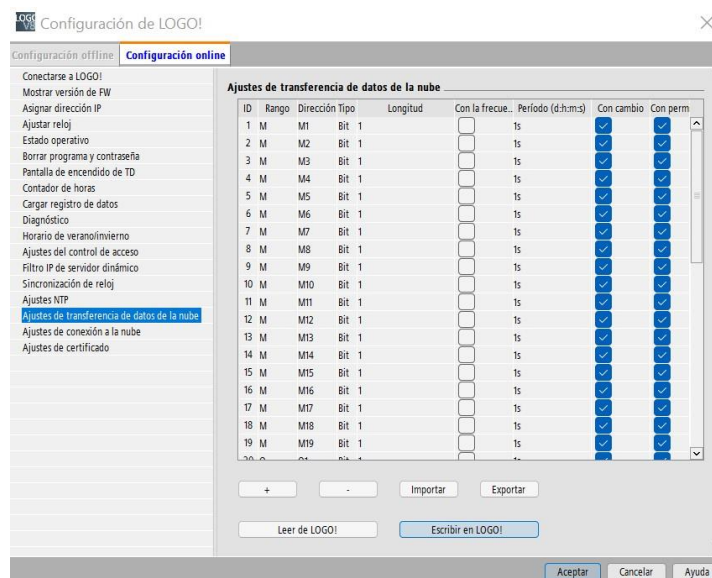
Organización:

Nombre de unidad:

< Atrás Siguiente > Finalizar Cancelar



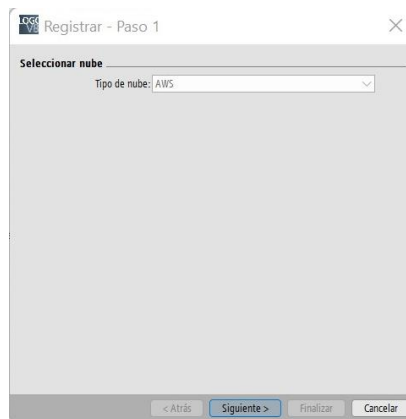
Una vez creado y registrado el objeto debemos configurar las variables que compartiremos con el entorno web desarrollado. Para esto iremos al apartado de “Ajustes de transferencia de datos de la nube”, tal como se puede observar en la siguiente figura.



Una vez nos encontremos con la ventana de la figura anterior procederemos a crear las variables a compartir, para esto daremos clic en el signo “+” y configuraremos cada una de las variables con el tipo de variable que sea y su respectiva dirección. Una vez hayamos ingresado todas las variables necesarias para el correcto funcionamiento de la interfaz web debemos cerciorarnos de que las opciones de “Con cambio” y “Con permiso” se encuentren seleccionados, ya que en caso de que estos no se encuentren seleccionados no podremos realizar la transferencia de datos necesarios para que el PLC LOGO! sea controlado mediante la interfaz web desarrollada.

APÉNDICE D. CARGA DE LA INTERFAZ WEB A LA NUBE

A continuación se detallará los pasos a seguir para subir la interfaz web desarrollada en LWE a los servidores de AWS. Para esto nos dirigimos a la barra de herramientas de nuestro software LWE y seleccionamos la opción que dice “Deploy to AWS” la misma que nos abrirá una ventana como la que vemos en la siguiente imagen, donde debemos seleccionar siguiente ya que nuestro tipo de nube es por defecto AWS.



Luego seleccionamos la región de los servidores de AWS que utilizaremos. Aquí es muy importante tomar en cuenta que la región que escojamos tiene que estar ubicada en la misma zona horaria en la que será instalado el PLC LOGO. Además, debemos escribir la clave de acceso y la clave de acceso secreta de nuestro usuario creado en la plataforma IAM de AWS (Ver Apéndice E).

The screenshot shows a dialog box titled "Deploy to AWS" with a close button (X) in the top right corner. The main heading is "AWS Account Configuration". Below this, there are four fields for configuration:

- WebApp Region: us-east-2 (dropdown menu)
- IoT Region: us-east-2 (dropdown menu)
- Access Key ID: AKIAUHHSPZD3W7HWZCG6 (text input)
- Secret Access Key: 7cMOgU4reAlKNvDkZUY3ajP1o13uFY4tWh6Ymxn (text input)

At the bottom of the dialog, there are five buttons: "< Back", "Next >" (highlighted in blue), "Finish", "Cancel", and "Help".

Luego podemos seleccionar un entorno ya creado en el usuario anteriormente o podemos crear un nuevo entorno en el cual se alojará nuestra interfaz web desarrollada.

The screenshot shows a dialog box titled "Deploy to AWS" with a close button (X) in the top right corner. The main heading is "Create a WebApp Service". Below this, there are two sections:

Choose a name for your WebApp

Application

- Create a new application
 - Name: SYSTESEG (text input)
- Choose an existing application: prueba3 (dropdown menu)

Environment

- Environment Name: SYSTESEG (text input)
- Description: (empty text input)

At the bottom of the dialog, there are five buttons: "< Back", "Next >" (highlighted in blue), "Finish", "Cancel", and "Help".

Deploy to AWS

Select a WebApp Service

Create a new environment

Choose an existing environment

Application Name	Environment Name	Environment Descri...
SYSTESEG	Systeseg-env	
prueba3	prueba3	
PRUEBA2	PRUEBA2	

Terminate

Refresh

< Back Next > Finish Cancel Help

Finalmente creamos una clave de seguridad a nuestra interfaz web, ya que esto nos permitirá mantener nuestro sistema seguro de posibles accesos de intrusos no deseados.

Deploy to AWS

Enter Web User Password

Web User Password: ●●●●

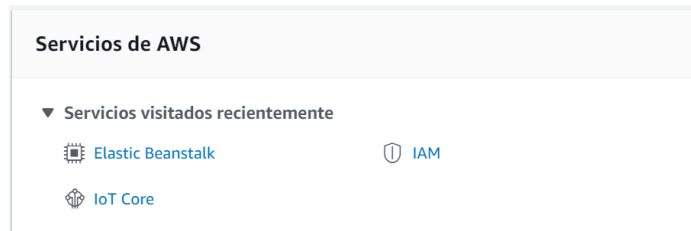
Confirm Password: ●●●●

< Back Next > Finish Cancel Help

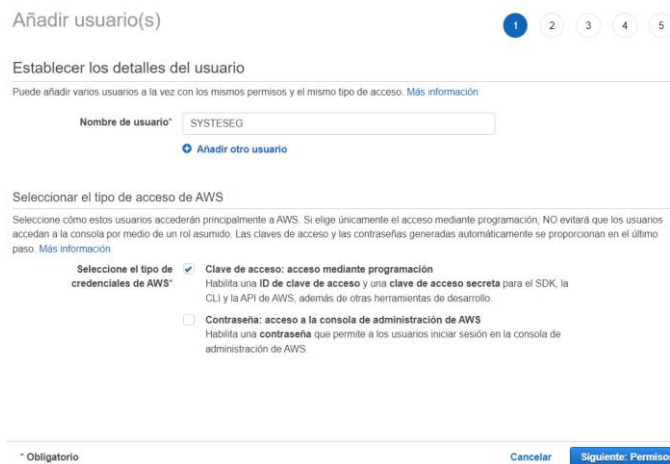
APENDICE E. Configuración de Servicios de AWS

A continuación se detallarán los servicios necesarios para vincular nuestro PLC LOGO! con AWS.

Los únicos servicios que necesitamos utilizar son IAM, IoT Core y Elastic Beanstalk mismos que podemos observar en la imagen a continuación y que nos permitirán vincular nuestro PLC a AWS.



En primer Lugar usaremos IAM para crear un usuario dentro de nuestra plataforma de AWS, que nos permitirá configurar los diferentes dispositivos IOT que deseemos agregar y habilitamos el parámetro que nos permite acceder mediante programación usando una clave de acceso única.

A screenshot of the AWS IAM console 'Add user' wizard. The current step is '1. Establecer los detalles del usuario' (Establish user details). The 'Nombre de usuario' (User name) field contains 'SYSTESEG'. Below this, there is a section 'Seleccionar el tipo de acceso de AWS' (Select the type of AWS access) with two radio button options: 'Clave de acceso: acceso mediante programación' (Access key: programmatic access), which is selected, and 'Contraseña: acceso a la consola de administración de AWS' (Password: console access). The bottom of the screen shows a 'Cancelar' button and a 'Siguiente: Permisos' (Next: Permissions) button.

Luego necesitamos asociar las políticas que AWS posee para enlazar el control de un dispositivo IoT a través de la nube. Para esto necesitaremos agregar a él usuario creado las políticas: `AWSIoTAnalyticsFullAccess`, `AdministratorAccess-AWSElasticBeanstalk` y `AWSElasticBeanstalkMangerUpdatesCustomerRolePolicy`.

Añadir usuario(s) 1 2 3 4 5

▼ Establecer permisos

Filtrar políticas Mostrando 37 resultados

	Nombre de la política	Tipo	Utilizado como
<input type="checkbox"/>	AWSIoTClickFullAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTClickReadOnlyAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input checked="" type="checkbox"/>	AWSIoTAnalyticsFullAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTAnalyticsReadOnlyAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTConfigAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTConfigReadOnlyAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTDataAccess	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTDeviceDefenderAddThingsToThingGroupMitigationAc...	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSIoTDeviceDefenderAudit	Administrado por AWS	Ninguna

Añadir usuario(s) 1 2 3 4 5

▼ Establecer permisos

Filtrar políticas Mostrando 14 resultados

	Nombre de la política	Tipo	Utilizado como
<input checked="" type="checkbox"/>	AdministratorAccess-AWSElasticBeanstalk	Administrado por AWS	Permissions policy (1)
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkCustomPlatformforEC2Role	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkEnhancedHealth	Administrado por AWS	Permissions policy (1)
<input checked="" type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkManagedUpdatesCustomerRolePolicy	Administrado por AWS	Permissions policy (2)
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkMulticontainerDocker	Administrado por AWS	Permissions policy (1)
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkReadOnly	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkRoleCore	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkRoleCWL	Administrado por AWS	Ninguna
<input type="checkbox"/>	AWSElasticBeanstalkRoleFCS	Administrado por AWS	Ninguna

Para finalizar la creación del usuario revisamos que las políticas de administración asignadas sean las correctas y haremos clic en “Crear un usuario”.

Añadir usuario(s) 1 2 3 4 5

Revisar

Revise las opciones que ha elegido. Después de crear el usuario, puede ver y descargar la contraseña y la clave de acceso generadas automáticamente.

Detalles del usuario

Nombre de usuario	SYSTESEG
Tipo de acceso de AWS	Acceso mediante programación, con una clave de acceso
Límite de permisos	No se ha establecido un límite de permisos

Resumen de permisos

Las políticas siguientes se asociarán al usuario que se muestra más arriba.

Tipo	Nombre
Política administrada	AWSIoTAnalyticsFullAccess
Política administrada	AdministratorAccess-AWSElasticBeanstalk
Política administrada	AWSElasticBeanstalkManagedUpdatesCustomerRolePolicy

Etiquetas

No se han añadido etiquetas.

Una vez que el usuario haya sido creado nos mostrará las credenciales de este usuario, la clave de acceso y la clave de acceso secreta. Aquí es de vital importancia copiar esta clave secreta en un lugar seguro, ya que una vez que cerremos esta página nunca más podremos obtener acceso a esta clave secreta. Por lo tanto, es recomendable guardarla en un documento de texto para hacer uso de ella posteriormente, ya que si esta clave no podremos vincular nuestro PLC LOGO! a la nube ni tampoco podremos subir nuestra interfaz web desarrollada en LWE, ya que no tendremos los permisos de programación para realizar modificaciones en nuestro usuario creado en los servidores de AWS.

Añadir usuario(s) 1 2 3 4 5

Correcto

Ha creado correctamente los usuarios que se muestran a continuación. Puede ver y descargar las credenciales de seguridad de los usuarios. También puede enviar a los usuarios un correo electrónico con instrucciones para iniciar sesión en la consola de administración de AWS. Esta es la última vez que las credenciales estarán disponibles para descargarlas. Sin embargo, puede crear otras en cualquier momento.

Los usuarios con acceso a la consola de administración de AWS pueden iniciar sesión en: <https://290418837751.signin.aws.amazon.com/console>

[Descargar.csv](#)

Usuario	ID de clave de acceso	Clave de acceso secreta
✔ SYSTESEG	AKIAUJHSPZD37MADCXYW	g749iABvADUyo0LSWQT h0eNyzZF6Lvlsz4dP Ocultar

Ahora procederemos a usar los servicios de IoT core y en su menú de herramientas nos dirigimos a “Objetos”, donde necesitamos crear un objeto el mismo que nos permitirá enviar y recibir información de nuestro PLC LOGO. Para esto haremos clic en “Crear objetos”.

AWS IoT

AWS IoT > Administrar > Objetos

Objetos (1) Información

Un objeto de IoT es una representación y un registro del dispositivo físico en la nube. El dispositivo físico necesita un registro de objeto para poder trabajar con AWS IoT.

[Búsqueda avanzada](#) [Ejecutar agregaciones](#) [Editar](#) [Eliminar](#) [Crear objetos](#)

Q Filtre los objetos por: nombre, tipo, grupo, facturación o atributo que se puede buscar.

Nombre	Tipo de objeto
LogoTesis	-

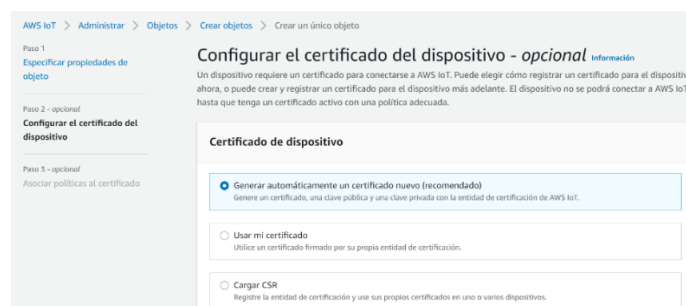
Una vez dentro de la creación de nuestro objeto seleccionamos el apartado Crear un único objeto, ya que en nuestro caso usaremos solo un dispositivo para conectarnos a la nube.



Luego le daremos un nombre a nuestro objeto el mismo que debe coincidir con el nombre del objeto IoT creado en la plataforma de LWE. Este nombre debe coincidir con el nombre del objeto IoT creado en el software de LWE, ya que si no coinciden nuestro PLC no podrá enlazarse con los servidores de AWS.



A continuación seleccionamos la opción de “Generar automáticamente un certificado nuevo (recomendado)”, debido a que necesitamos de un certificado SSL para el funcionamiento de nuestra página web. Finalmente creamos nuestro objeto y una vez listo podremos cargar nuestra interfaz desarrollada desde el software de LWE.



AWS IoT

Monitorización

Actividad

Connect

Administración

Información general

Objetos

Tipos

Grupos de objetos

Grupos de facturación

Trabajos

AWS IoT > Administrar > Objetos

Objetos (2) Información

Los objetos de IoT se usan para monitorización y ser registros de dispositivos físicos en la nube. El dispositivo físico necesita un registro de objetos para poder trabajar con AWS IoT.

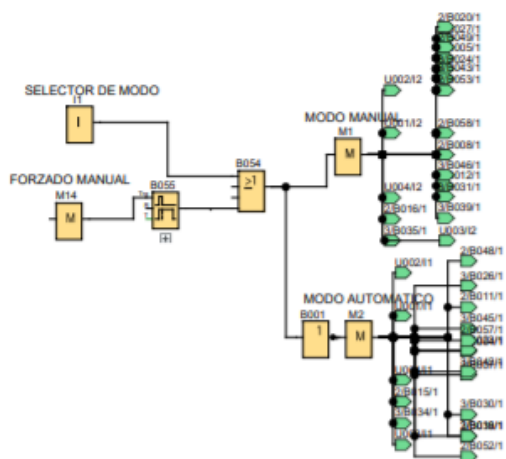
Búsqueda avanzada

< 1 > ⓘ

<input type="checkbox"/>	Nombre	Tipo de objeto
<input type="checkbox"/>	SYSTESEG	-
<input type="checkbox"/>	LogoTest	-

APENDICE E. Programación en LOGO! Soft Comfort

SELECTOR DE MODO

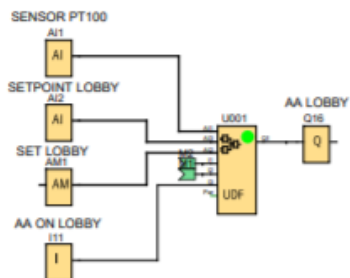


TEMPORIZADORES

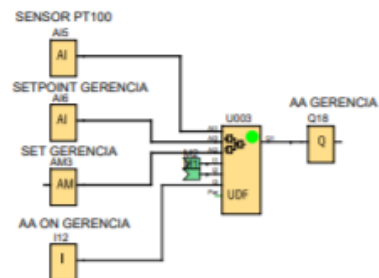


CONTROL DE AIRES ACONDICIONADOS

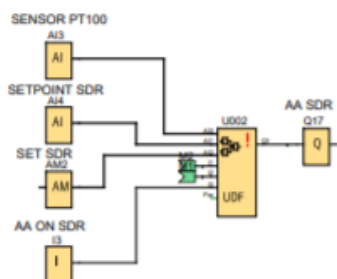
AA LOBBY



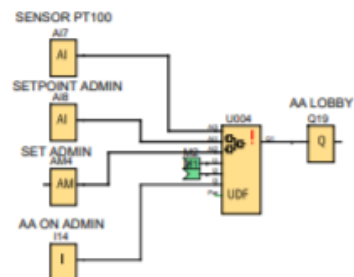
AA GERENCIA



AA SALA DE REUNIONES



AA ADMINISTRACIÓN

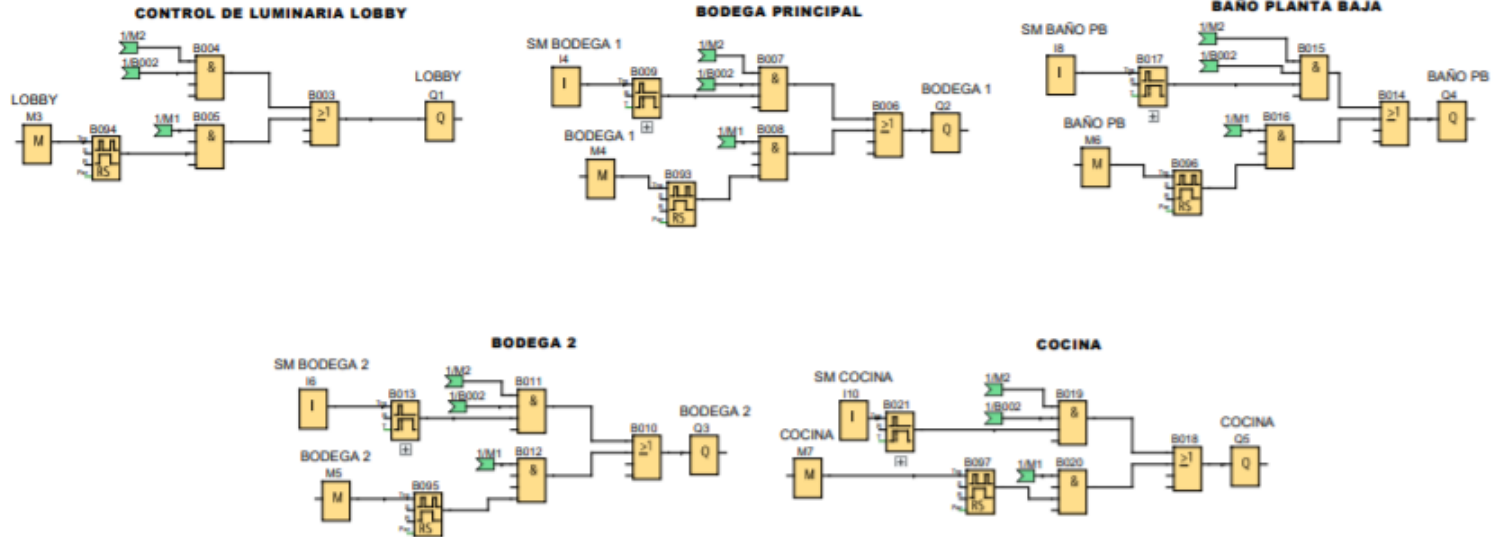


CONTROL DE ACCESO

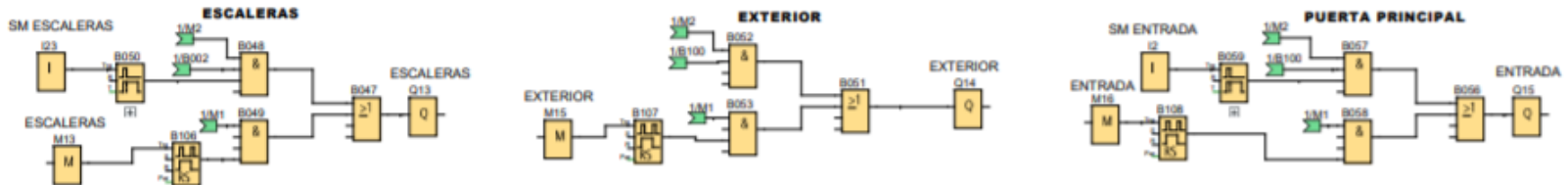


Autor:	Héctor Atiaga & Franco Loayza	Proyecto:	SYSESEG SA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	15/12/21 20:20/30/22 20:34	archivo:	MARCAS.lsc	Página:	1 / 3

PLANTA BAJA

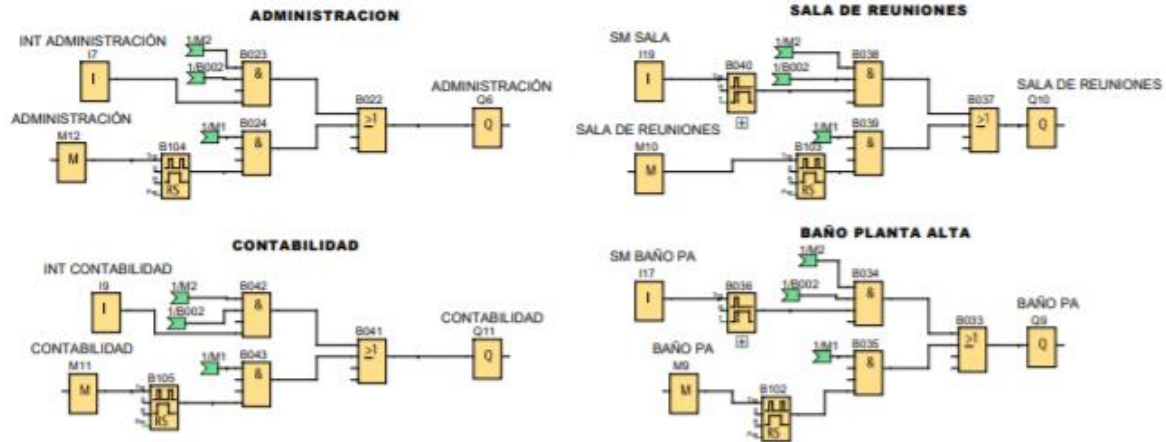


ÁREAS COMÚNES



Autor:	Héctor Atiaga & Franco Loayza	Proyecto:	SYSTESEG SA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	15/12/21 20:20/3/02/22 20:34	archivo:	MARCAS.bct	Página:	2 / 3

PLANTA ALTA



PLANTA ALTA - GERENCIA



Autor:	Héctor Allaga & Franco Loayza	Proyecto:	SYSTESEG SA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		N° diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	15/12/21 20:28/3/02/22 20:34	archivo:	MARCAS.bc	Página:	3 / 3