

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**“OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA  
EN CENTROS DE ENSEÑANZA EN EL PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**AUTOR: FERNANDO MAXIMILIANO LOPEZ ARAMBURU**

**Callao , 2019**

**PERÚ**

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

### MIEMBROS DEL JURADO

|     |                                   |            |
|-----|-----------------------------------|------------|
| Dr. | : NICANOR RAÚL BENITES SARAVIA    | PRESIDENTE |
| Dr. | : ADAN AMILCAR TEJADA CABANILLAS  | SECRETARIO |
| Dr. | : CIRO ÍTALO TERÁN DIANDERAS      | MIEMBRO    |
| Dr. | : SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ | MIEMBRO    |
| Dr. | : JUAN HERBER GRADOS GAMARRA      | ASESOR     |

N° DE LIBRO : 01

FOLIO : 084

FECHA DE APROBACIÓN : Junio 11, 2019

RESOLUCIÓN DIRECTORIAL : 032-2019-DUPFIEE

## **DEDICATORIA**

En memoria de mis padres  
Carmen Aramburu  
Victor Lopez.

## ÍNDICE

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>Página .....</b>                           | <b>9</b>      |
| <b>I PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN .....</b> | <b>16</b>     |
| 1.1 Identificación del problema.....          | 16            |
| 1.1.1 Problema general.....                   | 16            |
| 1.1.2 Problemas específicos:.....             | <b>16</b>     |
| 1.1.2.1 Problemas específicos 1:.....         | 16            |
| 1.1.2.2 Problemas específicos 2:.....         | 16            |
| 1.1.2.3 Problemas específicos 3:.....         | 17            |
| 1.2 Objetivos de la investigación.....        | 17            |
| 1.2.1 Objetivo General: .....                 | 17            |
| 1.2.2 Objetivos específicos: .....            | 17            |
| 1.2.2.1 Objetivo específico 1:.....           | 17            |
| 1.2.2.2 Objetivo específico 2:.....           | 17            |
| 1.2.2.3 Objetivo específico 3:.....           | 17            |
| 1.3 Justificación.....                        | 18            |
| 1.3.1 Justificación social .....              | 18            |
| 1.3.2 Justificación económica .....           | 18            |
| 1.3.3 Justificación legal.....                | 18            |
| 1.4 Limitaciones y facilidades.....           | 18            |
| 1.4.1 Limitaciones .....                      | 18            |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 1.4.2      | Facilidades.....                                    | 19        |
| <b>II.</b> | <b>MARCO TEÓRICO .....</b>                          | <b>20</b> |
| 2.1        | Antecedentes del estudio .....                      | 20        |
| 2.2        | Antecedentes Macro: .....                           | 23        |
| 2.3        | Antecedentes Micro: .....                           | 26        |
| 2.4        | Fundamento ontológico.....                          | 27        |
| 2.5        | Fundamento metodológico.....                        | 28        |
| 2.6        | Fundamento epistemológico .....                     | 29        |
| 2.7        | Códigos y Normas.....                               | 30        |
| 2.8        | Alcance .....                                       | 31        |
| 2.9        | Sub sistemas tecnológicos.....                      | 32        |
| 2.9.1      | Centro de datos .....                               | 32        |
| 2.9.2      | Protección eléctrica principal .....                | 32        |
| 2.9.3      | Aire acondicionado de precisión .....               | 33        |
| 2.9.4      | Agente limpio .....                                 | 33        |
| 2.9.5      | Remodelación del centro de control (C.C.O) .....    | 34        |
| 2.10       | Sistema CCTV (circuito cerrado de televisión).....  | 37        |
| 2.10.1     | Descripción general .....                           | 37        |
| 2.10.2     | Características de equipos .....                    | 38        |
| 2.11       | Infraestructura de red.....                         | 41        |
| 2.11.1     | Swich core ( núcleo centro principal) .....         | 43        |
| 2.11.2     | Switchs de acceso .....                             | 44        |
| 2.11.3     | Gabinetes secundarios .....                         | 44        |
| 2.11.4     | Protección eléctrica en gabinetes secundarios ..... | 45        |
| 2.11.5     | Cableado de red .....                               | 46        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.12    | Intrusión .....                                    | 48 |
| 2.12.1  | Sensor de vibración .....                          | 48 |
| 2.12.2  | Sensor de movimiento .....                         | 49 |
| 2.12.3  | Barrera fotoeléctrica.....                         | 49 |
| 2.12.4  | Sensor magnético .....                             | 50 |
| 2.12.5  | Receptor inalámbrico .....                         | 50 |
| 2.12.6  | Panel de intrusión .....                           | 51 |
| 2.12.7  | Cable de alarmas.....                              | 52 |
| 2.12.8  | Video IP .....                                     | 52 |
| 2.12.9  | Cámaras fijas existentes.....                      | 53 |
| 2.12.10 | Cámaras fijas nuevas .....                         | 53 |
| 2.12.11 | Cámara móvil.....                                  | 54 |
| 2.12.12 | Servidor de gestión .....                          | 55 |
| 2.12.13 | Estación de operador (PC) .....                    | 56 |
| 2.12.14 | Monitor o pantalla LED .....                       | 57 |
| 2.12.15 | Pantalla tipo LED .....                            | 57 |
| 2.13    | Control de accesos .....                           | 57 |
| 2.13.1  | Lectora alfa numérica .....                        | 58 |
| 2.13.2  | Lectora biométrica .....                           | 59 |
| 2.13.3  | Controlador de accesos .....                       | 59 |
| 2.13.4  | Controlador de lectora biométrica .....            | 60 |
| 2.13.5  | Cable de control.....                              | 61 |
| 2.14    | Plataforma integral de seguridad electrónica ..... | 61 |
| 2.15    | Sub sistema de incendio .....                      | 69 |
| 2.15.1  | Panel contra incendio .....                        | 70 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.15.2 | Sensor de humo/temperatura .....                                   | 71 |
| 2.15.3 | Sensor de ducto.....   | 72 |
| 2.15.4 | Estación manual .....  | 72 |
| 2.15.5 | Módulos de monitoreo .....   | 73 |
| 2.15.6 | Módulos de control.....  | 74 |
| 2.15.7 | Dispositivo de notificación.....                                   | 74 |
| 2.15.8 | Cable contra incendio .....  | 75 |
| 2.16   | Sub sistema de presurización de escaleras .....                    | 75 |
| 2.16.1 | Tablero variador de frecuencia .....                               | 79 |
| 2.16.2 | Tablero de transferencia .....                                     | 80 |
| 2.16.3 | Inyector centrifugo .....  | 80 |
| 2.16.4 | Transmisión de presión diferencial .....                           | 81 |
| 2.17   | Sistemas de gestión de edificios (BMS) .....                       | 81 |
| 2.17.1 | Controlador BACNET IP .....  | 82 |
| 2.17.2 | Gateway Modbus RTU a BACNET IP .....                               | 83 |
| 2.17.3 | Router BACNET IP .....   | 84 |
| 2.17.4 | Relé auxiliar para salida de controlador .....                     | 84 |
| 2.17.5 | Software BMS .....   | 84 |
| 2.17.6 | Servidor BMS.....  | 85 |
| 2.17.7 | Estación de trabajo BMS .....                                      | 85 |
| 2.17.8 | Dispositivos de campo .....  | 86 |
| 2.17.9 | Cable de control.....  | 88 |
| 2.18   | Configuraciones realizadas en la red ( ver anexos 10.2 ) .....     | 91 |
| 2.19   | Análisis de la implementación de sistemas de iluminación LED ..... | 92 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 2.19.1 | Introducción .....                                    | 92  |
| 2.19.2 | Antecedentes, normativas, descripción general de..... | 93  |
|        | iluminación LED.....                                  | 93  |
| 2.19.3 | Especificaciones de equipo .....                      | 94  |
| 2.19.4 | Control de iluminación .....                          | 102 |
| 2.19.5 | Tipos de DRIVERS .....                                | 105 |
| 2.19.6 | Entradas de control para el DRIVER .....              | 110 |
| 2.19.7 | Alcances del proyecto de iluminación .....            | 111 |
| 2.19.8 | Principales características de los equipos .....      | 120 |
| 2.20   | Suministro eléctrico .....                            | 128 |
| 2.20.1 | Descripción del suministro .....                      | 128 |
| 2.21   | Transformador.....                                    | 129 |
| 2.21.1 | Descripción de la celda de transformación .....       | 129 |
| 2.22   | Tableros eléctricos .....                             | 129 |
| 2.22.1 | Alcance .....   | 129 |
| 2.22.2 | Descripción de Equipos .....                          | 130 |
| 2.22.3 | Implementación de los Tableros .....                  | 130 |
| 2.22.4 | Tablero General Principal .....                       | 132 |
| 2.22.5 | Tablero general.....                                  | 134 |
| 2.22.6 | Tablero de Transferencia Automática .....             | 135 |
| 2.22.7 | Tablero General de Emergencia .....                   | 138 |
| 2.23   | Sistema de puesta a tierra .....                      | 140 |
| 2.23.1 | Descripción del sistema de puesta a tierra .....      | 140 |
| 2.24   | Sistema de emergencia .....                           | 142 |
| 2.24.1 | Descripción del sistema de emergencia .....           | 142 |



|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 2.25        | Máxima demanda.....  | 143        |
| 2.26        | Definición de términos básicos.....  | 143        |
| 2.27        | Glosario .....   | 147        |
| <b>III.</b> | <b>VARIABLES E HIPÓTESIS .....</b>   | <b>150</b> |
| 3.1         | Definición de variables .....  | 150        |
| 3.2         | Operacionalización de variables .....  | 151        |
| 3.3         | Hipótesis general e hipótesis específica .....                                 | 151        |
| 3.3.1       | Hipótesis general .....  | 151        |
| 3.3.2       | Hipótesis específicas .....  | 152        |
| 3.3.2.1     | Hipótesis específica 1 .....   | 152        |
| 3.3.2.1     | Hipótesis específica 2 .....   | 152        |
| 3.3.2.1     | Hipótesis específica 3 .....   | 152        |
| <b>IV.</b>  | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>152</b> |
| 4.1         | Tipo de investigación .....  | 152        |
| 4.2         | Diseño de la investigación.....  | 153        |
| <b>V.</b>   | <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>154</b> |
| 5.1         | Red de datos.....  | 158        |
| 5.1.2       | Alcance de la topología instalada: .....                                       | 158        |
| 5.1.3       | Alcance de instalación de centro de control.....                               | 159        |
| 5.1.4       | Alcance de configuraciones de red de datos realizadas: .....                   | 159        |
| 5.2         | Equipos periféricos instalados para el sistema de seguridad                    | 160        |
| 5.2.1       | Video.....   | 160        |
| 5.2.2       | Intrusion y acceso .....   | 161        |
| 5.3         | Servicio realizados en la instalación de sistema de detección de incendio..... | 161        |

|                      |  |            |
|----------------------|--|------------|
| 5.4                  | Instalacion de sistema de presurización .....                                | 162        |
| 5.4.1                | Servicios realizados para las dos escaleras de emergencia ...                | 162        |
| 5.5                  | Instalación del sistema BMS .....  | 164        |
| 5.5.1                | Resumen de lo instalado .....  | 164        |
| 5.5.2                | Parametros programados en el BMS.....  | 164        |
| <b>VI.</b>           | <b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>   | <b>165</b> |
| 6.1                  | Contrastación de hipótesis con los resultados .....                          | 165        |
| <b>VII.</b>          | <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>166</b> |
| <b>VIII.</b>         | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>167</b> |
| <b>IX.</b>           | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>                                       | <b>169</b> |
| <b>X.</b>            | <b>ANEXOS.....</b>   | <b>175</b> |
| <b>ANEXO 01.....</b> |  | <b>176</b> |
| 10.1                 | Matriz de Consistencia.....  | 177        |
| <b>ANEXO 02.....</b> |  | <b>178</b> |
| 10.2                 | INFORME RED LAN .....  | 179        |
|                      | Equipos de la red y direcciones IP:.....                                     | 179        |
| 10.2.1               | Equipos de la red y direcciones IP:.....                                     | 180        |
| 10.2.2               | Red de área local virtual (VLANS) .....                                      | 180        |
| 10.2.3               | Potencia sobre Ethernet ( POE).....  | 181        |
| <b>ANEXO 03.....</b> |  | <b>182</b> |
| 10.3                 | Pruebas de conectividad hacia la red CTIC y hacia Internet<br>por vlan ..... | 183        |
| 10.3.1               | VLAN 26 .....  | 183        |
| 10.3.2               | VLAN 161 .....   | 184        |
| 10.3.3               | VLAN 162 (Computo).....  | 185        |

|  |            |
|--|------------|
| 10.3.4 VLAN 163( BIBLIOTECA).....                          | 186        |
| 10.3.5 VLAN 164(Inalambrico).....                          | 186        |
| <b>ANEXO 04.....</b>                                       | <b>188</b> |
| 10.4 Topologia de red .....                                | 189        |
| <b>ANEXO 05.....</b>                                       | <b>190</b> |
| <b>10.5 Protocolo Modbus .....</b>                         | <b>191</b> |
| 10.5.1 Protocolo Modbus TCP .....                          | 192        |
| 10.5.2 Software y beneficios de los protocolos Modbus..... | 193        |
| 10.5.3 Productos Modbus .....                              | 194        |
| <b>ANEXO 06.....</b>                                       | <b>196</b> |
| 10.6. Iluminación.....                                     | 197        |
| 10.6.1 Cuadro de cargas .....                              | 197        |
| 10.6.2 Calculo de iluminación referencial .....            | 198        |
| <b>ANEXO 07.....</b>                                       | <b>203</b> |
| 10.6. Planos As Built.....                                 | 204        |
| 10.6.1 Plano Tablero General.....                          | 204        |
| 10.6.2 Plano Arquitectura de control.....                  | 205        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Figura 2.1 CCO .....  | 35            |
| Figura 2.2 Aire acondicionado.....  | 35            |
| Figura 2.3 Centro de control CCO.....   | 36            |
| Figura 2.4 Gabinete de aire acondicionado de precisión .....  | 36            |
| Figura 2.5 Monitor CCTV.....  | 41            |
| Figura 2.6 Infraestructura de datos .....   | 46            |
| Figura 2.7 Panel de intrusión principal .....   | 52            |
| Figura 2.8 Camara fija.....   | 53            |
| Figura 2.9 Control de acceso .....  | 60            |
| Figura 2.10 Control biometrico .....  | 61            |
| Figura 2.11 Panel contra incendio.....  | 71            |
| Figura 2.12 Sensores de humo .....  | 72            |
| Figura 2.13 Alimentación eléctrica y control para el presurizador de una<br>escalera de evacuación..... | 79            |
| Figura 2.14 Servidor BMS .....  | 82            |
| Figura 2.15 Estación de trabajo BMS.....  | 86            |
| Figura 2.16 Luminaria A .....   | 95            |
| Figura 2.17 Luminaria B .....   | 96            |
| Figura 2.18 Luminaria C .....   | 96            |
| Figura 2.19 Luminaria D.....  | 97            |
| Figura 2.20 Luminaria E .....   | 98            |
| Figura 2.21 Luminaria H.....  | 99            |
| Figura 2.22 Luminaria I .....   | 99            |
| Figura 2.23 Luminaria J.....  | 100           |
| Figura 2.24 Luminaria K .....   | 101           |
| Figura 2.25 Luminaria M .....   | 101           |
| Figura 2.26 Luminaria N.....  | 102           |

|  |     |
|--|-----|
| Figura2.27 Elementos necesarios para un control de regulación LED..... | 104 |
| Figura 2.28 DRIVERS Sin Fuente de alimentación incorporada DC....      | 105 |
| Figura 2.29 Con Fuente de alimentación incorporada – AC.....           | 106 |
| Figura2.30Emplo de conexionado de DRIVER eldoLED multiprotocolo.       | 110 |
| Figura 2.31 Tablero General Principal.....                             | 132 |
| Figura 2.32 Tablero de Transferencia Automática.....                   | 135 |
| Figura 2.33 Tablero General de Emergencia.....                         | 137 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabla 2.1 Gabinetes de distribución .....                                       | 42            |
| Tabla 2.2 Cantidades referenciales para la implementación del proyecto<br>..... | 89            |
| Tabla 5.1 Costo de ahorro anual.....  | 151           |
| Tabla 5.2 Tiempo de vida luminarias.....  | 151           |
| Tabla 5.3 Ahorro en el cambio de lámparas.....                                  | 155           |
| Tabla 5.4 Ahorro energético anual.....  | 152           |
| Tabla 5.5 cantidad de puntos de la red de datos.....                            | 160           |
| Tabla 5.6 Metrados de equipos instalados por piso .....                         | 162           |
| Tabla 5.7 Resumen de lo instalado ( dispositivos) .....                         | 163           |
| Tabla 5.8 Instrumentos instalados.....  | 164           |
| Tabla 6.1 Resumen ahorro energético .....                                       | 165           |

## RESUMEN

Hasta hace poco los edificios requerían de un diseño de instalaciones eléctricas, considerando potencia instalada, cargas a utilizar (sistemas de iluminación, fuerza motores, transformadores, bombas etc).

En la actualidad los edificios y las edificaciones modernas, ya cuentan con sistemas de control y automatización aplicados a lo anteriormente mencionado, con la finalidad de lograr una optimización y el control inteligente del uso de los recursos que emplea la energía eléctrica.

Este trabajo que va como mi tesis doctoral, propone lo siguiente:

- a) Infraestructura de datos (Topología de Red, Cableado Estructurado).
- b) Aplicación de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) con video vigilancia IP.
- c) Aplicación de sistema de control de acceso a oficinas y dependencias.
- d) Aplicación de sistema de intrusión.
- e) Aplicación de sistema de detección de incendio.
- f) Aplicación de sistema de evacuación por escaleras presurizadas.
- g) Uso de un sistema de gestión de edificio BMS (Building Management System).
- h) Uso de luminarias inteligentes con tecnología LED (Control Electrónico de Iluminación).
- i) Tableros electrónicos.

En consecuencia esta propuesta resulta ser encomiable por:

- Ahorro considerable de energía eléctrica.

- Seguridad integral inteligente del edificio en tiempo real conectada a internet.
- Monitoreo mediante software de gestión para alargar el tiempo de vida de los recursos.

**Palabras claves:**

Control, operacion inmotica, dimable, sistema de intrusión, escaleras presurizadas, sensores, data, BMS, LED, CCTV, IP.



## ABSTRACT

Until recently the buildings required a design of electrical installations, considering installed power, loads to be used (lighting systems, motors power, transformers, pumps, etc).

Nowadays the buildings and the modern constructions, already have control systems and automation applied to the aforementioned, with the purpose of achieving an optimization and the intelligent control of the use of the resources that uses the energy electric.

This work that goes like my doctoral thesis, proposes the following:

- a) Data Infrastructure (Network Topology, Structured Cabling).
- b) CCTV Application (Closed Circuit Television) with IP video surveillance.
- c) Application of access control system to offices and dependencies.
- d) Intrusion System Application.
- e) Fire Detection System Application.
- f) Application of pressurized stairway evacuation system.
- g) Use of a BMS building management system (Building Management System).
- h) Use of intelligent luminaires with LED technology (Electronic Lighting Control).
- i) Electronic boards.

Consequently, this proposal turns out to be commendable for:

- Considerable electric energy savings.
- Intelligent integral security of the building in real time connected to the internet.

- Management software monitoring to extend resource life time

**Keywords:**

Control, operation, inmotoc, automation, dimable, intrusion system, pressurized stairs, sensors, data, BMS, LED, CCTV, IP.

# I PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Identificación del problema

En la actualidad, aquí en el Perú, todavía se construyen edificios convencionales. Sin embargo, ya existen algunas edificaciones, en la ciudad de Lima, donde ya están implementando los conceptos de edificación inteligente, con la ayuda de sensores inteligentes, conceptos de control electrónico y automatización, con el uso de Hardware y software especializados. El problema es la seguridad, confort, ahorro de energía, etc.

### 1.1.1 Problema general:

¿En qué medida la falta de un sistema integrado de control y automatización afecta el uso de energía eléctrica en los centros de enseñanza en el Perú?

### 1.1.2 Problemas específicos:

#### 1.1.2.1 Problemas específicos 1:

¿Cómo la Inexistencia de luminarias LED instaladas afecta la optimización del uso de la energía eléctrica en los centros de enseñanza del Perú?

#### 1.1.2.2 Problemas específicos 2:

¿Cómo la Falta de un centro de control que monitoree las ocurrencias que se presenten, Afecta la optimización del uso de datos en el Centro de enseñanza en el Perú?

### 1.1.2.3 Problemas específicos 3:

¿Como la falta de un sistema integrado de intrusión y seguridad afecta la optimización del uso de la información en los centros de enseñanza?

## 1.2 Objetivos de la investigación

### 1.2.1 Objetivo General:

Desarrollar un sistema integrado de control y automatización del edificio inteligente con lámparas LED, data center sistemas de intrusión y una plataforma de gestión y administración.

### 1.2.2 Objetivos específicos:

#### 1.2.2.1 Objetivo específico 1:

Implementar luminarias LED dimables a todos los pisos del edificio más exteriores.

#### 1.2.2.2 Objetivo específico 2:

Implementar la infraestructura de data center con el centro de control (CCO).

#### 1.2.2.3 Objetivo específico 3:

Implementar el sistema integrado de intrusión y seguridad, con plataforma.

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Justificación social**

A la fecha, en nuestro medio, la seguridad es un problema cada vez mayor. Se explica esta carencia, por alta cantidad de robos, asaltos y secuestros. Además los eventos dentro y fuera del edificio serán supervisados y grabados en tiempo real las 24 horas del día, por el CCO.

### **1.3.2 Justificación económica**

La adquisición de los equipos de control y automatización, para este edificio, se justifican, pues solucionan en tiempo real la falta de seguridad que se presenta en las edificaciones convencionales, así como el ahorro de energía.

### **1.3.3 Justificación legal**

El presente trabajo de tesis tiene justificación legal, pues de acuerdo al Sistema Nacional de Inversión Pública, pertenece al banco del proyecto del MEF.

## **1.4 Limitaciones y facilidades**

### **1.4.1 Limitaciones**

Este término se refiere a los parámetros establecidos por el diseñador, para la mejor ejecución del proyecto, estas limitantes son:

- Falta de equipos. y componentes en el mercado nacional
- Falta de especialistas ad-hoc en esta área.
- Falta de licencia de un software especializado.

## **1.4.2 Facilidades**

### **Espectro electromagnético y ancho de banda: WIFI**

Se presenta un cuadro del espectro electromagnético, indicando preferentemente VLF, UHF (MHz, GHz). De acuerdo a esta selección de frecuencias, proyectamos el ancho de banda (BW) de las tarjetas/data sheet, de los equipos electrónicos inalámbricos (wireless) a utilizar (según estándar IEEE).

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes del estudio**

Este trabajo de tesis contempla la implementación de un Sistema de Control y Automatización para el nuevo edificio de una universidad pública, optimizando los recursos con diseño de plataforma única, innovador, seguro y rentable.

Tener plataforma única como diseño en la filosofía de control nos permite tener sistemas abiertos con integración de varios protocolos.

Para la integración de estos sistemas se ha considerado una red de datos que está constituido por un cableado dorsal de fibra óptica multimodo y un cableado distribuido de cobre en categoría 6A proyectándose a aplicaciones que requieran mayor ancho de banda a futuro, para el sistema de comunicaciones unificadas se adquirieron gabinetes con respaldo de energía para garantizar el almacenamiento de la información.

En la aplicación de Instalaciones eléctricas convencionales, se suele colocar equipos y dispositivos eléctricos, electromecánicos, elementos de control y protección, tal como se observan los planos correspondientes en cambio en nuestro edificio la instalación de los equipos modernos tales como:

Luminarias Dimables, cámaras inteligentes, sistemas detectores de intrusión y detectores de incendio, en estos equipos se requiere configurar los sensores correspondientes en forma automatizada es decir estos sistemas son sistemas de control inteligente y autogestionaria.

Fue un reto interesante, pues en calidad de supervisor en la parte de control y automatización del moderno edificio de un centro de enseñanza se coordinó con colegas y empresas multidisciplinarias, nacionales e internacionales.

Para la implementación se ha considerado hacer el estudio con los siguientes ítems:

- a) Sensores
- b) Data center
- c) Sistema de vigilancia
- d) CCTV
- e) Sistemas integral intrusivo de seguridad
- f) Sistemas detección de incendios/presurización
- g) Plataforma BMS
- h) Sistema de iluminación LED
- i) Tableros

En estos tiempos los edificios inteligentes usan dispositivos electrónicos llamados sensores, actuadores los cuales se encargan de capturar la señal luego se procesan y continúan con su destino de control y automatización.

El edificio inteligente consta de un sótano y 7 pisos, existen circuitos llamados de control y data, estos se encargan de llevar y procesar las señales de data (0,1), establecen la comunicación en cada piso y la interconectividad entre ellos. Todo este proceso va dirigido a un CCO (centro de control).

Con respecto al sistema de vigilancia el edificio presenta en todos sus pisos tanto en la parte interna como en los exteriores, un sistema de cámaras de videos inteligentes de última generación que se encargan de grabar permanentemente las 24 horas del día.

Este edificio tiene la particularidad que sus ambientes (aulas, oficinas etc.) cuenten con iluminación LED DIMABLE. Este sistema de iluminación trabaja con 5V DC y presentan un control electrónico con sus



correspondientes sensores inteligentes programables, quiere decir que el usuario puede configurar los equipos para que se enciendan solo con la presencia de las personas y se apaguen con la ausencia de las mismas.

Este sistema se refiere a: CCTV (circuito cerrado de televisión), control de acceso significa que las puertas se pueden abrir en forma manual o electrónica, con clave previa configuración, todos estos sistemas de intrusión están centralizados en una plataforma llamado CCO (centro de control), con sus correspondientes señales de alerta y alarma.

El edificio cuenta con un sistema de detección de incendio el cual usa sensores, bombas de agua y subidero con sus respectivas alarmas.

El sistema de presurización funciona conjuntamente con el sistema de detección de incendios, su misión es detectar humo y por diferencias de presiones, limpiar el humo de las escaleras para las posibles evacuaciones de los usuarios.

Todo lo anteriormente explicado mediante un software actualizado denominado plataforma BMS (Building Management System) se puede monitorear, visualizar en tiempo real cualquier evento durante las 24 horas del día.

### **Los sistemas de automatización aplicados en los edificios inteligentes**

En el presente y en el futuro de las edificaciones en nuestro medio, las inmobiliarias están procediendo a ofrecer sus productos en forma híbrida es decir todavía se usa lo convencional alternando con la instalación de equipos con sensores inteligentes y sus lazos de control.

En la actualidad con el uso del internet vemos a los niños, jóvenes y usuarios usar equipos tipo Smart con sus respectivos aplicativos.

De esta manera la tendencia de nosotros los usuarios es diseñar e implementar un aula domótica y con la ayuda de la autoridad (Decano, Rector) implementar las aulas de la facultad y de toda la universidad.

De esta manera contar con un aula o todo el edificio inteligente implica: optimizar el uso de la energía eléctrica con la utilización de las lámparas LED Dimables, optimizar la seguridad piso por piso del edificio con el reporte de las cámaras inteligentes, control de accesos a las aulas y las oficinas interactuar usuario- máquina-dispositivo, contribuyendo con la no contaminación del medio ambiente (edificios sostenibles), contribuye con la seguridad, estos edificios son confiables y dan seguridad al usuario con los sistemas de intrusión.

En el presente trabajo de tesis, se exponen las especificaciones técnicas necesarias para la construcción de los sistemas de Seguridad Electrónica, Infraestructura de Red, CCTV, Sistema de Detección de incendios Presurización de Escaleras, iluminación LED del edificio de una universidad pública, basadas en un esquema de seguridad integral inteligente las 24 horas, en donde se complementan los recursos humanos y tecnológicos.

## **2.2 Antecedentes Macro:**

Otros países también vienen implementando ciudades inteligentes como México, Colombia, Brasil, Argentina, Chile y mucho más antes España.

Aunque pueda parecer una tendencia moderna, hay edificios domóticos que ya llevan tiempo reconocidos internacionalmente, ya sea por la energía que permiten ahorrar o por la tecnología utilizada para construirlos.

Principales edificios inteligentes que son reconocidos mundialmente por la tecnología que les permite ser auto sostenibles y con altos estándares de reutilización de energía y control de procesos:

**a) One Angel Square, Manchester, UK (2012)**

Manchester's One Angel Square es la sede del Grupo Cooperativo del mismo nombre. Con una plantilla de 3.000 empleados, se le ha otorgado una calificación de Evaluación Ambiental de "Establecimiento de Investigación de Edificios" (BREEAM). Según la CO-OP, el edificio está alimentado por un aceite de planta puro alimentado con calor combinado y sistema de energía (CHP) y utiliza aceite de Colza que se cultiva en la propia cooperativa de la tierra agrícola. El exceso de energía se devuelve a la red. Otras características incluyen iluminación LED y un sistema para reciclar los residuos y el agua de lluvia, para su posterior utilización.

**b) The Crystal, London, UK (2013)**

Con el Liderazgo en Energía y el Diseño Ambiental (LEED) Platinum y BREEAM Outstanding Ratings, el Crystal ofrece una visión futurista de sostenibilidad sin combustibles fósiles. El edificio funciona totalmente con electricidad (la mayoría de los cuales son generados por paneles solares fotovoltaicos) el edificio está iluminado por una combinación de luces LED y fluorescentes, que se encienden o se apagan dependiendo de la cantidad de luz del día presente. El techo del edificio recoge el agua de lluvia, mientras que las aguas residuales son tratadas, recicladas y reutilizadas en el lugar.

**c) One Bryant Park, New York City, U.S. (2009)**

El primer edificio de gran altura para obtener la certificación LEED Platinum, el Bank of América Tower, en Manhattan, es uno de los rascacielos más verdes del mundo. Además de contar con monitores de CO2, urinarios sin agua e iluminación LED, el edificio también tiene su

propia planta de generación que produce 4,6 megavatios de energía limpia y sostenible.

**d) Shanghai Tower, Shanghai, China (2014)**

Las turbinas eólicas situadas cerca de la parte superior de la estructura alimentan su iluminación exterior así como las áreas del parque, mientras que las “pieles” interiores y exteriores transparentes permitirán que la luz natural inunde el edificio, reduciendo la necesidad de iluminación artificial. Los controles inteligentes controlarán todo, desde la ventilación hasta la calefacción y la iluminación, ayudando a reducir las facturas de energía en el proceso. Según los arquitectos de la torre, se ahorrarán más de 556.000 dólares gracias a los controles de iluminación por sí solo, y las otras características sostenibles ayudarán a reducir la huella de carbono del edificio en 34.000 toneladas anuales.

**e) Pearl River Tower, Guangzhou, China (2016)**

Ubicada a más de 750 millas al suroeste de Shanghai, la Torre Pearl River de Guangzhou es otro ejemplo de la creciente riqueza de China y su apetito por los edificios enormes. Con una altura de 309 metros y completada en 2012, la torre utiliza tecnología de vanguardia, como paneles solares y sistemas de iluminación de baja energía, para consolidar su lugar como uno de los edificios más verdes del mundo. El diseño de la torre “empuja” el viento a las turbinas, que generan energía limpia.

La torre ha ganado varios premios, y ha sido descrito por los arquitectos Skidmore, Owings & Merrill como redefinir, “lo que es posible en el diseño sostenible mediante la incorporación de la última tecnología verde y los avances de ingeniería”.

#### **f) Manitoba Hydro Place, Winnipeg, Canada (2009)**

El Manitoba Hydro Place, ubicado en Winnipeg, Canadá, hace uso de diseño pasivo y ventilación natural para convertirlo en uno de los edificios de oficinas más eficientes en energía de Norteamérica. El edificio cuenta con un sistema geotérmico para calentar y enfriar el edificio, jardines en la azotea y ventanas con triple acristalamiento. Gracias a estas características, le permite ahorrar más del 60% en su consumo de energía, lo cual lo lleva a ser uno de los edificios con mayor optimización del consumo energético en el mundo.

### **2.3 Antecedentes Micro:**

La domótica e inmótica en el Perú no es muy difundida, debido a la falta de información de esta tecnología, podemos decir que no existe una suficiente cultura domótica en el Perú.

Existe también el problema de desconocimiento de la tecnología, es decir el temor del cliente para manejar aparatos complicados en base a tecnologías demasiado complejas para ellos.

Nuestra responsabilidad es difundir la tecnología demostrar en forma cuantitativa cuando se ahorra en estos sistemas, al inicio la inversión puede ser alta pero dicha inversión se recupera en pocos años (máximo 3 años)

La aplicación de la legislación adecuada para el desarrollo de la Domótica ya se inició en Lima, y en algunas municipalidades para solicitar la licencia de construcción de una edificación se deberá presentar a la Municipalidad, como parte del expediente técnico, el Proyecto Técnico de instalaciones de telecomunicaciones, conforme a la Norma EM.020 del

Reglamento Nacional de Edificaciones y será refrendado por un ingeniero electrónico colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú.

### **Principales edificios inteligentes en Peru:**

#### **a) Torre de Javier Prado**

Ubicado en pleno corazón financiero de San Isidro en la Av. Javier Prado, entre la Calle Orquídeas y Camelias.

#### **b) Banco Interbank**

Ubicado en el cruce de la Av. Javier Prado y la Vía Expresa

#### **c) Nueva sede Institucional CD Lima Colegio de Ingenieros del Perú**

Ubicado en Guillermo Marconi 210 - San Isidro

#### **d) Aeropuerto Jorge Chávez**

(Sistemas de cámaras, sistemas de radares, sistema Automático de Información Meteorológica)

### **2.4 Fundamento ontológico**

La tesis desde el punto de vista de la ontología (onto= del ente, del ser) se refiere a los beneficios o perjuicios que pueda tener en el ser humano, en el caso de la tesis los beneficiarios son los estudiantes de ingeniería, docentes, trabajadores y comunidad en general del centro de enseñanza superior, pues todo esto inyecta cultura eléctrica y electrónica para el

buen uso de la energía y productos eléctricos y electrónicos instalados en el edificio.

De acuerdo a normas internacionales de la Domótica y normas peruanas sobre iluminación, para efectos de la cultura eléctrica, electrónica arriba señalados, los responsables de las instalaciones hemos sugerido crear un manual práctico de los equipos electrónicos y automatizados instalados en el edificio en dicho manual se les instruye a los estudiantes, docentes y trabajadores:

- Correcto funcionamiento de una lámpara dimable
- Correcto funcionamiento de cámaras inteligentes
- Uso de controles de acceso de aulas, oficinas ( biométrico, manual)
- Funcionamiento de sistemas contra incendios y sistema de presurización.

## **2.5 Fundamento metodológico**

La parte metodológica de resolver el problema de la investigación, es a través del uso de un sistema inteligente automatizado.

Antiguamente las luminarias eran a base de lámparas incandescentes la cual representaba un alto costo de energía y desgaste (calor) , esto fue reemplazado por las lámparas fluorescentes (luz blanca) menos potencia pero pobre en factor de potencia.

En la actualidad la tecnología LED es controlado electrónicamente utilizando sensores, las famosas lámparas Dimables estas son electrónicos y automatizados. Estas lampáras producen luz blanca, son atenuables y tienen alto factor de potencia y son de bajo consumo de energía. En los edificios convencionales no existía un sistema de seguridad inteligente ni tampoco un sistema contra incendio inteligente,

solamente en algunos casos habían cámaras fijas, con alarmas contra incendios, en cambio en la presente tesis se implementa en la parte de seguridad electrónica un sistema electrónico de intrusión con cámaras inteligentes fijas y movibles con grabadoras en cada piso, control de acceso biométrico, todas las puertas usan tarjetas biométricas, sistemas contra incendios en cada aula y oficina está instalado el detector correspondiente con alarmas que alertan y actúan abriendo válvulas de un fluido anti humo con la conexión de presurizantes en todas las escaleras de escape, todo esto funciona automáticamente y están centralizados en una plataforma de control y supervisión llamada BMS.

## **2.6 Fundamento epistemológico**

Desde el punto de vista epistemológico la tesis está referida a la optimización del uso de la energía eléctrica en el edificio. La optimización del uso de energía eléctrica se refleja en el uso de las luminarias LED produciendo la misma cantidad de luz.

En nuestro edificio se va demostrar que el ahorro de energía es casi el 30% menor que la energía desarrollada con lámparas fluorescentes. Además el promedio de vida de las lámparas LED aumenta en un 110% respecto a las lámparas fluorescentes.

Hay poca cantidad de emisión de calor, con el uso de tecnología LED. Se elimina el efecto contaminante producido por el mercurio de las lámparas fluorescentes.

Dentro de la optimización del uso de la eficiencia energía existen dos proyectos grandes a nivel mundial uno en la India y otro en Corea del Sur, haremos mención en el de la India.

India (Proyecto UJALA)



- Sustitución de 770 millones lámparas de tecnología convencional por tecnología LED
- Reducción del consumo energético 100 GWh equivalente a 6,300 millones de dólares
- Reducción de la potencia conectada a la red 20,000 MW equivalente a 20 centrales hidroeléctricas del Mantaro en Perú.
- Reducción de los gases de efecto invernadero 224,000 CO2

Al estado o gobierno le interesa mucho ya que cuando uno tiene un edificio eficiente no solo se está beneficiando el sino que está descargando la red eléctrica.

## **2.7 Códigos y Normas**

- RNE- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma de Iluminación DGE-017-AI-1/1982
- Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía LEY N° 27345
- Las reglas de operación en domótica están regidas por la Norma internacional ISO/IEC 14543-3, la serie de Normas europeas; EN 50090 CENELEC , EN 13321-1 y 13321-2 CEN , la Norma china GB/T 20965 y la Norma norteamericana ANSI/ASHRAE 135
- CEDOM Asociación española de domótica e inmótica
- CNE- Código Nacional de Electricidad-suministro
- ANSI-American National Standard Institute
- NFPA 72-Código Nacional de Alarmas de Incendios Edición 2010
- NFPA 101,Código de Seguridad Humana Edición 2009
- NFPA 92: Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences-Edición 2015

- TIA-Telecommunications Industry Association
- EIA-Electronic Industries Alliance
- IEEE-Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ASME: American society of Mechanical Engineers
- NFPA 731(National Fire Protection Association-Sistemas de Seguridad Electrónica)
- ANSI/TIA/EIA 942-Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
- ANSI/TIA/EIA568-B.2-10-Comercial Building Telecommunications Cabling Standard

## **2.8 Alcance**

El presente trabajo brinda las especificaciones, los requerimientos de equipos, cables, interfases, software y demás accesorios necesarios para los siguientes subsistemas tecnológicos.

- Centro de datos (C.C.O)
- Aplicación de CCTV ( circuito cerrado de televisión )
- Infraestructura de red
- Intrusión
- Video IP
- Control de acceso
- Plataforma integral de seguridad electrónica
- Alarma de incendios
- Presurización de escaleras
- BMS(Sistema de automatización de edificios)
- Luminarias LED
- Tableros electrónicos.

## **2.9 Sub sistemas tecnológicos**

En esta parte detallamos cada sub sistema a implementarse con su filosofía de funcionamiento y especificaciones técnicas.

### **2.9.1 Centro de datos**

En esta parte detallamos el centro de control y todos sus componentes que se deben considerar para que la distribución de equipamiento central de cada sub sistema tecnológico este acorde a lo requerido.

### **2.9.2 Protección eléctrica principal**

Está conformado por:

- UPS principal
- Transformador de aislamiento
- Tablero de distribución

Referencias técnicas:

- Considerar un UPS rackeable de 15 KVA
- Considerar un supresor de transitorios.
- Considerar un transformador de aislamiento rackeable para el UPS de 15KVA
- Considerar un tablero de distribución rackeable para la solución de protección eléctrica.
- Considerar una tarjeta SNMP para el UPS.
- Factor de potencia mínimo de 0.9 para el UPS

- Capacidad de baterías a máxima carga a 20 minutos

### **2.9.3 Aire acondicionado de precisión**

Está conformada por:

- Equipo de aire de precisión para el cuarto de equipos dentro del centro de datos

Referencias técnicas:

- Un equipo de aire acondicionado de precisión de 11KW
- Cada equipo de aire acondicionado cuenta con ajuste de ventilador
- Cada equipo de aire acondicionado cuenta con alarmas de temperatura
- Cada equipo de aire acondicionado cuenta con alarmas de humedad
- Cada equipo de aire acondicionado cuenta con comunicación en red.

### **2.9.4 Agente limpio**

Está conformado por:

- Balones de gas de agente gas limpio Novec
- Tuberías y accesorios para descarga

El cálculo del gas deberá incluir los dispositivos de alarma temprana y accionamiento para el agente limpio, el cual debe ser 100% compatible con el panel de incendio propuesto y deberá incluir sin estar limitado a:

- Balón fabricado en acero carbonado de capacidad de 50Lb
- 04 detectores de humo direccional
- 01 estación manual

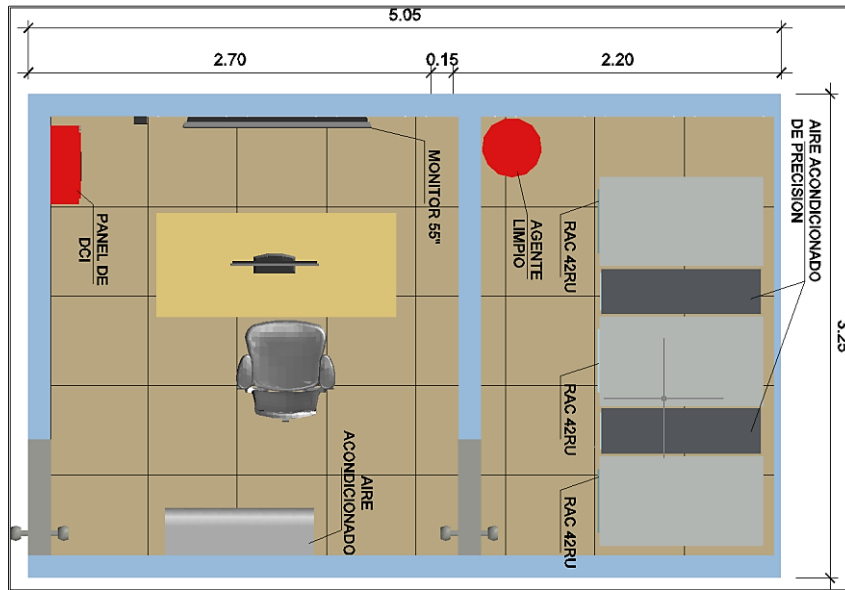
- 01 luz estroboscópica
- 01 campana bitonal ( Primer tono de advertencia, segundo tono de avisa que se va iniciar la descarga)
- 01 pulsador de aborto

### **2.9.5 Remodelación del centro de control (C.C.O)**

(ver la figura CCO que es referencial) con vista que permita ver la distribución de equipos, vista que permita ver la colocación del piso técnico y una breve explicación de la solución propuesta que debe incluir pero no limitarse a:

- Pared divisora con puerta entre el cuarto de equipos y operador.
- Piso técnico
- Aire acondicionado
- Gabinetes ( Son tres existentes de 42RU)
- Mobiliario para monitores y centro de operador.

**Figura 2.1 CCO**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.2 Aire acondicionado**



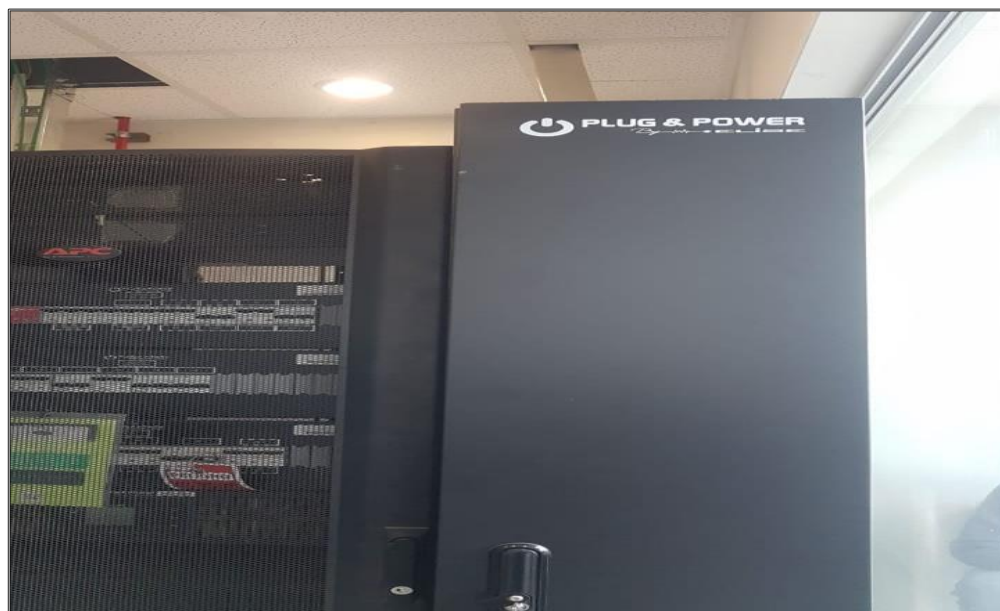
Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.3** Centro de control CCO



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.4** Gabinete de aire acondicionado de precisión



Fuente: Elaboración propia

## **2.10 Sistema CCTV (circuito cerrado de televisión)**

Es el acrónimo inglés de “Closed Circuit Television”, es decir: Circuito Cerrado de Televisión, por tanto, es un sistema de transmisión de imágenes (TV) a las que sólo se accede desde una red restringida por las personas autorizadas.

circuito cerrado de televisión CCTV el cual contempla cámaras tubulares fijas y cámaras tipo mini Domo, se tiene una cámara tipo PTZ para el exterior, también se tiene una cámara tipo ojo de pez para el centro de control de operaciones CCO.

El sistema de CCTV en el edificio consta de cámaras digitales dispuestas de manera estratégica con la finalidad de tener a cubierto todas las áreas de tránsito y áreas comunes sin vulnerar la privacidad de los usuarios. El proyecto propone utilizar cámaras digitales por la versatilidad y las resoluciones que estas brindan a la fecha, además de la posibilidad de ser asimilados desde los dispositivos móviles lo que brinda al personal asignado a la seguridad del edificio la visualización en tiempo real de las áreas. El sistema tendrá la posibilidad de grabar la información de las cámaras por un tiempo de 30 días los cuales podrán ser visualizados en los ordenadores asignados a personal de seguridad.

### **2.10.1 Descripción general**

El proyecto consta de 28 cámaras digitales tipo box para exterior que permite un rango de imagen desde una iluminación mínima de 0.07 lux ó 0 lux con tecnología infrarroja y 9 cámaras del tipo mini domo que permiten un rango de imagen desde una iluminación mínima de 0.07 lux ó 0 lux con tecnología infrarroja, la alimentación de las cámaras está deberá ser a través de POE (802.3af). El sistema de CCTV contara con una



subred propietaria el cual se enlazara a la red del edificio mediante el NVR.

El NVR brindara la disponibilidad de 64 canales y con un ancho de banda garantizado de 320Mbps o 200Mbps cuando RAID esta encendido y ancho de banda de salida de 256Mbps o 200Mbps cuando RAID esta encendido. El NVR garantiza la grabación de 30 días calendario en cada uno de sus canales, los cuales pueden ser visualizados mediante software en los PCS destinados a la seguridad del edificio.

## **2.10.2 Características de equipos**

### Cámara tipo tubular

- Cámara
  - Sensor de imagen CMOS 1/3" escaneo progresivo
  - Iluminación mínima 0.07lux @(F1.2, AGC ON), 0lux con IR.
  - Lente: 2.8 - 12mm @F1.4, Angulo 105° - 31.9°
- Compresión
  - H.264/MJPEG
  - Velocidad de video 32 Kbps - 16Mbps
- Imagen
  - Resolución máxima 2048x1536
  - Velocidad de imagen: 60Hz 20fps(2048x1536), 30fps (1920x1080), 30fps(1280x720)
- Red
  - Almacenamiento NAS
  - Protocolos: TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1x, QoS, IPv6, Bonjour.
- Interfase
  - 1 Ethernet RJ45, 10M/100M

- Generales
  - Alimentación 12VDC; PoE (802.3af)
  - Consumo Max 5.5W, max 7W con ICR On
  - Rango IR aproximado 30m
  -

#### Cámara tipo mini domo

- Cámara
  - Sensor de imagen CMOS 1/3" escaneo progresivo
  - Iluminación mínima 0.07lux @(F1.2, AGC ON), 0lux con IR.
  - Lente: 2.8 - 12mm @F1.4, ángulo 98° - 30.5°
- Compresión
  - H.264/MJPEG
  - Velocidad de video 32 Kbps - 16Mbps
- Imagen
  - Resolución máxima 2048x1536
  - Velocidad de imagen: 60Hz 15fps(2048x1536), 30fps (1920x1080), 30fps(1280x720)
- Red
  - Protocolos: TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1x, QoS, IPv6, Bonjour.
- Interfase
  - 1 Ethernet RJ45, 10M/100M
- Generales
  - Alimentación 12VDC; PoE (802.3af)
  - Rango IR aproximado 20m

#### NVR – grabador de video en red

- Entrada de video/audio

- Entrada de Video IP 64 canales.
- 1 Canal, RCA (2.0 Vp-p, 1kΩ)
- Red
  - Ancho de banda de entrada: 320Mbps o 200Mbps cuando RAID esta encendido.
  - Ancho de banda de salida: 256Mbps o 200Mbps cuando RAID esta encendido.
  - Conexiones Remotas: 128
- Salida de video
  - HDMI1: 4K (3840 x 2160)/60Hz, 4K (3840 x 2160)/30Hz, 2K (2560 x 1440)/60Hz, 1920 x 1080p/60Hz, 1600 x 1200/60Hz, 1280 x 1024/60Hz, 1280 x 720/60Hz, 1024 x 768/60Hz.
  - VGA: 2K (2560 x 1440)/60Hz, 1920 x 1080p/60Hz, 1600 x 1200/60Hz, 1280 x 1024/60Hz, 1280 x 720/60Hz, 1024 x 768/60Hz.
  - HDMI2: HDMI2/VGA2:1920 x 1080p/60Hz, 1280 x 1024/60Hz, 1280 x 720/60Hz, 1024 x 768/60Hz.
- Resolución de grabación
  - 12MP/8MP/6MP/5MP/4MP/3MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
- Alimentación
  - 100 - 240 VAC, 50 - 60 Hz

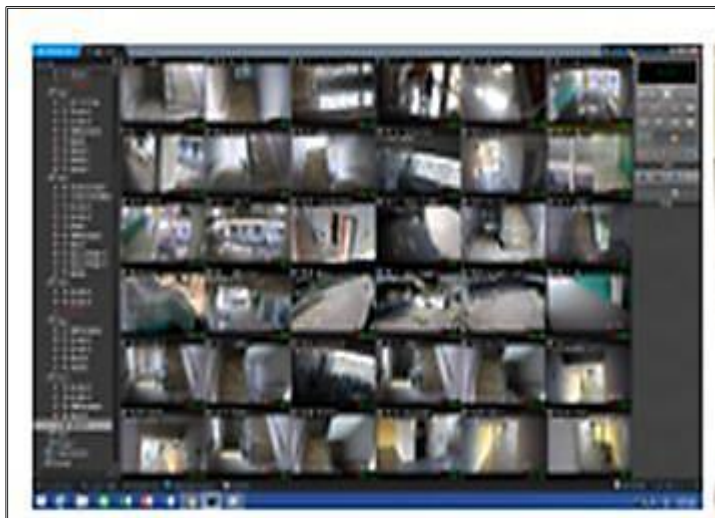
#### Disco duro

- Disco de 4TB
- Conexion SATA

#### Switch de comunicaciones

- 48 puertos Ethernet 10/100/1000 PoE+
- Uplink: 4 puertos One Gigabit Ethernet SFP
- Potencia PoE disponible: 740 W
- Número máximo de puertos PoE+ (IEEE 802.3at): 24 puertos de hasta 30W
- Número máximo de puertos PoE (IEEE 802.3af): 48 puertos de hasta 15.4W
- Memoria Flash: 64 MB, Memoria DRAM: 128 MB
- Grupos IPv4 IGMP: 255
- Alimentación: 220V AC, 60Hz

**Figura 2.5** Monitor CCTV



Fuente: Elaboración propia

## 2.11 Infraestructura de red

En esta parte detallamos la red de datos y todos sus componentes que se deben considerar para el cumplimiento de una red de topología estrella

con un Core y Switches de accesos sobre una infraestructura pasiva categoría 6A.

Considera en su diseño la existencia de:

- 01 Switch de la marca Cisco modelo WS-C3850-48T-E
- 01 Switch de la marca Cisco modelo WS-C2960X-48TD-L
- 03 Switch de la marca Cisco modelo WS-C2960X-48TS-L
- 01 Switch de la marca Cisco modelo WS-24TS-L
- 21 Access Point de la marca ARUBA modelo JW823A

Las cantidades que se debe considerar para su diseño será tomada en cuenta la ubicación de 4 gabinetes secundarios de distribución

**Tabla 2.1** Gabinetes de distribución

| SISTEMA DE COMUNICACIONES             | FACULTAD DE INGENIERIA |           |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |          | TOTAL    |            |
|---------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|
|                                       | LADO A                 |           |           |           |          |          |          | LADO B   |          |           |           |           |           |           |          |          |            |
|                                       | SOTANO                 | PISO 1    | PISO 2    | PISO 3    | PISO 4   | PISO 5   | PISO 6   | PISO 7   | SOTANO   | PISO 1    | PISO 2    | PISO 3    | PISO 4    | PISO 5    | PISO 6   |          | PISO 7     |
| <b>PUNTOS DE RED</b>                  |                        |           |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |          |          |            |
| Punto de voz - data dobles            | 1                      | 4         | 21        | 6         | 4        | 5        | 5        | 5        | 3        | 25        | 11        | 10        | 4         | 5         | 5        | 5        | 119        |
| Puntos simples de voz                 | 0                      | 2         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 2          |
| Puntos simples de data                | 0                      | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 24        | 0         | 0         | 0        | 0        | 24         |
| Puntos simples de data - access point | 1                      | 3         | 3         | 3         | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1        | 21         |
| Puntos simples de data - cámaras POE  | 3                      | 5         | 5         | 4         | 4        | 3        | 3        | 3        | 2        | 4         | 4         | 5         | 5         | 4         | 3        | 3        | 60         |
| <b>Puntos totales</b>                 | <b>5</b>               | <b>14</b> | <b>29</b> | <b>13</b> | <b>9</b> | <b>9</b> | <b>9</b> | <b>9</b> | <b>5</b> | <b>30</b> | <b>16</b> | <b>40</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>9</b> | <b>9</b> | <b>345</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 2.11.1 Swich core ( núcleo centro principal)

Es el Switch principal que se ubica en el centro de datos y se conecta mediante un enlace óptico con el Switch Nexus Cisco del CTIC, por lo que deben ser 100% compatibles.

Las características, protocolos, licencias y todo lo necesario para el cumplimiento mínimo del Switch Core serán:

- Equipo tipo rack
- Capa 2 y 3
- 24 Puertos SFP y SFP+
- 08 Puertos fibra multimodo activos
- Doble fuente poder Hot Swap
- 02 Puertos de gestión 10/100/1000
- 01 Puerto consola RS232
- 04 Ventilador redundantes
- Licencias habilitadas multicast NAT
- IEEE 802.1Q, LACP, UDLP, MSTP, RSTP, STP Guard, AAA, A CLs, control broadcast storm
- IP Routing L3, Inter VLAN routing, Routing estático, RIPv2, OSPFv2, VRRP, PIM- SM, SSM MSDP
- 480 Gbps Capacidad commutation
- 360 Mpps Forwarding rate
- 4096 Soporte Vlans
- Soporte de Spanning Tree Portfast
- Gestión consola basado en CLI, SSHv2, AAA con RBAC, Syslog, RMON, AES y NTP
- Soporte técnico por 03 años en 24 horas por 7 días

### **2.11.2 Switchs de acceso**

Los Switchs de acceso son 100% interoperables con el Core y se instalaran en los gabinetes secundarios para lograr una comunicación a cada punto de red en una distancia no mayor a 90 metros.

Las características, protocolos, licencias y todo lo necesario para el cumplimiento mínimo de:

- Equipo tipo rack
- Capa 2
- 24 puertos SFP Y SFP+
- 01 puertos fibra multimodo activos
- 370 potencia PoE total
- Interfax VLAN basado en MAC
- Soporte VLAN dinámica
- SSH, Kerberos, SNMPv3, TACACS+ y Radius, STP a través de BPDU Guard PVRST+ y HSRP
- QoS
- 1023 VLANs Activas
- 4096 Soporte VLans
- 120 MB Memoria Flash
- 108 Gbps de capacidad de conmutación
- 95.2 Mpps Forwarding Rate
- Soporte por 03 años en 24x7

### **2.11.3 Gabinetes secundarios**

Son las cabinas que almacenara los equipos activos distribuidos, que deben cumplir mínimamente con:

- 15 RU( esta dimensión es lo mínimo solicitado)
- Cumplir con ANSI/EIA, RS-31OD, IEC297-2.
- Para ser colocado en la pared
- 04 extractores
- 01 kit de filtro
- 01PDU de 06 tomas eléctricas
- Ordenadores verticales y horizontales de ser el caso

#### **2.11.4 Protección eléctrica en gabinetes secundarios**

Está conformado por:

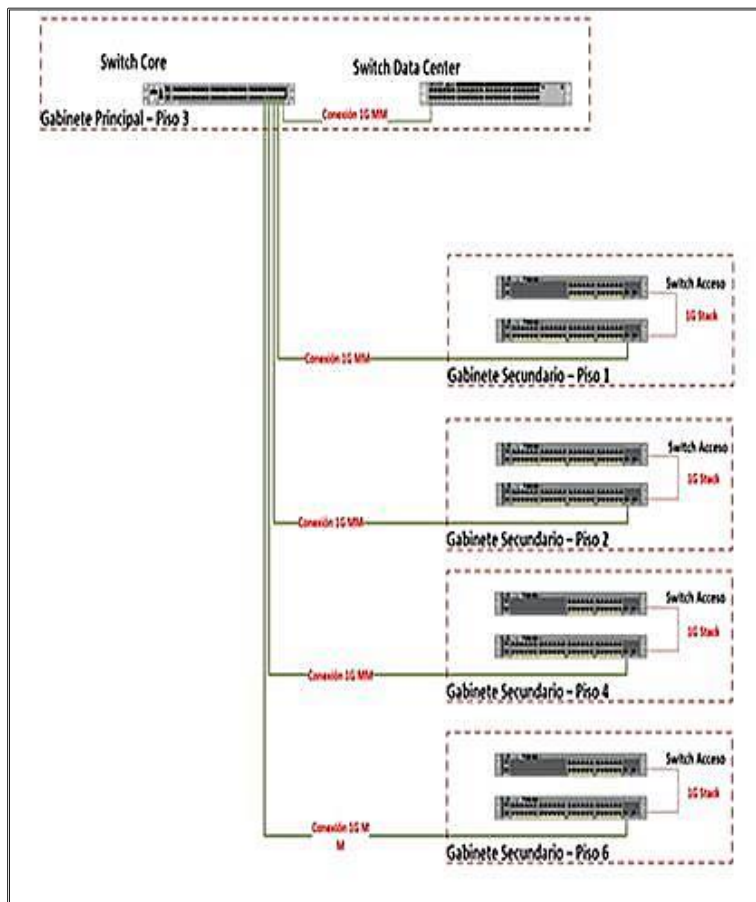
- UPS secundario
- Transformador de aislamiento

La dimensión del UPS debe presentar en su propuesta el cálculo de potencia de acuerdo a los consumos que realizan cada uno de los equipos de su solución en el gabinete, como referencia técnicas mínimas a cumplir:

- Considerar un UPS rackeable de 1.5 KVA
- Considerar un transformador de aislamiento rackeable para el UPS 1.5KVA
- Considerar una tarjeta SNMP para el UPS
- Factor de potencia mínimo de 0.9 para el UPS
- Capacidad de baterías a máxima carga a 15 minutos



**Figura 2.6** Infraestructura de datos



Fuente: Elaboración propia

### 2.11.5 Cableado de red

Son las características mínimas del cable y los componentes pasivos de la red.

#### Cable de red

- ANSI/TIA-568-C.2
- Tipo de cable F/UTP
- Calibre del cable 23 AWG

- Cubierta de chaqueta LSZH
- IEC-60332-3
- Categoría 6A

#### Jack RJ45

- Categoría 6A
- 500 Mhz como respuesta lineal diafonía
- ANSI/TIA-568-C.2
- TIA-968-A

#### Patch cord

- EIA310
- ANSI/TIA-568-C.2
- Cubierta de chaqueta LSZH
- IEC-60332-3
- Tamaño de 1 a 3 metros

#### Patch panel

- Categoría 6<sup>a</sup>
- ANSI/TIA-568-C.2
- 24 puertos
- Terminal para puesta a tierra

#### Fibra óptica

- Categoría OM3
- ITU-T G651 y ITU-T G652
- Tipo de revestimiento LSZH

- 06 hilos
- Fibra dieléctrica

### Bandeja de fibra y sus componentes

- Estas bandejas serán usadas en el gabinete principal y secundario
- Bandejas tipo rack
- Bandeja de 12 adaptadores
- Adaptadores del tipo LC/SC
- Para conectar la fusión usar pigtail multimodo según ANSI/TIA-568-C.3
- Para conectar al Switch usar patch cord multimodo OM3

## **2.12 Intrusión**

El sistema de intrusión contempla los sensores de vibración instalados para los vidrios expuestos al ingreso de la edificación, sensores tipo PIR (sensor infrarrojo) para los pasadizos de los pisos 3, 4, 5, 6 y 7; barrera fotoeléctrica para los ingresos a la facultad, sensores tipo magnético para los accesos en las escaleras de emergencia

Es un sub sistema que forma parte de la plataforma integral de seguridad pero que operara en modo independiente si fuera necesario y estará compuesto por:

### **2.12.1 Sensor de vibración**

Se usaran para identificar alarmas cuando alguien quebró o abre una ventana de las oficinas de los profesores ubicados en el primer piso del

edificio. Se debe instalar 2 sensores por sala de profesor, porque son 2 lunas independientes por sala y deberá cumplir mínimamente con:

- Tipo de transmisión de señal debe ser inalámbrica
- Frecuencia de trabajo debe operar en 433.42MHz
- Acción del sensor para la rotura de vidrio
- Acción del sensor al salir de su base
- Potencia en 3 Vdc
- Vida de la batería de 05 años

### **2.12.2 Sensor de movimiento**

Se instalaran en los pasadizos de los pisos 4, 5, 6, 7, estos se activaran en la noche para ver la presencia de las personas en el área y deberá cumplir mínimamente con:

- Tipo de transmisión de señal debe ser inalámbrica
- Cobertura de 16 metros
- Tipo de tecnología óptica
- Tipo de contacto relé normalmente cerrado
- Indicador de alarma con led luminoso
- Soporta anti sabotaje
- Frecuencia de trabajo debe operar en 433.42MHz

### **2.12.3 Barrera fotoeléctrica**

Se instalara en las entradas a la facultad para aviso de intrusión en las entradas principales en horarios prefijados y deberá cumplir como mínimo con:

- Cobertura de 20 metros
- Tipo de tecnología con haz de 4 canales
- Tipo de contacto relé Tipo C
- Soporta anti sabotaje
- Grado de protección IP66

#### **2.12.4 Sensor magnético**

Se instalará sensores magnéticos en las puertas de emergencia para las entradas a las escaleras de emergencia, esto es para tener aviso de intrusión siempre y deberá cumplir:

- Resistencia de contacto en  $150 \mu\Omega$  +/- 20%
- Tensión de ruptura en 200 Vcc +/- 20%
- Resistencia de aislamiento en  $109 \mu\Omega$  +/- 20%
- Capacidad electrostática de 1.5 PF +/- 20%
- Capacidad del contacto de 3 VCA +/- 20%
- Tensión máxima de 30V +/- 20%

#### **2.12.5 Receptor inalámbrico**

Este equipo recibirá la información de los sensores de intrusión inalámbrica para poder comunicarse con el panel de intrusión de la misma marca y deberá cumplir:

- Deberá ser certificado UL
- Distancia de cableado mínimo soportado de 100 metros
- Detección por manipulación

- Potencia 12 Vdc +/-20%
- Máxima corriente 70 mA +/- 20%
- Frecuencia de operación en 433.42MHz

#### **2.12.6 Panel de intrusión**

Será la central, el cual funciona como central de alarmas para los sensores instalados en la universidad, con capacidad de recibir las señales de los sensores de intrusión instalados en la facultad, además el sistema de intrusión debe tener integración vía software con la plataforma integral de seguridad y cumplirá con:

- Certificado UL
- 32 áreas
- 1000 eventos soportados
- 240 puntos de acción
- 120 Salidas de relé programables
- 180 Puntos RF
- Corriente salida alarmas de 2 a 12 Vdc +/- 20%
- Voltaje de operación de 12 Vdc nominal +/-20%
- Tarjeta red RJ45

**Figura 2.7** Panel de intrusión principal



Fuente: Elaboración propia

### **2.12.7 Cable de alarmas**

Se utilizara cable de alarmas del tipo LSZH 4x22AWG o según recomendaciones del fabricante.

### **2.12.8 Video IP**

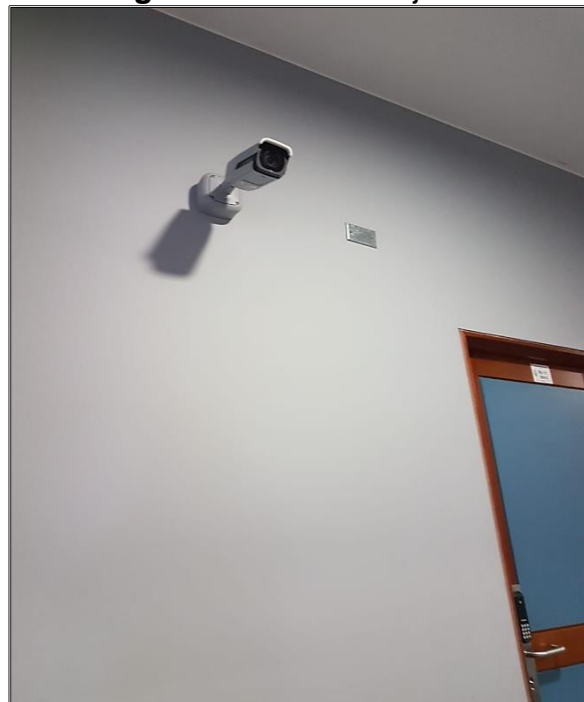
Es un sub sistema que forma parte de la plataforma integral de seguridad y estará compuesto por:

### 2.12.9 Cámaras fijas existentes

Son cámaras del tipo fijas que cuenta la facultad cuyos modelos es DS-2CD2642FWD-IS de la marca HIKVISION, en total hay 36 cámaras instaladas en la facultad.

Se debe considerar todas las licencias necesarias para integrarlo a la plataforma integral de seguridad para su gestión, monitoreo y grabación.

**Figura 2.8** Camara fija



Fuente: Elaboración propia

### 2.12.10 Cámaras fijas nuevas

Son cámaras que van a cubrir nuevas áreas y se ha proyectado la instalación de 23, las cuales cumplirán como mínimo con los siguientes requisitos:



- Alimentación Poe, 802.3af
- Sensor CMOS 1/2.9"
- Resolución de 1920x1080 píxeles
- Tecnología infrarroja
- Detección de movimiento
- Compresión de video en H.264
- Velocidad de transmisión 30 FPS
- Tipo de lente vari focal de 2.8 – 12mm
- 01 entrada de alarma
- Grado protección IP 66
- Protección contra impactos IK 08
- Compensación de luz.

#### **2.12.11 Cámara móvil**

Se instalara una cámara para la planta exterior de la facultad, la cual cumplirá por lo menos con las siguientes características:

- Alimentación Poe+, 802.3at
- Sensor CMOS 1/2.8"
- Resolución 1920x1080 píxeles
- Acercamiento óptico de 30x
- Acercamiento digital de 12x
- Compresión de video en H.264
- Velocidad de transmisión 30 FPS
- Tipo de lente vari focal 4.3 – 129mm
- 01 entrada de alarma
- Grado protección IP 66

- Protección contra impactos IK 10
- Compensación de luz

#### **2.12.12 Servidor de gestión**

Se instalarán uno o más servidores y estos tendrán la capacidad de administrar todas las cámaras (nuevas y existentes), un sub sistema de intrusión (paneles y dispositivos), un sub sistema de acceso (paneles y dispositivos), además de contener el software de gestión unificado en modo embebido.

El sistema de CCTV debe tener una capacidad de grabación de 30 días en 720p a 30fps en modo continuo las 24 horas, la grabación debe ser guardada en el servidor del sistema de integración de seguridad electrónica.

El hardware de cada servidor deberá cumplir mínimamente con el hardware y software embebido siguiente:

- Sistema operativo Windows licenciado
- Software gestor de seguridad licenciado
- Soporte múltiples monitores
- Gestión de alarmas
- Cliente web
- Cliente móvil
- Mapas interactivos
- Soporte de video
- Tráfico de 200Mbps
- Soporte multicast
- Soporte de 5 stream por cámara
- Soporte H.264
- Grabación continua y por eventos

- Exportación de video en ASF
- Soporte de control de accesos
- Soportar hasta 128 lectoras
- Asociación de video con accesos
- Gestión de horarios
- Antipassback
- Procesador Xeon
- Fuente poder redundante 800w
- Espacio disco de 24 TB
- Controlador Raid 5
- Tarjeta gigabit dual
- Memoria de 8Gb

### **2.12.13 Estación de operador (PC)**

Se instalara una estación de trabajo y deberá contar como minimo:

- Un Procesador Intel Xeon E3-1200 o similar
- Un Sistema operativo Windows 10, Profesional
- Una o más memorias que hagan 32Gb
- Una tarjeta de video de 4GB que soporte dos monitores
- Un Disco duro 1TB, 7200 RPM
- Una Tarjeta de red 1x 10/100/1000
- Una Fuente de poder de 365W con 90% eficiencia
- Un Teclado y Mouse con USB
- Un Antivirus licenciado
- Cuatro Puertos USB
- Un Chasis tipo rack

#### **2.12.14 Monitor o pantalla LED**

El monitor para la estación de trabajo deberá cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

#### **2.12.15 Pantalla tipo LED**

- Aspecto 16:9
- Brillo de 380 cd/m<sup>2</sup>
- Contraste de 3000:1
- Resolución de 3840x2160
- Ángulo Vertical / Horizontal 178° / 178°
- Colores hasta 1.07G
- Entrada HDMI 2.0
- Voltaje de entrada de 220 Vac
- Tamaño 55"

#### **2.13 Control de accesos**

Es un sub sistema forma parte de la plataforma integral de seguridad pero que operara en modo independiente si fuera necesario.

El control de accesos en edificio está destinado para las oficinas de profesores, oficinas en dirección de escuelas y oficinas en el decanato. El sistema consta con cerraduras electrónicas inteligentes que permiten la interconexión entre el software de gestión del edificio y el sistema de procesamiento central, permitiendo a los usuarios acceder a sus respectivas áreas directamente con la llave asignada, clave de acceso o desde la gestión del edificio. El sistema también permitirá convocar una

escena de iluminación predeterminada en la oficina al acceso y apagar todas las luces de la misma al bloqueo de la cerradura.

El sistema consta de cerraduras electrónicas que operan con tarjetas magnéticas y también con un PIN numérico, los cuales permiten tener un registro en la plataforma de los usuarios que ingresan a los diferentes ambientes, con botones táctiles, conexión inalámbrica con el procesador central mediante radio frecuencia (RF), cada cerradura podrá alojar en su memoria interna hasta 250 usuarios los cuales podrán acceder directamente mediante la clave asignada.

Las antenas de RF brindaran el enlace entre las cerraduras, el procesador central y el software de gestión, permitiendo acceder a cada una de las oficinas por cualquiera de los métodos de acceso permitidos.

Está compuesto por:

### **2.13.1 Lectora alfa numérica**

Son cerraduras numéricas para el control de acceso, estas deben ser inalámbricas con tecnología Wifi y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Conexión con el controlador mediante IEEE 802.11b/g
- Funcionamiento a nivel stand alone
- Teclado numérico
- Estado de la puerta en tiempo real
- Diseño de arquitectura abierta
- Alimentación con baterías

### **2.13.2 Lectora biométrica**

Son las lectoras de huellas para el control de ingreso al centro de control y deberá cumplir mínimamente con:

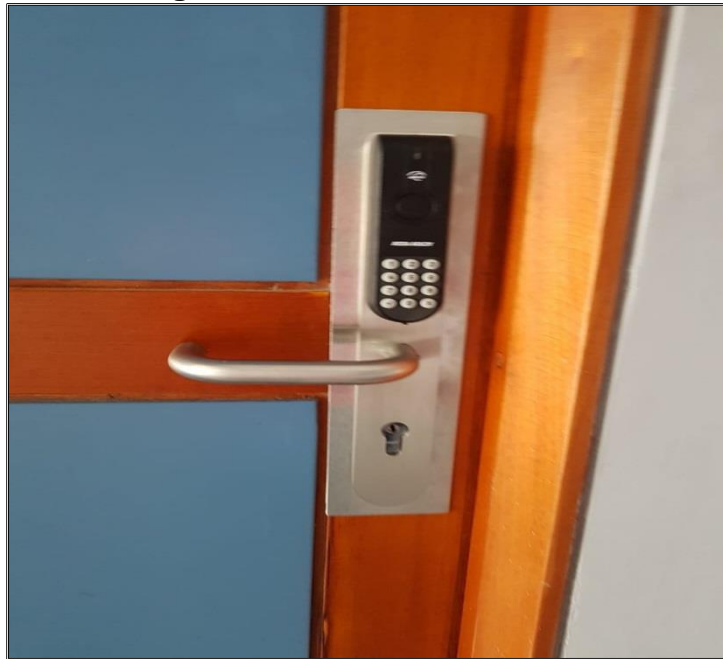
- Tipo de lectura por Huella y Tarjeta de proximidad
- Conexión de la tarjeta en 13.56MHz y 125 KHz
- Soporte de red TCP/IP
- Conexión RS485
- Soporte Wiegand
- Contacto relé
- Índice de protección IP 67
- Índice de impacto IK 08

### **2.13.3 Controlador de accesos**

Es el equipo que gestionara todo el sistema de accesos, además estará integrado a la plataforma integral de seguridad y deberá cumplir mínimamente con:

- Procesador 1.33 GHZ dual-core
- Memoria de 2GB, DDR3
- Comunicación de red con 02 Ethernet 10/100
- Comunicación de Wiegand 4xRS485 (embebidos)
- Soporte de 32 dispositivos RS485
- Soporte de 08 paneles de lectoras
- Soporte de 32 chapas inalámbricas

**Figura 2.9** Control de acceso



Fuente: Elaboración propia

#### **2.13.4 Controlador de lectora biométrica**

Es el equipo que gestionara la lectora biométrica y deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Indicador visual con led
- Comunicación de Wiegand RS485
- Salida de relés en 30VDC, 2A

**Figura 2.10** Control biometrico



Fuente: Elaboración propia

### **2.13.5 Cable de control**

Se utilizara cable de control del tipo LSZHde 4x20AWG y 5x20AWG o según recomendaciones del fabricante.

### **2.14 Plataforma integral de seguridad electrónica**

Es la plataforma que integrará los sub sistemas de intrusión, video IP y de control de acceso para una gestión integral y deberá cumplir los siguientes requisitos:



- Permitir el monitoreo de video en tiempo real y reproducción de video grabado.
- Permitir la visualización centralizada de las diferentes cámaras que se instalen.
- El software permitirá la grabación de las cámaras en modo continuo, por movimiento, por eventos, por alarmas, manualmente.
- El software permitirá el manejo de Multistreaming, de hasta 05 flujos de video por cámara.
- El sistema debe soportar mínimamente el protocolo TCP/IP (IPv4) y en el caso de multicast debe ser compatible mínimamente con IGMPv2 e IGMPv3. El sistema deberá soportar multicast en toda la arquitectura (desde las cámaras al servidor, y desde el servidor a los clientes)
- El software debe permitir la administración de alarmas.
- El Software debe contar con logs de auditoria donde quede registrado como mínimo fecha, hora, usuario y tareas que realizo ya sea a nivel software cliente como administración sobre el Software Servidor.
- El software podrá crear y recuperar informes de incidente, que incluyen secuencias de video, alarmas y notas.
  - Las secuencias de video grabadas pueden guardarse como un informe de incidentes a fin de compartir la información del caso con otros operadores y mantener dichos informes para revisiones futuras. Además, es posible incluir notas del operador, alarmas y otras entidades de seguridad en los informes de incidentes con el objeto de brindar una visualización más detallada y completa de dichos incidentes.
- Generar informes de incidentes, permitiendo la generación de plantillas de informes personalizadas.

- El software cliente debe usar el GPU de la tarjeta de video a fin de mejorar la performance de la Estación de Operador y poder desplegar mejor y más cantidad de videos.
- El software debe permitir la unificación del Control de Acceso, a fin de que se pueda obtener la visualización y reporte tanto de video como de acceso.
- El software debe contener el manejo de tarjetahabientes y credenciales.
- El software debe permitir el diseño e impresión de tarjetas de identificaciones.
- El software permite la unificación de las cámaras con el control de acceso, permitiendo asignarle una o más cámaras a una puerta para el control del mismo.
- Debe soportar la Integración con sistemas de terceros y base de datos por medio de plugins tales como paneles de intrusión por medio de IP o serial, a fin de monitorear las alarmas, y manejo de salidas.
- El software debe permitir la integración de paneles de intrusión, permitiendo lo siguiente:
  - Comunicación vía IP
  - Monitoreo y reporte de alarmas
  - Monitoreo y reporte de eventos
  - Monitoreo y reporte del status
  - Reporte de actividades del área y unidades de intrusión.
  - Armado y Desarmado del panel de intrusión desde la plataforma.
  - Activar las alarmas y salidas del panel de intrusión.
  - Comunicación vía IP
  - Auto-discover de los paneles y áreas de intrusión.

- El SW cliente debe estar diseñado para correr en PCs estándar cargadas con sistema operativo Windows (Seven, 8, 10 y posteriores nuevos S.O. que Microsoft saque al mercado).
- La Base de Datos debe estar construido en SQL Server 2012 de Microsoft y posteriores actualizaciones de S.O. que Microsoft saque al mercado.
- La actualización de parches o nuevas versiones del sistema ofertado deberán ser transparentes, es decir no deben afectar las configuraciones, grabaciones, SO y BD originales.
- El soporte dedicado y actualizaciones (según el fabricante libere al mercado) por el correcto funcionamiento del sistema provisto será de un plazo de 12 meses.
- El SW debe ser una solución IP, toda la comunicación entre el SW Servidor y SW Cliente deberá estar basada en el protocolo estándar TCP/IP y contar con niveles de seguridad, como certificados y la capacidad de soportar encriptación.
- El SW Servidor debe ser un servicio de Windows que puede estar configurado para comenzar cuando se inicia el sistema operativo y correr en background.
- La aplicación debe consistir en una arquitectura basada en roles. Cada Rol, en los casos que se necesite, deberá tener su propia base de datos para guardar eventos e información de la configuración específica al rol.
- El SW Cliente debe suministrar la interfaz de usuario para la configuración y monitoreo de cámaras sobre cualquier red accesible localmente o desde una conexión remota. El sistema deberá estar licenciado para manejar hasta 05 operadores clientes en simultáneo.
- El Software debe contar con la unificación del Control de Acceso dentro de la misma aplicación utilizada por los clientes.

- El software a proponer debe contar con plena integración con la marca y modelo de cámaras propuestas (a través de la API de la cámara, no ONVIF), a fin de garantizar el buen funcionamiento y la compatibilidad de todas las funcionalidades de la cámara propuesta.
- Las aplicaciones deben suministrar un mecanismo de autenticación que verifique la validez del usuario. Como tal, el administrador puede definir los derechos de acceso y los privilegios específicos para cada usuario o grupo de usuarios en el sistema.
- El SW Cliente deber soportar múltiples lenguajes (excluyente español e inglés).
- El SW Cliente debe ser amigable al usuario final, facilitando el uso y la eficiencia del operador. Para ello se detallan a continuación algunos puntos que deberá cumplir:
  - La página principal debe ser personalizable incluyendo favoritos y tareas utilizadas recientemente.
  - Funcionalidades de acceso rápido e intuitivo para la generación de informes y rastreos.
- La interfaz del software cliente debe incluir las siguientes capacidades:
  - Debe soportar flujo de video ininterrumpido.
  - El operador podrá buscar una cámara y colocarla en el layout para la visualización en tiempo real.
  - Debe soportar Zoom digital en los flujos continuos de video de las cámaras en tiempo real y grabaciones.
  - El operador debe poder controlar, siempre que los permisos se lo permitan, el desplazamiento lateral, vertical, zoom, iris, enfoque, presets de domos, etc.
  - El operador debe poder comenzar/interrumpir la grabación en cualquier cámara del sistema que este configurada para la grabación manual.

- El operador debe contar con la posibilidad de activar o desactivar la visualización de todos o parte de los eventos del sistema en el momento que desee.
- El operador debe contar con la posibilidad de tomar una imagen instantánea del video o imagen en tiempo real en cualquier momento para poder guardarlas o imprimirlas.
- El operador debe contar con la posibilidad de ver la misma cámara en múltiples layouts.
- El operador visualiza los eventos de acceso de las puertas designadas, mostrando la siguiente información: Video de la cámara signada a la puerta, acceso permitido, denegado o desconocido del control de acceso y foto de la credencial usada para el acceso.
- Las capacidades de reproducción de video deben incluir lo siguiente:
  - Deben soportar la reproducción de audio o video en cualquier periodo de tiempo.
  - Deben soportar la reproducción de video en cada uno de los layouts de visualización.
  - permite a los operadores cambiar la reproducción instantánea del video para cualquier cámara de manera rápida e intuitiva.
  - permite al operador seleccionar varias cámaras y reproducir las grabaciones en el mismo periodo de tiempo (de manera sincronizada) para poder visualizar eventos desde múltiples ángulos.
  - Debe proveer la herramienta para buscar video y audio relacionado con eventos definidos por el usuario o los parámetros de movimiento.
  - Debe permitirle al operador definir un área dentro del campo del video dentro del cual buscar movimiento así

- como de definir la cantidad de movimiento que desencadenará resultados de la búsqueda.
- Debe soportar zoom digital en flujo continuo de video reproducido.
  - Debe permitir la exportación de imágenes en formato PNG, JPEG, GIF, BMP incluyendo la marca de fecha y hora y el nombre de la cámara sobre la imagen.
  - Debe suministrar las herramientas para exportar video en su propio formato y un reproductor para su correspondiente visualización.
  - Debe suministrar las herramientas para exportar secuencia de videos en formato de video estándar que puedan ser reproducidos por Windows (por ejemplo: Windows Media Player) y en formato mp4.
  - Debe permitir la posibilidad de exportar archivos de video encriptados y proveer la herramienta para su posterior visualización y autenticación.
- El sistema permitirá el acceso por cliente web y deberá ser una plataforma que se ejecute sobre Internet Explorer de Microsoft versión 11 y posteriores.
  - El cliente web debe cumplir las siguientes funcionalidades:
    - Inicio de sesión con usuario y contraseña.
    - heredar los privilegios que se asignó al usuario en su aplicación cliente.
    - Debe estar unificado la parte de video y control de acceso.
    - Imprimir informes, exportar archivos CSV.
    - Debe contar con la posibilidad de visualizar y exportar videos.
    - Debe contar con la posibilidad de generar layouts.
    - Debe contar con la posibilidad de controles PTZ básicos.
    - permitir comenzar/parar grabaciones.

- Debe permitir el manejo de credenciales y tarjetas habientes.
  - Debe permitir el monitoreo y control de puertas.
- Debe soportar aplicaciones móviles, que podrían ser teléfonos (Smartphone)/tablets con Sistemas Operativos (IOS, Android), se deberá contemplar que el sistema funcione en la última versión del SO que se encuentre al momento de la adjudicación del presente contrato para una conexión en simultáneo.
- Debe estar preparado para soportar la opción de enviar el video desde la aplicación móvil en el smartphone, así poder transmitir eventos desde sitios donde no exista la presencia de una cámara de video vigilancia.
- La aplicación debe soportar las siguientes funcionalidades de administración de alarmas:
  - Crear y modificar las alarmas definidas por el usuario. Se debe soportar un número ilimitado de alarmas definidas por el usuario.
  - Fijar el nivel de prioridad de una alarma y su umbral de reactivación.
  - Definir un periodo de tiempo después del cual la alarma se reconoce automáticamente.
  - Definir los destinatarios de una alarma. Las notificaciones de las alarmas deberán ser distribuidas a uno o más destinatarios.
  - Definir el modo de difusión de una alarma. Deberán ser usadas con un modo de difusión secuencial o todas a la vez.
- La aplicación debe soportar la generación de los informes para video y control de acceso de manera unificada.
- Debe soportar los siguientes tipos de informes:
  - Informe de alarmas.

- Informes de actividad de estado del sistema y estadísticas de estado del sistema.
- Personalización de informes. El usuario debe contar con la posibilidad de personalizar los informes predefinidos y guardarlos como plantillas nuevas. El usuario deberá contar con la posibilidad de definir qué columnas deben estar visibles en un informe. No deberá requerir el uso de una herramienta externa para la generación de dichos trabajos.
- Debe permitirle al usuario exportar un informe en formato PDF/Excel.
- Debe permitirle al operador realizar marcadores (bookmarks) sobre aquellos eventos que considere importantes para su posterior recuperación. El operador podrá asignarle un nombre único al identificador para facilitar búsquedas futuras.
- Debe permitirle al operador la búsqueda de videos usando varios criterios de búsqueda, incluyendo pero no limitados a fecha, hora, cámara, bookmark entre otros.
- Un usuario, al que se le haya dado acceso a una partición específica, solo deberá poder ver entidades dentro de la partición a la cual se le haya asignado.
- Se podrá dar derechos de administración sobre la partición a un usuario o grupo de usuarios.
- Debe permitir que la funcionalidad de Mapas gráficos interactivos.

## **2.15 Sub sistema de incendio**

El sistema estará formado por un panel direccional que deberá funcionar de manera independiente, supervisando el estado de todos los dispositivos de detección y alarma del edificio en forma direccional,



supervisando el estado del sistema de extinción de incendios, agente limpio y presurización de escaleras.

### **2.15.1 Panel contra incendio**

Este panel debe ser basado en un sistema de red con base de microprocesador y recibirá las señales de todos los dispositivos de detección (Automáticos y manuales)

además deberá controlar y/o monitorear el sistema de agua contra incendios, sistema de agente limpios, sistema de ascensores y sistema de presurización de escalera y cumplirá mínimamente con:

- 250 direcciones SLC
- 04 circuitos NAC
- 01 fuente de alimentación primaria
- 01 tarjeta BACnet
- 01 puerto de servicio serial
- Protección gabinete NEMA 1 / IP 30
- Certificación UL / FM.

**Figura 2.11** Panel contra incendio



Fuente: Elaboración propia

### 2.15.2 Sensor de humo/temperatura

El sistema contará con detectores direccionales, los cuales estarán conectados al panel, donde en caso de activarse, se mostrará una alarma audio visual indicando la ubicación del dispositivo del piso y cumplirá mínimamente con:

- Cumplimiento UL 268
- Tipo de dispositivo direccional
- Voltaje de funcionamiento en 24VDC
- Auto restauración
- Tipo de sensor fotoeléctrico para humo
- Tipo de sensor térmico para temperatura

**Figura 2.12** Sensores de humo



Fuente: Elaboración propia

### **2.15.3 Sensor de ducto**

El sistema contará con detectores direccionales, los cuales estarán conectados al panel, donde en caso de activarse, se mostrará una alarma audio visual indicando la ubicación del dispositivo del piso y cumplirá mínimamente con:

- Cumplimiento UL / FM
- Tipo de dispositivo fotoeléctrico con tecnología de flujo integrada
- Velocidad de aire 0.5 m/s hasta 20m/s
- Voltaje de funcionamiento en 24VDC.

### **2.15.4 Estación manual**

El sistema contará estaciones manuales de alarma para ser usados por

los ocupantes del piso en casos en los que detecten directamente la presencia de humo o fuego. Al activarse una estación manual, se deberán iniciar las labores de evacuación y notificación a los ocupantes y la posterior extinción del incendio por parte de la brigada de emergencia y cumplirá mínimamente con:

- Cumplimiento UL 38
- Tipo dispositivo doble direccional
- Led de alarma por activación
- Tipo de trabamiento mecánico
- Tipo de destrabamiento con llave
- Voltaje de funcionamiento en 24 VDC

#### **2.15.5 Módulos de monitoreo**

El proyecto considera la instalación de los módulos de monitoreo para los detectores de flujo, los módulos de supervisión de la válvula mariposa del Sistema de Agua Contra Incendios y los ascensores.

- De esta forma se detectará si el sistema ha iniciado su descarga y se iniciarán las labores de evacuación y notificación de los ocupantes, siendo sus características de los módulos de una y/o dos entradas.
- Cumplimiento UL, FM
- Supervisor de contactos secos normalmente abierto
- Voltaje de funcionamiento en 24 VDC
- LED indicador de estado

- Tipo de dispositivo direccional.

#### **2.15.6 Módulos de control**

El proyecto considera la instalación de un módulo de control conectado a un lazo SLC y su respectivo contacto relé por cada ascensor, aire acondicionado y presurización de escaleras con el fin de poder controlar el apagado.

El módulo debe proporcionar módulos de relevador de control inteligentes para controlar aplicaciones externas o el apagado del equipo y deberá cumplir con:

- Cumplimiento UL, FM
- Tipo de control por contacto seco
- Voltaje de funcionamiento en 24 VDC
- LED indicador de estado
- Tipo de dispositivo direccional.

#### **2.15.7 Dispositivo de notificación**

El sistema contará con sirenas con luz estroboscópicas de evacuación para transmitir sonidos y luces de notificación para iniciar la evacuación según procedimientos y cumplirá con:

- Cumplimiento UL, FM

- Tipo de funcionamiento Audio / Visual
- Control de luz independiente
- Control de sirena independiente
- Tipo de destello sincronizado o por modulo
- Voltaje de funcionamiento en 24 VDC

#### **2.15.8 Cable contra incendio**

Se utilizara únicamente cable FPLP o FPLR de calibre 14AWH a 18AWG del tipo LSZH o según recomendaciones del fabricante.

#### **2.16 Sub sistema de presurización de escaleras**

El sistema de presurización tendrá como función evitar el ingreso de humos dentro de las escaleras de evacuación. Esta diferencia de presión será dada por un inyector de aire que estará ubicado en la parte superior de las escaleras de evacuación, desde este inyector bajará un ducto por toda la escalera que permitirá ingresos de caudal de aire de manera horizontal en cada nivel.

El sistema de presurización trabajará de forma conjunta con el sistema de detección y alarma de incendios de la siguiente manera:

- Se activará el presurizador cuando se active una estación manual de alarma.
- Se activará el presurizador al activarse el detector de humo o temperatura.

- Se activará el presurizador al recibirse una señal del detector de flujo del sistema de rociadores.
- Se apagará el presurizador al activarse el detector de humo que se instalará en el ducto.
- Se activará el presurizador de forma manual mediante un pulsador ubicado en el centro de control.

El diseño con el cálculo del sistema de presurización de escaleras y deberá respetar el siguiente criterio:

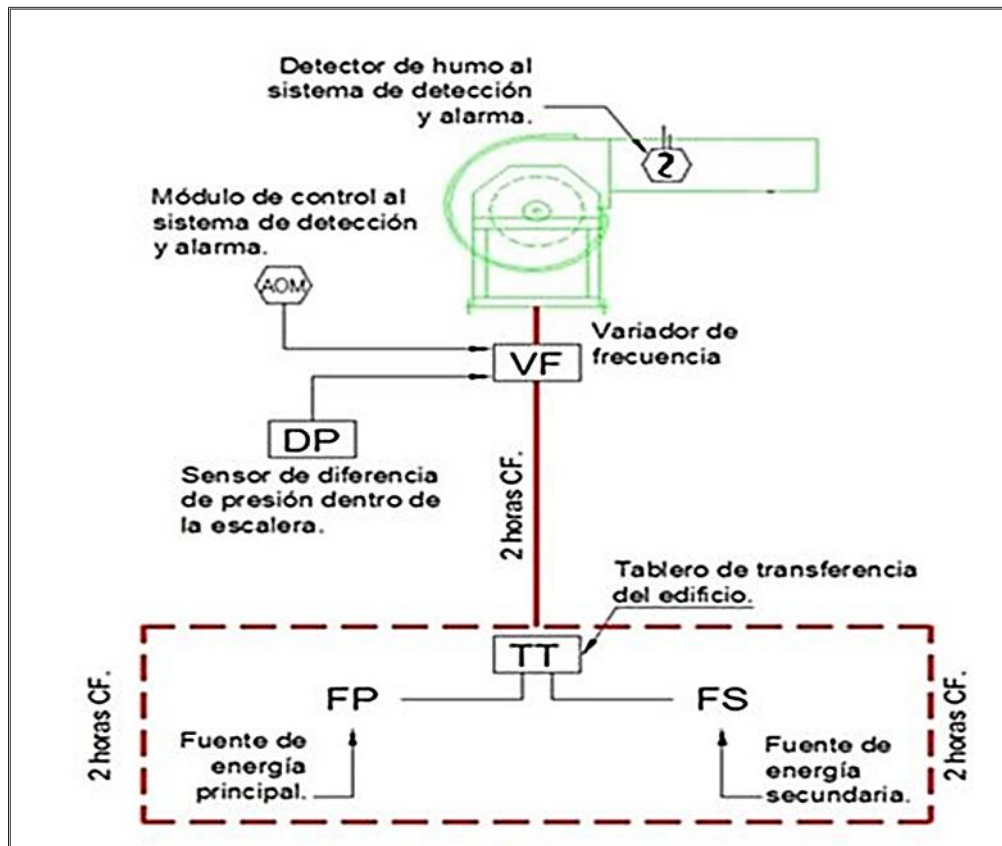
- Se presurizaran las escaleras de evacuación de todos los pisos E-3 y E-4
- Los presurizadores para las escaleras de evacuación se encontrarán ubicados en el nivel Azotea y se deberá respetar la separación mínima de la toma de aire del equipo con respecto a la pared (1m) para facilitar los trabajos de instalación, mantenimiento y reparación que se realizaran en dicho espacio, además que encontraran elementos pertenecientes a otras especialidades como instalaciones eléctricas, luminarias, agua contra incendios, detección y alarmas, etc.
- Se especificará el material de protección al fuego para los tramos horizontales de ductos de toma de aire fresco, que irán adosados a nivel de techo del sótano 1, en planos y memoria del sistema, en caso de ser necesario.
- Los tramos de ductos de presurización instalados dentro del ducto de mampostería deberán estar contruidos con láminas de fierro o acero galvanizado.
- Las rejillas de inyección de aire en cada nivel, dentro de las escaleras serán de 60 cm x 60 cm
- El diseño del sistema de presurización deberá ser realizado de acuerdo a lo establecido en el RNE, la NFPA 101 y NFPA 92 versión 2015

- La ruta definitiva de los ductos del sistema de presurización, deberá ser aprobada en campo, considerando que no se reste área útil de circulación en el recorrido de la escalera.
- La diferencia de presión entre el interior y exterior de la caja de la escalera, deberá ser tal que la máxima fuerza que se aplique para abrir una puerta de acceso a la escalera no deberá exceder las 30 lbf (133 N).
- El sistema de presurización deberá diseñarse, instalarse y mantenerse convenientemente, a fin que asegure permanecer operativo durante todo el proceso de evacuación.
- Asimismo, el proyecto eléctrico debe considerar la alimentación de emergencia a los motores de presurización, con dos fuentes de energía independientes, de transferencia automática y con recorrido de cable en ducto y protección resistente al fuego por 2 horas.
- Para el cálculo del sistema de presurización en las escaleras de evacuación, se considerará un mínimo de tres puertas simultáneamente abiertas para cada una de las escaleras de pisos superiores y dos puertas abiertas para cada una de las escaleras de sótanos. Donde una de ellas siempre se encontrara abierta en el nivel P1 y las otras en pisos aleatorios.
- La Descarga de aire de los sopladores o ventiladores, contará con detectores de humo, interconectados con el sistema de detección y alarma del edificio, de manera que se detenga automáticamente y con opción de arranque y parada manual desde un centro de control
- El ventilador del sistema deberá ser activado automáticamente (con opción del arranque manual desde un Centro de Control), por la activación de cualquier dispositivo del sistema de detección y alarma, como mínimo por medio de detectores de humo ubicados en cada acceso a las escaleras de escape, según NFPA 72.



- El sistema que se instale debe ser del tipo supervisado desde el Centro de Control, asegurándose pruebas de comprobación de funcionamiento en períodos no mayores a 30 días, siguiendo recomendaciones de NFPA 92
- El sistema deberá ser controlado por el Sistema de Detección y Alarma contra incendios, para efectuar un arranque remoto desde el panel de detección y módulos de control, así como un arranque automático mediante los detectores de humo.

**Figura 2.13** Alimentación eléctrica y control para el presurizador de una escalera de evacuación



Fuente: Elaboración propia

### 2.16.1 Tablero variador de frecuencia

El diseño del tablero variador de frecuencia, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Potencia de 15 HP
- Sistema eléctrico de 220@3F
- Control M-0-A
- Tarjeta de comunicación MODBUS RTU

- Supresores de pico
- Montaje en piso
- Botón de arranque
- Botón de parada
- Botón de parada de emergencia
- Entrada analógica 4-20 mA.

### **2.16.2 Tablero de transferencia**

El diseño deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Corriente nominal interruptores 45 A
- Tipo de transferencia automática
- Montaje adosable
- Luz de indicadora de operación normal
- Luz indicadores de operación de emergencia
- Voltaje de operación de 220@3F
- Estandar IEC

### **2.16.3 Inyector centrifugo**

Debe cumplir mínimamente con:

- Certificación UL
- Potencia de 20 HP
- Aislamiento de vibración
- Eje pulido
- Broches de acero inoxidable

- Malla de ventilación galvanizada
- Tensión de 220@3F
- Caudal requerido de aplicación 19,200 CFM

#### **2.16.4 Transmisión de presión diferencial**

Debe cumplir mínimamente con:

- Medición de presión de 4-20 mA
- Alimentación de 24Vdc
- Aplicación de aire
- Montaje adosable
- Rango de medición 1.5-600 psi

#### **2.17 Sistemas de gestión de edificios (BMS)**

El sistema BMS tendrá la finalidad de monitorear y/o controlar los sistemas eléctricos, mecánicos y de incendio en tiempo real, generar reportes de fallas, alarmas, niveles fuera de lo normal, etc. De esta manera se tendrá el control de sistemas vitales del edificio, obteniendo información de todos los sistemas automatizados de manera centralizada y además de contar con los reportes de históricos de las variables principales de cada sub sistema.

El diseño del BMS, debe considerar entradas y salidas para:

- Monitoreo de la Subestación Eléctrica
- Monitoreo del Tablero General
- Monitoreo del Grupo Electrónico
- Monitoreo y control de Bombas de Agua y Sumidero

- Monitoreo de la bomba de agua contra incendio
- Monitoreo de los UPS principales.

**Figura 2.14** Servidor BMS



Fuente: Elaboración propia

### **2.17.1 Controlador BACNET IP**

Controlador programable con protocolo BACnet IP sobre Ethernet nativo, con entradas universales (configurable en binario, análogo y acumulables) y salidas universales (configurable en binario y análogo) y deberá cumplir con:

- UL 916
- BTL
- 08 entradas programables

- 08 salidas programables
- 02 entradas de temperatura
- Resolución de entrada análoga de 16 bit
- Resolución de salida análoga de 12 bit
- Puerto de comunicación RJ45
- Protocolo de comunicación BACNET IP
- Poder expandir las IN/OUT
- Procesador del CPU de 32-bit ARM®
- Cortex-M4 o similar
- LED indicador de alimentación
- LED indicador de comunicación
- Tipo de montaje RIEL DIN

### **2.17.2 Gateway Modbus RTU a BACNET IP**

Equipo encargado de hacer la conversión de MODBUS RTU serial a BACNET IP sobre Ethernet y deberá cumplir con:

- UL
- Entrada de comunicación MODBUS RTU
- Salida de comunicación BACNET IP
- Velocidad de puerto Ethernet 10/100 Mbps
- Soporte conexión RS-485, 2 Hilos
- Soporte conexión RS-485, 3 Hilos
- Soporte de hasta 30 equipos MODBUS RTU
- Poder expandir las IN/OUT
- LED indicador de alimentación
- LED indicador de comunicación
- Tipo de montaje RIEL DIN

### **2.17.3 Router BACNET IP**

Equipo encargado de hacer la conversión de las señales BACNET MS/TP

TP serial a BACNET IP sobre Ethernet y deberá cumplir con:

- UL
- Entrada de comunicación BACNET MS/TP
- Salida de comunicación BACNET IP
- Velocidad de puerto Ethernet 10/100 Mbps
- Soporte conexión RS-485, 2 Hilos
- Soporte conexión RS-485, 3 Hilos
- Soporte hasta 16 equipos BACNET MS/TP
- Tipo de montaje RIEL DIN

### **2.17.4 Relé auxiliar para salida de controlador**

Equipo necesario para controlar circuitos con mayor corriente a las soportadas en las borneras de las salidas del controlador y deberá cumplir con:

- UL
- Salida de relé tipo SPDT
- Corriente de salida de relé a 7A@240Vac
- Activar líneas de mayor corriente que las permitidas por las salidas del controlador
- Tipo de instalación en interior de gabinete.

### **2.17.5 Software BMS**

Equipo necesario para controlar circuitos con mayor corriente a las soportadas en las borneras de las salidas del controlador y deberá cumplir con:

- BTL
- BACnet IP nativo
- Acceso vía WEB
- Importación de gráficos
- Comunicación con servidor SQL
- Gráficos y tendencias
- Establecimientos de horarios
- Gráficos embebidos para animaciones

#### **2.17.6 Servidor BMS**

Equipo que servirá para almacenar los registros de las variables medidas por el BMS y deberá cumplir con:

- Procesador Intel Xeon E5 v4 o similar
- 2.5 MB de Cache por núcleo
- 64 GB DDR4
- Fuente de alimentación con eficiencia platinum
- Sistema operativo Windows server 2012 o superior
- Disco duro de 9 TB
- Controlador RAID 5

#### **2.17.7 Estación de trabajo BMS**

Equipo que servirá para operar el BMS y deberá cumplir con:



- Procesador Intel Xeon E5 v3 o similar
- 16 GB DDR4
- Sistema operativo Windows 10 o superior
- Disco duro de 2 TB
- Teclado y Mouse
- 01 Monitor de 32"

**Figura 2.15** Estación de trabajo BMS



Fuente: Elaboración propia

### **2.17.8 Dispositivos de campo**

#### Transmisor de nivel sumergible

- Salida de medición en 4-20mA
- Exactitud +/- 0.25%

- Material de sensor SS 316
- Material de cable poliuretano
- Tecnología piezo resistivo
- Tipo de instalación sumergible en agua

#### Switch de flujo

- 01 salida de relé
- Material de paleta en acero inoxidable
- Aplicación en tubería de 1-8"
- Tipo de instalación interior en tubería

#### Switch de nivel

- 01 salida de relé
- Grado de protección IP68
- Aplicación en agua
- Tipo de instalación sumergible en agua

#### Transmisor de presión

- Salida de medición en 4-20mA
- Material parte intrusiva SS 316
- Aplicación en agua
- Tipo de instalación dentro de tubería

#### Switch de corriente toroidal

- Salida de medición en 0-200A
- Aplicación potencia en corriente
- Tipo de instalación bordeando la barra o cable eléctrico

### **2.17.9 Cable de control**

Se utilizara cable de control del tipo LSZH 4x18AWG y LSZH 2x12AWG o según recomendaciones del fabricante.

Cantidades referenciales para la implementación del proyecto:

- El diseño de cada sub sistema, respeta como mínimo o supera las especificaciones técnicas.
- Se define las cantidades de su equipamiento propuesto respetando como mínimo o superando las especificaciones técnicas, el ítem 3 es referencial.
- Se deberá realizar visitas técnicas, para estimar adecuadamente la cantidad de tuberías a utilizar, actualmente los entubados son existentes pero de acuerdo al diseño se pueden adicionar, por tanto hay que adecuar, en coordinación con la residencia de ing Civil de la obra
- Todo cableado a utilizar deberá ser del tipo LSZH.
- Todos los cálculos serán firmados por los profesionales responsables del proyecto y, para el caso del sistema de presurización de escaleras será firmado también por un ingeniero mecánico.
- El organigrama, plan de trabajo, diagrama Gantt del proyecto, histograma de hombres y topologías deberán ser firmados por los profesionales responsables del proyecto.

**Tabla 2.2** Cantidades referenciales para la implementación del proyecto

| ITEM | CANT | UND | DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO PROPUESTO  |
|------|------|-----|---|
| 1    | 2    | UND | SERVIDOR PARA INTEGRACION DE SEGURIDAD Y GRABACION DEL SISTEMA DE CCTV.       |
| 2    | 1    | UND | ESTACION DE OPERADOR  |
| 3    | 1    | UND | MONITOR INDUSTRIAL DE 55" LED   |
| 4    | 1    | GBL | SOFTWARE DE INTEGRACION, INCLUYENDO TODAS LAS LICENSIAS REQUERIDAS.           |
| 5    | 2    | UND | PANEL DE INTRUSION CON LAS IN/OUT NECESARIOS Y ACCESORIOS                     |
| 6    | 1    | UND | RECEPTOR PARA SENSORES PIR INALAMBRICOS Y SENSORES DE VIBRACION INALAMBRICOS. |
| 7    | 23   | UND | CAMARA FIJA IR 1080P, LENTE VARIFOCAL, IP 66, POE.                            |
| 8    | 1    | UND | CAMARA PTZ, 1080P, DIA/NOCHE PARA EXTERIORES.                                 |
| 9    | 1    | UND | CAMARA PANORAMICA 360 GRADOS CON LENTE FIJO DE 12MP.                          |
| 10   | 74   | UND | SENSOR DE VIBRACION PARA LUNAS INALAMBRICOS.                                  |
| 11   | 4    | UND | BARRERA FOTO ELÉCTRICA RX/TX.   |
| 12   | 17   | UND | SENSOR MAGNETICO PARA PUERTAS.  |
| 13   | 5    | UND | SENSOR PIR INALAMBRICO.   |
| 14   | 26   | UND | CONTROL DE ACCESO WIFI NUMERICO.  |
| 15   | 1    | UND | CONTROL DE ACCESO POR HUELLA DIGITAL.   |
| 16   | 1    | UND | CONTROLADOR DE ACCESO DE HUELLA DIGITAL.                                      |
| 17   | 1    | UND | CONTROLADOR GENERAL DE ACCESOS.   |
| 18   | 2    | UND | MEDIA CONVERTER MULTIMODO. SE CONSIDERA PARA LA CAMARA PTZ.                   |
| 19   | 1    | UND | UPS DE 15 KVA CON TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO, BATERIAS Y TABLERO ELECTRICO  |
| 20   | 4    | UND | UPS DE 1.5 KVA CON TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO                               |
| 21   | 4    | UND | GABINETE DE 15RU  |
| 22   | 1    | UND | SWITCH DE FIBRA DE 24 PUERTOS   |
| 23   | 8    | UND | TRANSEIVER DE 1G  |
| 24   | 2    | UND | TRANSEIVER DE 10G   |
| 25   | 3    | UND | SWITCH DE 48 PUERTOS DE COBRE POE+, PUERTOS DE FIBRA EN 1G                    |
| 26   | 1    | GBL | MATERIAL DE CABLEADO ESTRUCTURADO 6A.   |
| 27   | 1    | GBL | FIBRA OPTICA MULTIFILAR 6 HILOS.  |
| 28   | 1    | GBL | PISO TECNICO 5.05 X 3.25 M.   |
| 29   | 2    | UND | AIRE ACONDICIONADO DE PRESICION DE 5.5 KW.                                    |
| 30   | 1    | UND | AIRE ACONDICIONADO DE CONFORT 18000 BTU.                                      |
| 31   | 1    | GBL | PROTECCION CON AGENTE LIMPIO NOVEC 1230.                                      |
| 32   | 1    | GBL | DIVISION CON DRYWALL 3.25 M.  |
| 33   | 1    | UND | PANEL DE INCENDIOS.   |
| 34   | 173  | UND | SENSOR DE HUMO DIRECCIONABLE CON BASE.  |
| 35   | 7    | UND | SENSOR DE TEMPERATURA CON BASE.   |
| 36   | 27   | UND | ESTACION MANUAL DIRECCIONABLE.  |
| 37   | 27   | UND | LUZ ESTROBOSCOPICA.   |

|      |    |     |  |
|------|----|-----|--|
| 38   | 38 | UND | MODULO DE MONITOREO.   |
| 39   | 2  | UND | INYECTOR CENTRIFUGO 20 HP, 220/380/440 V TRIFASICO UL.             |
| 40   | 2  | UND | TABLERO DE TRANSFERENCIA TRIFASICA Y AUTOMATICA DE 45 A ,220v, 3F. |
| 41   | 2  | UND | TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL DE 4-20 Ma.                      |
| 42   | 2  | UND | TABLERO PRESURIZACIÓN DE ESCALERA 20 HP SALIDA RELAY DETECCIÓN.    |
| 43   | 2  | UND | DAMPER DE ALIVIO MECANICO UL.                                      |
| 44   | 1  | GBL | GABINETE DE CONTROL (SUB ESTACION, TABLERO GENERAL, G.E)           |
| 44.1 | 1  | UND | Gabinete de control metálico                                       |
| 44.2 | 1  | UND | Controlador BACnet IP 8 IN/8OUT programables                       |
| 44.3 | 1  | UND | Gateway MODbus RTU a BACnet IP                                     |
| 44.4 | 1  | UND | Transformador 220Vac/24Vdc 50VA                                    |
| 45   | 1  | UND | Gabinete de control (bombas de agua/sumidero y aci)                |
| 45.1 | 1  | UND | Gabinete de control metalico                                       |
| 45.2 | 1  | UND | Controlador BACnet IP 8IN/8OUT programables                        |
| 45.3 | 1  | UND | Expansor I/O de controlador BACnet IP                              |
| 45.5 | 1  | UND | Transformador 220Vac/24Vdc 50VA                                    |
| 45.6 | 1  | UND | Fuente de alimentacion 24Vdc                                       |
| 45.7 | 6  | UND | Rele auxiliar para salida de controlador                           |
| 46   | 1  | LIC | SOFTWARE BMS   |
| 47   | 1  | UND | SERVIDOR BMS   |
| 48   | 1  | UND | ESTACION DE TRABAJO BMS  |
| 49   | 1  | GBL | INTRUMENTOS DE CAMPOS  |
| 49.1 | 2  | UND | Transmisor de nivel sumergible                                     |
| 49.2 | 3  | UND | Switch de flujo  |
| 49.3 | 4  | UND | Switch de nivel  |
| 49.4 | 3  | UND | Transmisor de presion  |
| 49.5 | 4  | UND | Switch de corriente toroidal                                       |
| 50   | 1  | GBL | ROLLOS DE CABLE DE CONTROL 2X18 AWG LSZH PARA CONTROL DE ACCESOS.  |
| 51   | 1  | GBL | ROLLOS DE CABLE ELECTRICO 2X12 AWG LSZH.                           |
| 52   | 1  | GBL | ROLLOS DE CABLE DE CONTROL 4X18 LSZH AWG PARA BMS.                 |
| 53   | 1  | GBL | ROLLOS CABLE A TIERRA 6AWG, LSZH.                                  |
| 54   | 1  | GBL | CABLE CONTROL PARA RS-485 LSZH.                                    |
| 55   | 1  | GBL | ROLLOS DE CABLE DE INCENDIO.                                       |
| 56   | 1  | GBL | CABLE APANTALLADO #18 PARA TRANSMISORES DE PRESION.                |
| 57   | 1  | GBL | CABLE ELECTRICO 6 AWG, TRIFASICO CON RETARDO AL FUEGO.             |
| 58   | 1  | GBL | CAJA DE PASO DE 6X6X2".  |
| 59   | 1  | GBL | TUBERIA EMT 1".  |
| 60   | 1  | GBL | TUBERIA PVC.   |
| 61   | 1  | GBL | TUBERIA CORRUGADA 1".  |
| 62   | 1  | GBL | CAJA DE PASO DE 6X6X2" PESADA                                      |
| 63   | 1  | GBL | TUBERIA EMT 1"   |

|    |   |     |   |
|----|---|-----|---|
| 64 | 1 | GBL | TUBERIA CORRUGADA 1"                            |
| 65 | 1 | GBL | CABLEADO PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS |
| 66 | 1 | GBL | ENTUBADOS PARA ALGUNOS DISPOSITIVOS DE CAMPO    |
| 67 | 1 | GBL | CONFIGURACION                                   |
| 68 | 1 | GBL | CAPACITACION Y PUESTA EN MARCHA                 |

Fuente: Elaboración propia

## 2.18 Configuraciones realizadas en la red

- Reseteo de switches que estaban configurados anteriormente en stacking en la antigua red.
- Configuración acceso remoto SSH versión 2.
- Configuración de vlans de datos(26,161,162,163,164,165,464) y una para voz(160).
- Configuración de enlaces troncales.
- Asignación de vlans a los puertos de switch. A los puertos para teléfonos IP se asignó con el comando switchport voice vlan 160.
- Configuración VTP en modo transparente.
- Toma de datos de los switches(nombre, serie, modelo, información POE).
- Habilitación licencia IP Base para el switch CUARTO CONTROL-3
- La red está trabajando en capa 2. El proceso de capa 3 se realiza en la red del Servidor principal.
- Las equipos conectados a las vlans 26,161,162,163,164 tendrá dirección ip por dhcp y tendrá acceso hacia internet por la red Servidor principal.
- Se dejo el spanning-tree en modo default debido a que esto sería configurado por el Servidor principal ara integrarlo a su red.
- Como una buena práctica CISCO indica configurar los puertos conectados a hosts (para los puertos asignados a PCS,

CAMARAS, teléfonos IP y los servidores) en spanning-tree portfast, para que se omita el proceso de spanning-tree el cual no permite conectarse inmediatamente sino esperar un lapso de 30 segundos para estar en el estado de conectado.

- Al implementar el spanning-tree portfast, para seguridad de los puertos se sugiere configurar adicionalmente los puertos con bpduguard, bpduguard filter y port-security.
- Se tiene contemplado la instalación de un sistema de CCTV por ello es necesario que el Servidor principal asigne una vlan para ello y como medida de seguridad debido a que la vlan trabajara de manera interna sin necesidad de salir a internet se recomienda que sea removida del enlace trunk que hay entre el core y el Servidor principal.
- Realizar el cálculo de potencia para las cámaras, en especial con el switch CUARTO DE CONTROL -3 ya que solo tiene de capacidad 405 W. Con el comando “show power inline” se puede conocer cuanto es lo que consume el equipo conectado.

## **2.19 Análisis de la implementación de sistemas de iluminación LED**

### **2.19.1 Introducción**

En los últimos años se está introduciendo una tecnología dentro de los dispositivos de iluminación que están generando grandes expectativas. En cuanto a la prestación que ofrece las nuevas lámparas (LEDs). cuyas siglas en ingles provienen de Light Emitting Diode (diodo emisor de luz), es un dispositivo semiconductor (diodos) que emite luz policromática (diferentes longitudes de onda) cuando se polariza en directa y circula corriente continua, La introducción de una nueva tecnología se justifica,

fundamentalmente, en la obtención de valores más altos de eficiencia energética que los sistemas tradicionales de iluminación, este nuevo modelo de iluminación que genera el mismo valor que la iluminación tradicional con un menor gasto económico y que adicionalmente cuenta con una vida útil mucho más prolongada que la tecnología tradicional.

La situación actual mundial está exigiendo cada vez más tecnología que implique reutilizar productos, que tenga una larga vida útil, que sean sistemas de ahorro tanto económicos como energéticos, este nuevo reto ha empezado a volcar nuestra mirada en sistemas sostenibles que ahorren energía, que sean económicamente viable y que traigan beneficios al medio ambiente.

El sistema de control de iluminación LED nos permite regular la iluminación según la necesidad de cada ambiente, iluminación sectorizada para el edificio, control sectorizado de circuitos de iluminación y programación horaria para el uso de estos circuitos de iluminación. Con este sistema se logra ahorros en consumo de energía, confort para los usuarios, iluminar solo cuando se requiere y donde se requiere como también iluminación constante en zonas de trabajo.

En este trabajo de tesis se determinaran no solo el análisis de costos beneficio que esta tecnología representará en proyectos no solo al momento de la construcción sino adicionalmente estos costos se reflejaran en el consumidor final, y finalmente se pretende mostrar los beneficios ambientales que hacen parte de este sistema de iluminación.

### **2.19.2 Antecedentes, normativas, descripción general de iluminación LED.**



La iluminación en el edificio se apoya en las recomendaciones internacionales y las recomendaciones de ergonomía descritas en El Oficio N° 2042-2008-MTPE/2 del Despacho del Vice Ministro de Trabajo, y el Oficio N° 899-2008-MTPE/2/12.4 de la Dirección de Protección del Menor y de la Seguridad y Salud en el Trabajo descritos en los ítems 30 y 31 sobre la calidad y niveles de iluminación dispuestos por ambientes. Además por ser un edificio para un centro de enseñanza, para el sistema de iluminación se ha considerado la norma técnica nacional DGE-017-AI-1/1982 y para la comprobación de los niveles de iluminancia permitidos por la norma (200-500 lx) con el software de iluminación Dialux.

El edificio cuenta con distintos ambientes, desde áreas de circulación en exteriores (20lx) hasta áreas de centros de cómputo y salas de reunión donde se requiere una iluminación uniforme y que garantice la visualización a detalle (500lx promedio).

A fin de garantizar el perfecto desempeño de los estudiantes y las personas que laboran en el edificio y además del ahorro de energía, forman parte de este trabajo de tesis, luminarias de bajo consumo con tecnología LED y amplia cobertura lumínica respetando los estándares en cada una de las áreas.

### **2.19.3 Especificaciones de equipo**

- LUMINARIA A: Artefacto tipo "D" para adosar, acabado en color blanco equipado con lámpara led atenuable de 6w-540 lumens o similar con cubierta de aluminio de 8mm, conjunto de lámpara puede llegar a 90lm/w, tiempo de vida 50000H, alimentación 220V AC, 60Hz, Tamaño 128x128x38mm, ángulo de luz 180° certificación CE RoSH.

**Figura 2.16** Luminaria A



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA B: Artefacto para adosar Led de 48w- 5280 lumens o similar atenuable con protocolo de control 0- 10V, material ligero de aluminio y difusor de policarbonato, Alimentación 220V AC, 60Hz, chapa galvanizada 3mm, placa de difusión 1.2mm alta transmitancia 240 pcs led 75lm/w, Dimensiones 590x590x35mm, tiempo de vida 50000H certificación CE RoSH.

**Figura 2.17** Luminaria B



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA C: Luminaria para adosar en techo no atenuable, 2x26w, fabricado en acero, sistema óptico de aluminio puro (vidrio arenado) equipado con 2 lámparas 26w balastro electrónico, certificación CE RoSH.

**Figura 2.18** Luminaria C



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA D: Luminaria para adosar a la pared de acero inoxidable color aluminio, equipado con bombilla led 8w E-27. Tiempo de vida de lámparas 50000H certificación CE RoSH.

**Figura 2.19** Luminaria D



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA E: Luminarias tipo braquete para adosar a la pared, fabricado en aluminio inyectado equipado con 2 lámparas led gu10 5,5w, tiempo de vida de lámparas 50000H certificación CE RoSH.

**Figura 2.20** Luminaria E



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA F: Farola ornamental, poste de fierro de 2"Ø pesado, h=2.50m. snpt., pintado negro mate, luminaria con difusor tipo globo transparente, con lámpara ahorradora de 40w, 220v, similar o igual al modelo E-25 Similar a Jوسفel a ser instalado en los exteriores, indicados como jardines y patio de cafetería.
- LUMINARIA G: Reflector para iluminación de fachada del tipo dirigible (90°) eje vertical similar a MBJ de Jوسفel, con lámpara led 200w 50000h 16000lm-17000lm.
- LUMINARIA H: Poste de concreto a.c. de 8m. con pastoral parabólico 1.5m con lámpara de vapor de sodio de 70w para iluminación exterior de veredas peatonales.

**Figura 2.21** Luminaria H



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA I: Spots dirigibles integrado con 2 cabezas, acabado en bronce, color aluminio, equipado con 2 lámparas led mr16 5.5w + transformador 220VAC – 12VAC.

**Figura 2.22** Luminaria I



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA J: Luminaria para empotrar en el techo, del tipo spot recesado blanco biselado tapa de vidrio serigrafiado, interior plateado, rosca e27, procedencia española equipada con led Par-30 12w

**Figura 2.23** Luminaria J



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA K: Luminaria fabricado en acero y cristal, acabado en color plata equipado con bombilla led 8w E27, tiempo de vida 50000H certificación CE RoSH.

**Figura 2.24** Luminaria K



Fuente: Importadora Portalámparas

- LUMINARIA M: Lámpara de señalización y guía de acceso en poste de fe de 2"x.080m. de alto, del tipo estaca lámpara par-38, similar a los fabricados por jوسفel, Phillips.

**Figura 2.25** Luminaria M



Fuente: Importadora Portalámparas



- LUMINARIA N: Luminaria para empotrar en el techo, del tipo spot dicroico, con lámpara halógena de 50w o led de 6-8W atenuable. modelo alpha spot h-205, de jوسفel, o similar. Permite integración con sistema de control.

**Figura 2.26** Luminaria N



Fuente: Importadora Portalámparas

#### **2.19.4 Control de iluminación**

El sistema contempla el control y administración de los artefactos de iluminación de forma automática en el edificio, para esto el sistema de control de iluminación cuenta con varios parámetros que determinaran el encendido, apagado o atenuación de las luminarias según el área. Esto permite la personalización en cada ambiente del edificio, mediante la detección de movimiento, calendario astronómico, niveles de iluminación a lo largo del día, escenas de iluminación predeterminadas por ambientes y a nivel general.

Las luces en el edificio podrán ser administradas desde el administrador global, desde el cual se podrá realizar el encendido, apagado, atenuación y llamado de escenas predefinidas facilitando a el manejo diario de los ambientes.

El sistema contempla el control de luces por ambientes, pisos, áreas comunes, exteriores, oficinas y salas de reunión cada una con un tratamiento especial.

El motor principal para el control de iluminación será ubicado en la sala de servidores de donde se interconectara directamente con todos los actuadores; sensores, teclados, pulsadores y otros dispositivos que servirán con interfaces de usuario a lo largo de todo el edificio. La unidad central de procesos se comunicara directamente con el software de gestión y administración, este será el nodo principal entre los administradores y los actuadores del edificio (reles, dimers, balastos, etc).

En todo el edificio se contara con paneles para el control de la iluminación que serán instalados a modo de satélite del tablero eléctrico de cada área, estos paneles de control se encargaran de la iluminación del área que atiende dicho tablero; en cada panel se contemplan actuadores según las áreas a controlar (cada dispositivo será descrito en la sección “descripción de equipos”).

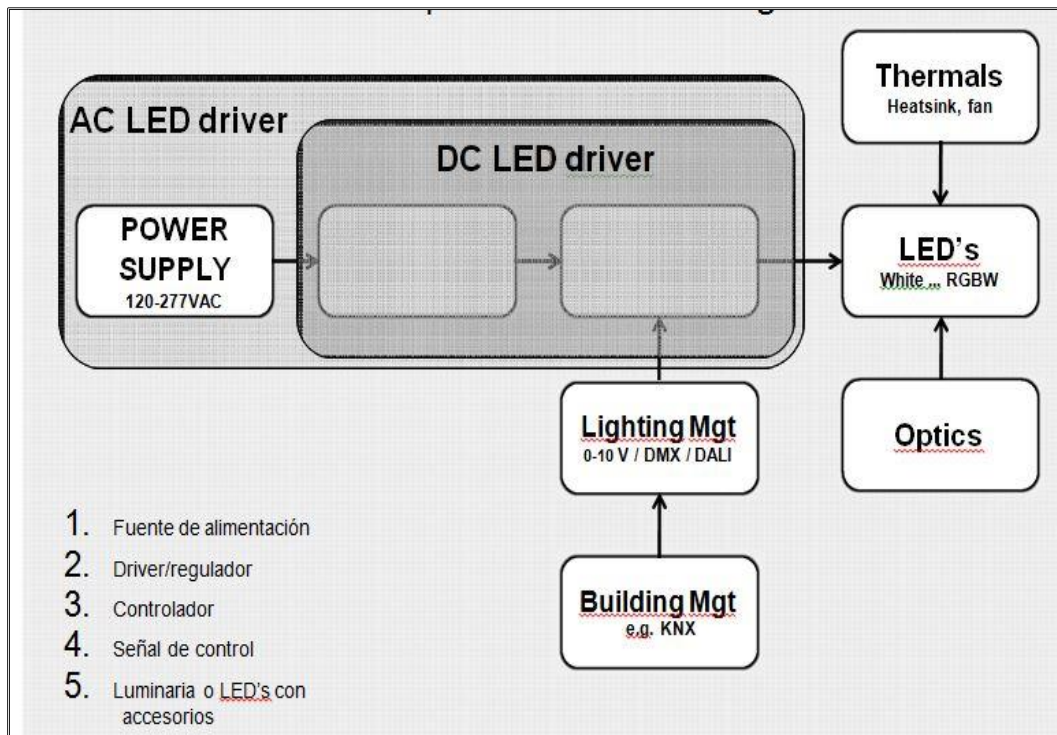
Los usuarios podrán interactuar directamente con el sistema de control a través de las interfaces de usuario como pulsadores, teclados, paneles táctiles entre otros. Además de las interfaces de usuario el sistema recolectara información de presencia en cada ambiente, y podrá determinar el encendido o el apagado de los ambientes.

La iluminación de las áreas comunes como pasadizos, hall de ascensores y exteriores serán encendidos por medio del software de gestión del

edificio, horarios, calendarios y sensores de luz diurna según sea necesario.

Los almacenes, áreas cerradas y SSHH serán controladas directamente por un sensor de presencia el cual deberá trabajar directamente sobre la red eléctrica.

**Figura 2.27** Elementos necesarios para un control de regulación LED



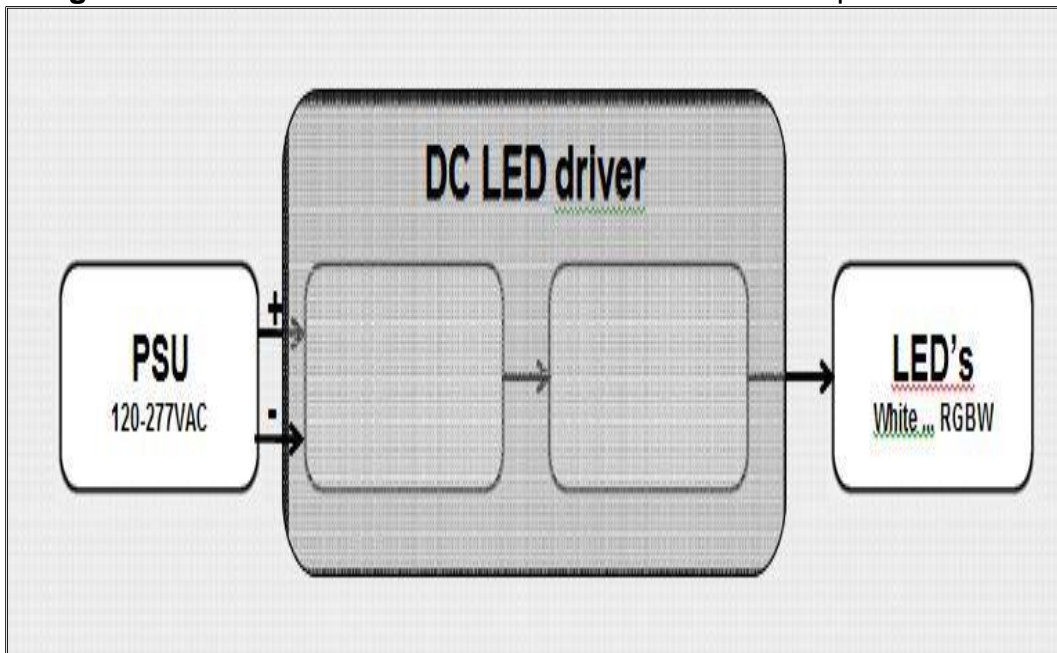
Fuente: A.C TECHNOLOGY

### 2.19.5 Tipos de DRIVERS

Según su tensión de alimentación:

- Sin Fuente de alimentación incorporada - DC, es decir, necesitan una tensión de entrada en continua VDC, y por lo tanto precisan de fuente de alimentación externa, para su electrónica y los LED's

**Figura 2.28** DRIVERS Sin Fuente de alimentación incorporada - DC



Fuente: A.C TECHNOLOGY

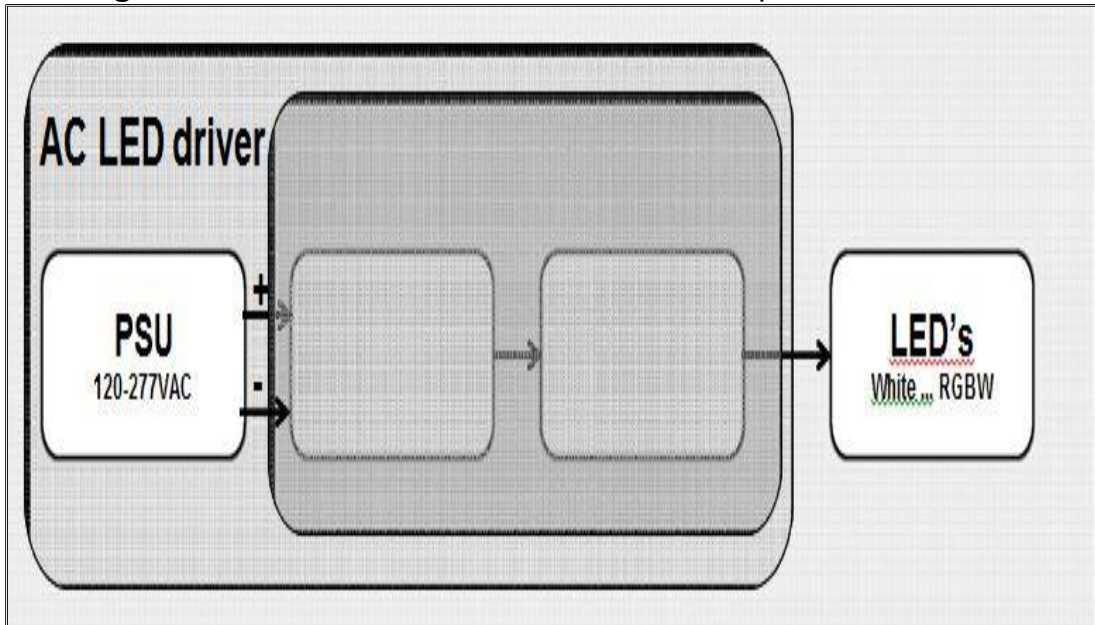


Fuente: A.C TECHNOLOGY

- Con Fuente de alimentación incorporada - AC, se alimentan a corriente alterna 110-240 VAC e internamente llevan la fuente de alimentación incorporada, para su propia electrónica y para alimentar a los LED's que cuelgan de sus salidas. Equipo

compacto. Existen versiones de diferentes potencias, desde 20W hasta 600W.

**Figura 2.29** Con Fuente de alimentación incorporada - AC



Fuente: A.C TECHNOLOGY



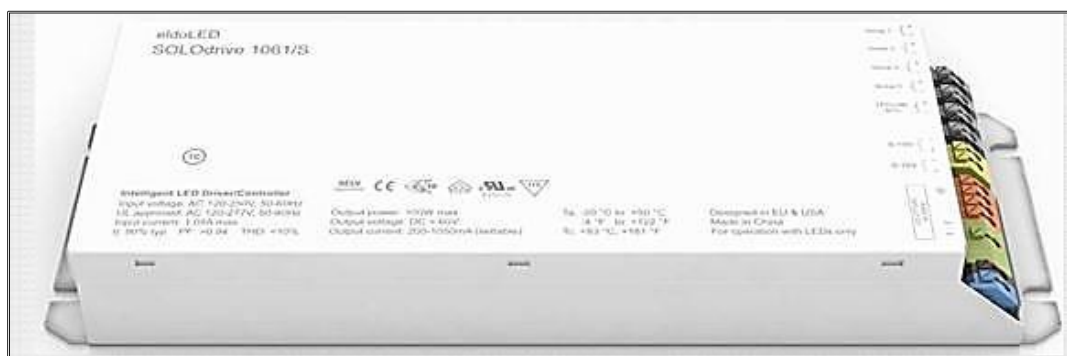
Fuente: A.C TECHNOLOGY

### Según el tipo de LED a controlar:

- Drivers para LED a CORRIENTE CONSTANTE: Permiten seleccionar independiente por cada salida que tenga el Driver, la corriente adecuada desde 200mA hasta 1.050 mA, Ejemplo: SoloDrive, DualDrive, PowerDrive.
- Drivers para LED a VOLTAJE CONSTANTE: EN las versiones con F.A. incorporada se puede seleccionar la salida a 12V o 24V, en las versiones DC la tensión depende de PS. Ejemplo: LinearDrive

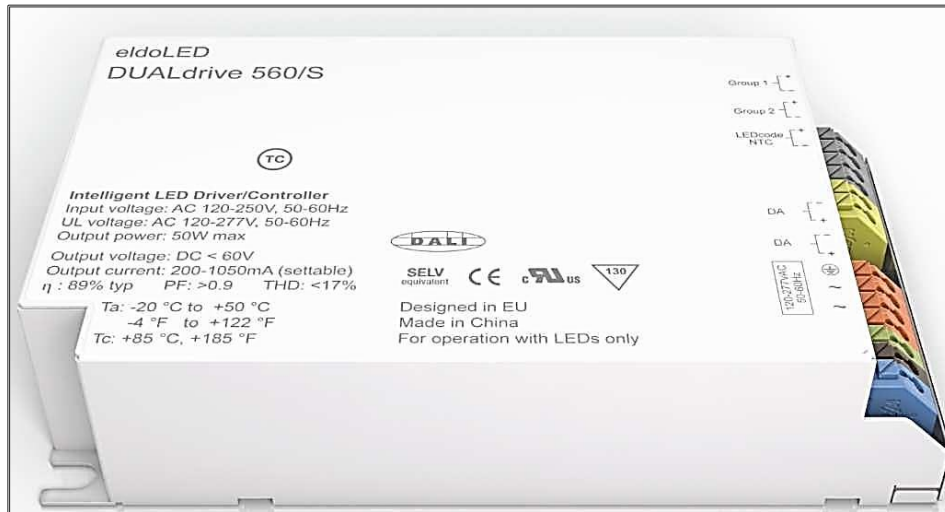
### Según la señal de control de regulación:

- Drivers con Señal analógica o eléctrica de control de la regulación: 0-10V, SwitchDim



Fuente: A.C TECHNOLOGY

- Drivers con Señal Digital Bus Comunicación: DMX, RDM, LedSync, DALI.



Fuente: A.C TECHNOLOGY

- Drivers Multiprotocolo, el mismo Driver puede trabajar con DMX, RDM, LedSync, DALI, 0..10V (en función de su parametrización)



Fuente: A.C TECHNOLOGY



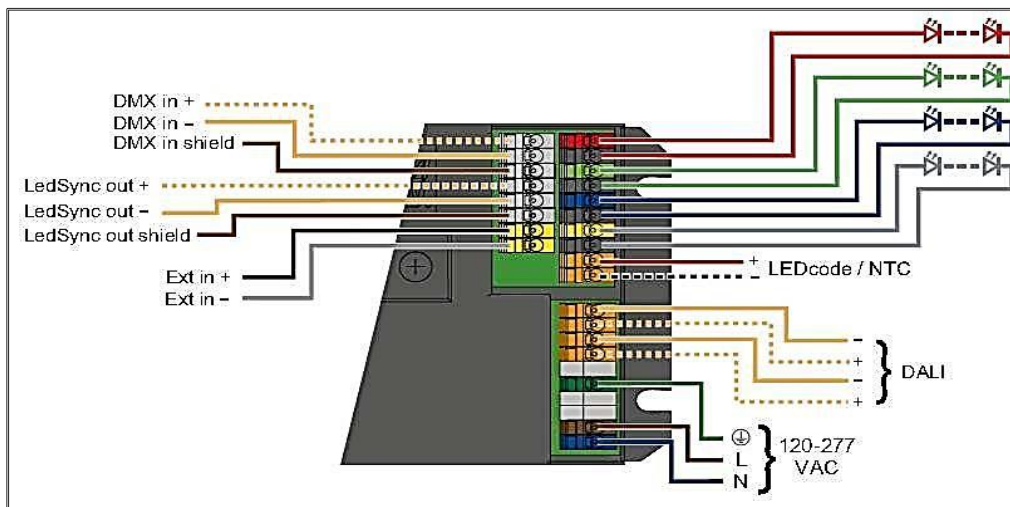
- Drivers autónomos (StandAlone) o inteligentes: Contienen aplicaciones cargadas para realizar tareas concretas, ejemplo regulación en función de presencia u horario, función crepuscular, etc. No requieren de un sistema de control externo. LEDCODE.

#### **2.19.6 Entradas de control para el DRIVER:**

- SWITCH-DIM: Señal eléctrica mediante al mantener el circuito cerrado con un pulsador el DRIVER regula todas sus salidas. Regulaciones sencillas sin necesidad de ir a un valor de porcentaje definido.
- 0-10V : Señal analógica VDC(+/-), que controla todas las salidas del driver a la vez, utilizado para controles simples de regulación.
- DALI: Bus digital que permite direccionar cada salida del Driver, y poder controlar cada canal independiente. Permite aplicaciones RGB-W así como regulaciones más complejas o escenas, así como iluminación de grandes superficies, que son susceptibles a cambios de las agrupaciones de encendidos o circuitos. Un sólo bus DALI puede controlar hasta 64 canales agrupados en 16 grupos o encendidos.
- DMX: Al igual que DALI, es un Bus digital, que permite el control de hasta 512 canales por cada bus. Se emplea para iluminación arquitectónica, decorativa y espectacular. Ideal para aplicaciones RGB-W

- LedSync: Basado en DMX es una mejora de él, es un protocolo desarrollado por eldoLED

**Figura 2.30** Empleo de conexionado de DRIVER eldoLED multiprotocolo



Fuente: A.C TECHNOLOGY

### 2.19.7 Alcances del proyecto de iluminación

El control de iluminación permitirá la gestión de las zonas de iluminación conectadas directamente sobre los actuadores instalados en los paneles de control dispuestos en cada tablero eléctrico.

Las interfaces de usuario como pulsadores y teclados se comunicaran con el procesador de control a través de los paneles de control los cuales deberán ser configurados según las necesidades del área.

A continuación se pasa a detallar cada uno de los paneles de control, sus funciones principales y características según planos de instalación eléctricas IE-05 al IE-08:

#### **A) Panel de control tc-sot**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado en 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Las áreas a controlar son:

- Taller de mantenimiento.
- Taller de electricidad.
- Taller de materiales.
- Almacén de útiles y equipos.
- Patio de maniobras.
- Hall sótano.
- Pasadizo

Además permitirá la integración del sensor de iluminación para el encendido y apagado del patio de maniobras.

#### **B) Panel de control TC-CAF**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Las áreas a controlar son:

- Cafetería.

- Atención y barra.
- Taller de materiales.
- Cocina.
- Hall cafetería.

Además permitirá la integración de dos teclados con el cual se podrán comandar las luces de la cocina, cafetería y barra de atención, los teclados serán ubicados en barra de atención y en la cocina.

### **C) Panel de control TC-IP**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de impresiones y publicaciones.

En el área se contará con un teclado para comandar la iluminación de forma local, pulsadores de control en cada mesa de trabajo y la gestión a través de software.

### **D) Panel de control TC-AI**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 salidas para el control de luminarias atenuables de 0-10V. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de administración interna.

En el área en mención se contará con un teclado para comandar la iluminación de las oficinas de manera local y un sensor de presencia en cada una de las oficinas del área.

### **E) Panel de control TC-IN**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces de las áreas comunes y las luminarias de exterior en el primer nivel. Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y/o sensor de iluminación.

### **F) Panel de control TC-AE**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de ayuda para la enseñanza.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y/o pulsador local.

### **G) panel de control TC-PS**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido, apagado y atenuación de 4 zonas de iluminación. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de proyección social.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos, teclados de control y sensores en cada uno de los ambientes.

#### **H) Panel de control TC-MP**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido, apagado y atenuación de 4 zonas de iluminación. Este panel será el encargado de controlar las luces en mesa de partes.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y pulsadores de control.

#### **I) Panel de control TC-PROF1**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de oficinas de profesores del 1 al 5.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, sensor de presencia y pulsadores de control.

#### **J) Panel de control TC-PROF2**

Este panel cuenta con dos módulos que permiten el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y dos módulos con 8 entradas

digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en el área de oficinas de profesores del 6 al 15.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, sensor de presencia y pulsadores de control.

#### **K) panel de control TC-BB**

Este panel cuenta con dos módulos que permiten el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo para controlar la atenuación de las luminarias con control de 0-10V. Este panel tendrá el control de las zonas de iluminación en la biblioteca.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión y teclados de control dispuestos en la recepción de libros y en la oficina del jefe de biblioteca.

#### **L) panel de control TC-PG**

Este panel cuenta con un módulo que permiten el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación, un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores y un módulo de 8 canales para controlar la atenuación de las luminarias con control de 0-10V. Este panel tendrá el control las luminarias en el área de Postgrado.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión y teclados de control dispuestos en oficina de secretaria, aulas y oficina de jefe de postgrado.

### **M) Panel de control TC-DE**

Este panel cuenta con un módulo que permiten el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación, un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores y un módulo de 8 canales para controlar la atenuación de las luminarias con control de 0-10V. Este panel tendrá el control de las luminarias ubicadas en el área de dirección de escuelas. Este panel tendrá en su haber el control de las siguientes áreas:

- Oficina director 1.
- Oficina director 2.
- Secretaria director 1.
- Secretaria director 2.
- Sala de reunión

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión y teclados de control dispuestos en las oficinas y sala de reunión.

### **N) Panel de control TC-II.DE**

Este panel cuenta con un módulo que permiten el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación, y dos módulo de 4 canales para controlar la atenuación de las luminarias incandescentes o leds atenuables por variación de tensión. Este panel tendrá el control de las luminarias ubicadas en el área de Decanato. Este panel tendrá en su haber el control de las siguientes áreas:

- Oficina director 3.
- Secretaria director 3.



- Sala de reunión 3
- Director.
- Secretario.
- Decano.
- Secretaria.
- Sala de reuniones decano.
- Consejo

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión y teclados de control dispuestos en las oficinas, salas de reunión y consejo.

#### **O) Panel de control TC-CE.1**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en el centro de estudiantes.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos, teclado de control y/o pulsador local.

#### **P) Panel de control TC-CE.2**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces en las áreas comunes del tercer piso.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y sensor de iluminación.

#### **Q) Panel de control TC-SNACK**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luces del área de Snack.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y teclado de control local.

#### **R) Panel de control TC-CEIN**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luminarias en el centro de informática.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y teclados de control local.

#### **S) Panel de control TC-TIPICO.1**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luminarias aulas y áreas comunes del piso típico-1.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y teclados de control local.

#### **T) Panel de control tc-típico.2**

Este panel cuenta con un módulo que permite el control de encendido y apagado de 8 zonas de iluminación y un módulo con 8 entradas digitales para la asimilación de pulsadores. Este panel será el encargado de controlar las luminarias aulas y áreas comunes del piso típico-2.

Estas luminarias se controlaran por medio del software de gestión, horarios predefinidos y teclados de control local.

### **2.19.8 Principales características de los equipos**

#### **A) Fuente de alimentación equipos de control**

Fuente de alimentación para los módulos, sensores, fotoceldas y teclados. Proporciona alimentación de 24VDC 50W mediante bus inteligente, montaje sobre riel DIN, certificación UL94 V-0.

## **B) Modulo interfaz de automatización - SEÑALES DIGITALES O ANALOGICAS (M-I/O)**

Módulo de control de 8 canales para la asimilación de señales digitales o analógicas provenientes de pulsadores o sensores, soporta entradas digitales programables de 0- 24VDC o entradas analógicas 0-10VDC. Certificación UL, CE y CEC.

### **CARACTERISTICAS:**

- Módulo de 8 puertos I/O digitales ó analógicas 0-24V DC
- Cargas atenuables tipo incandescente, fluorescente 2 cables, y equipos no atenuables.
- Consumo, 1.5W (0.18 Amps @24VDC).
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC.

## **C) Modulo de iluminación - switch 8 canales (MS)**

Módulo de control para encendido y apagado de 8 canales voltaje universal 120-240VAC 50/60Hz, 10Amps para lámparas incandescentes, 5Amps fluorescentes. El modulo soporta las siguientes cargas: Incandescentes, magneticos bajo-voltaje, electrónicos bajo-voltaje, fluorescentes y motores hasta 0.5HP. Certificación UL, CE y CEC.

### **CARACTERISTICAS:**

- 8 canales
- 10 Amps por canal
- 80 Amps máximo por modulo.

- Tipos de carga: Incandescente, bajo voltaje magnético, motor y fluorescente.
- Consumo, 5.4W (0.23 Amps @24VDC)
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC

#### **D) Modulo dimmer fluorescente- control 0-10v (m-010v)**

Módulo de control para atenuación de luminarias con control de 0-10V de 4 canales, soporta voltaje universal 120-240VAC 50/60Hz, máximo 800W por canal y 4 canales de control 0-10V para balastos con protocolo 0-10V. Certificación UL, CE y CEC.

##### **CARACTERISTICAS:**

- Dimmer 4 canales
- Máxima carga por canal 5Amps.
- Máxima carga por módulo 10Amps
- Cargas atenuables tipo 0-10V, balastos para fluorescentes o LED (4 cables), máximo 30 balastos atenuables.
- Consumo, 4.2W (0.18 Amps @24VDC)
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC

#### **E) Modulo de regulación- cargas incandescentes (md)**

Módulo de control para atenuación de luminarias incandescentes y leds atenuables 4 canales, soporta voltaje universal 120-240VAC 50/60Hz, máximo 800W por canal. Certificación UL, CE y CEC.

#### CARACTERISTICAS:

- Dimmer 4 canales
- Máxima carga por canal 5Amps.
- Máxima carga por módulo 10Amps.
- Carga mínima 15W.
- Línea de entrada 120 – 277VAC 50/60Hz.
- Cargas atenuables tipo incandescente, fluorescente 2 cables, y equipos no atenuables.
- Consumo, 0.6W (0.18 Amps @24VDC).
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC.

#### **F) Módulo de salida analógica - PROTOCOLO 0-10V (M-A/O)**

Módulo de control de 8 canales para el control de dispositivos con protocolos de control 0- 10V. Certificación UL, CE y CEC.

#### CARACTERISTICAS:

- Módulo de 8 puertos salidas 0-10V para control de luminarias con driver 0-10V
- Consumo, 6W (0.25 Amps @24VDC).
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC.

#### **G) Gabinete para equipos de control 1.**

Gabinete metálico para módulos DIN, altura 323mm, ancho 359mm, profundidad 111mm. Con certificación UL

## **H) Gabinete para equipos de control 2.**

Gabinete metálico para módulos DIN, altura 597mm, ancho 366mm, profundidad 113mm. Con certificación UL

## **I) Sensor de presencia**

Sensor de presencia sobre tensión, permite el control de encendido o apagado de luminarias de forma directa sobre la red eléctrica. La ubicación de estos equipos son los SSHH y almacenes.

## **J) Sensor de presencia (SP)**

Sensor de presencia Infrarrojo pasivo y ultrasónico (40kHz), fotocelda 0-1000lux, área de cobertura 600m<sup>2</sup>, patrón de cobertura 360°, alimentación 45mA @ 24VDC 1W. Certificaciones UL60730-1, FCC, CE, C-Tick, IC, Plenum Rated, California Title 24 Code.

### **CARACTERISTICAS:**

- Tecnología infrarroja y ultrasónica pasiva (40kHz)
- Photosensor 0-1000lux
- Área de Cobertura 45m<sup>2</sup>
- Rango de cobertura 360°
- Consumo 1W
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC.

### **K) Sensor de fotocelda**

Sensor de luz para exterior de adosar en muro, cuenta con una sensibilidad de 5 – 750 fotocandelas. Alimentación 24VDC 4mA, salida de sensor 0-10VDC, requiere de un integrador de sensores.

### **L) Modulo integrador de sensores**

Módulo de integración para sensores a la red del sistema de control, provee alimentación 24VDC y soporta señales de 0-10V.

### **M) Teclado de control (tc)**

Teclado configurable de 2 a 8 botones programables, 6 leds de feedback configurables según eventos, alimentación 24VDC 1W.

#### **CARACTERISTICAS:**

- Teclado configurable 2 – 8 botones
- Consumo 1W
- CERTIFICACIONES: UL, CE, CEC.

### **N) Teclado de control 12 botones**

Teclado configurable de 12 botones programables según eventos



alimentación 24VDC 1W.

**CARACTERISTICAS:**

- Teclado configurable 12 botones
- Consumo 1W

**N) Panel táctil**

Pantalla táctil inalámbrica 8.7", brinda la capacidad de controlar todos los equipos dentro del sistema de control del edificio de una manera fácil e intuitiva.

- Pantalla 8.7" diagonales
- Resolución 1008 x 588 px
- Brillo 700:1
- Pantalla capacitiva multitouch.

**P) Enlace para panel táctil**

Proporciona un punto de acceso inalámbrico Wi-Fi para uso de pantallas táctiles, controles remotos y dispositivos móviles de control.

- Protocolos IEEE 802.11a/b/g/n WI-FI
- Frecuencias 2.4GHz y 5 GHz
- Velocidad arriba de 900Mbps
- Seguridad 64 & 128-bit WEP, WPA™, WPA2™, WPA-PSK, WPA2-PSK
- Ethernet 10/100/1000 Mbps Gigabit Ethernet

### **Q) Pulsador 1 polo**

Pulsador de pared NA 1 polo

### **R) Pulsador 2 polos**

Pulsador de pared NA 2 polos

### **S) Contactor**

Contactor para montaje en riel DIN, capacidad nominal 25Amp 3 polos. Normas EN 669- 2-1 para CT+; EN 60947-4-1, EN 61095 y CEI 1095 para ICT

### **T) Cable para interconexión de equipos de control**

Cable certificado para uso en redes de control. Provee un par de cables 22AWG para data y un par de cables 18AWG para alimentación 24VDC y malla metálica de protección.

### **U) Procesador central (pc)**

Este será capaz de asimilar los distintos paneles de control ubicados en todo el edificio, interpretar las señales de las distintas interfaces de usuario y enviar órdenes a los actuadores. Como principal característica es la asimilación con el software de gestión lo cual permitirá crear escenarios predeterminados y convocarlos de manera específica o en la

labor diaria, así mismo también brindara la intervención de cualquiera de las zonas de iluminación dentro de la red de control. Las principales características del procesador son las siguientes:

- Arquitectura de programa modular.
- 1 GB de memoria RAM
- GB de memoria Flash
- Expansible hasta 1TB
- Control por app vía iPhone®, iPad®, y Android™
- Soporte vía Software de administración
- 8 salidas infrarrojas
- 8 relays
- 8 entradas para señales analógicas.
- Soporte para programar eventos por reloj astronómico.
- Soporte nativo para BACNET™
- IEC 61000-4-5 Clase 4
- Protocolos de seguridad TLS, SSL, SSH y SFTP
- Ethernet 10/100/1000 Mbps.
- Subnet Ethernet 10/100/1000 Mbps.
- Certificación UL, CE y CEC.

## **2.20 Suministro eléctrico**

### **2.20.1 Descripción del suministro**

La alimentación eléctrica viene dado para un sistema trifásico en media tensión en 10kV, 60Hz, del cual trabaja en baja tensión en 0.23kV.

## **2.21 Transformador**

### **2.21.1 Descripción de la celda de transformación**

La subestación cuenta con un nivel de tensión de 10kV, con una celda de transformación de 630 kVA, con un nivel de tensión primaria de 10kV y secundario nominal de 0.22kV, 3 fases.

El transformador será de tipo seco 10kV/0.23kV, el cual contará con una refrigeración en aire con aislación, utilizándose resina epóxica como medio de protección de los arrollamientos, siendo innecesario cualquier mantenimiento posterior a la instalación, salvo el de limpieza exterior. Además tendrá incorporados ventiladores axiales para su refrigeración.

Asimismo el núcleo será de acero eléctrico al silicio, laminado en frío de alto grado no sujeto a envejecimiento, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad.

Los devanados deben tener la suficiente rigidez mecánica para resistir los esfuerzos causados por las corrientes de cortocircuito durante 03 segundos sin que se produzcan daños de ningún tipo.

## **2.22 Tableros eléctricos**

### **2.22.1 Alcance**

El alcance comprende: Las especificaciones técnicas, de los tableros de Fuerza

Principales de Baja Tensión, Plano unifilar General Eléctrico de los tableros de Baja Tensión.

### **2.22.2 Descripción de Equipos**

Armario acorde a la Norma IEC 62208 de envolventes vacíos para equipos eléctricos de baja tensión IP55.

Robustez certificada, según IEC 62262 (IK10).

Estarán conformados por gabinetes metálico tipo armario modular ranurada montaje flexible formado por una estructura simétrica realizada en 18 dobleces con perforaciones y la soldadura tipo laser, cerrada con el marco superior e inferior y perfiles de altura atornillados que confieren al conjunto gran versatilidad y robustez, La puerta frontal de acero plegado y soldado con empaquetadura de jebe en todo el perímetro de la puerta para cierre hermético, con grado de protección IP55 apertura puerta estándar 120°. Las tapas laterales, posterior y techo fijados por el exterior con su respectiva tornillería imperdibles. Deben tener sus respectivos cáncamos para izaje. Pintura de resina de epóxica – poliéster texturizado color RAL 7035 (cuerpo) RAL 7022 (zócalo). Dimensiones de cada gabinete debe ser 2.0 x 0.80 x 0.80m mas un zócalo de 0.1m.

### **2.22.3 Implementación de los Tableros**

La implementación del tablero eléctrico de fuerza consiste en la habilitación del sistema de barras colectoras con sus respectivos aisladores y porta barras para su posterior conexión de los interruptores termomagnéticos con su módulo de control avanzado según el diagrama unifilar. La habilitación de un sistema de barras de cobre sección rectangular para un tablero eléctrico de fuerza de acuerdo al diagrama unifilar que se adjunta.

Las conexiones entre interruptor general y los derivados serán por medio de barras de cobre de sección adecuada al interruptor general, según lo indicado en los diagramas unifilares, las barras de cobre serán de 15% más del a corriente nominal, debe ser pintadas o en su defecto con protección con mangas termo contraíbles de colores de acuerdo a lo indicado en el C.N.E. Debe tener suples de cobre en los bornes que sean necesarios para conexión de los cables alimentadores y deben contar con sus aisladores y porta barras respectivos, y todo esto sobre un soporte angular.

Todos los gabinetes contaran con mandil abisagrado será fabricado en plancha de fierro de 1/16" de espesor como mínimo. Pintado con base zincromato para luego aplicarle pintura de acabado en color RAL 7035. Barra a tierra con huecos para instalar terminales de compresión

El tablero debe estar etiquetado con su nombre en aluminio con letras negras.

Los tableros estarán diseñados para interruptores con su módulo de control avanzado, sea para cajas moldeadas o par riel din y los gabinetes respectivos se detalla en el diagrama unifilar correspondiente que se adjunta a la presente para cada tipo de tablero, así mismo dependiendo del tamaño y complejidad del tablero podrá diseñarse en un conjunto de gabinetes unidos entre si a fin de acondicionar las barras de cobre adecuadamente para interconectar todas las llaves que indique el diagrama unifilar.

También comprende la identificación de circuitos de baja tensión, con respecto al montaje y armado según las características de los gabinetes detallados los tableros estarán conformados como sigue:

- Tablero Principal general, TPG 01 CUERPO

- Tablero General, TG 03 CUERPOS
- Tablero General de Emergencia, TGE 02 CUERPOS
- Tablero de Transferencia Automática, TTA 01 CUERPO.

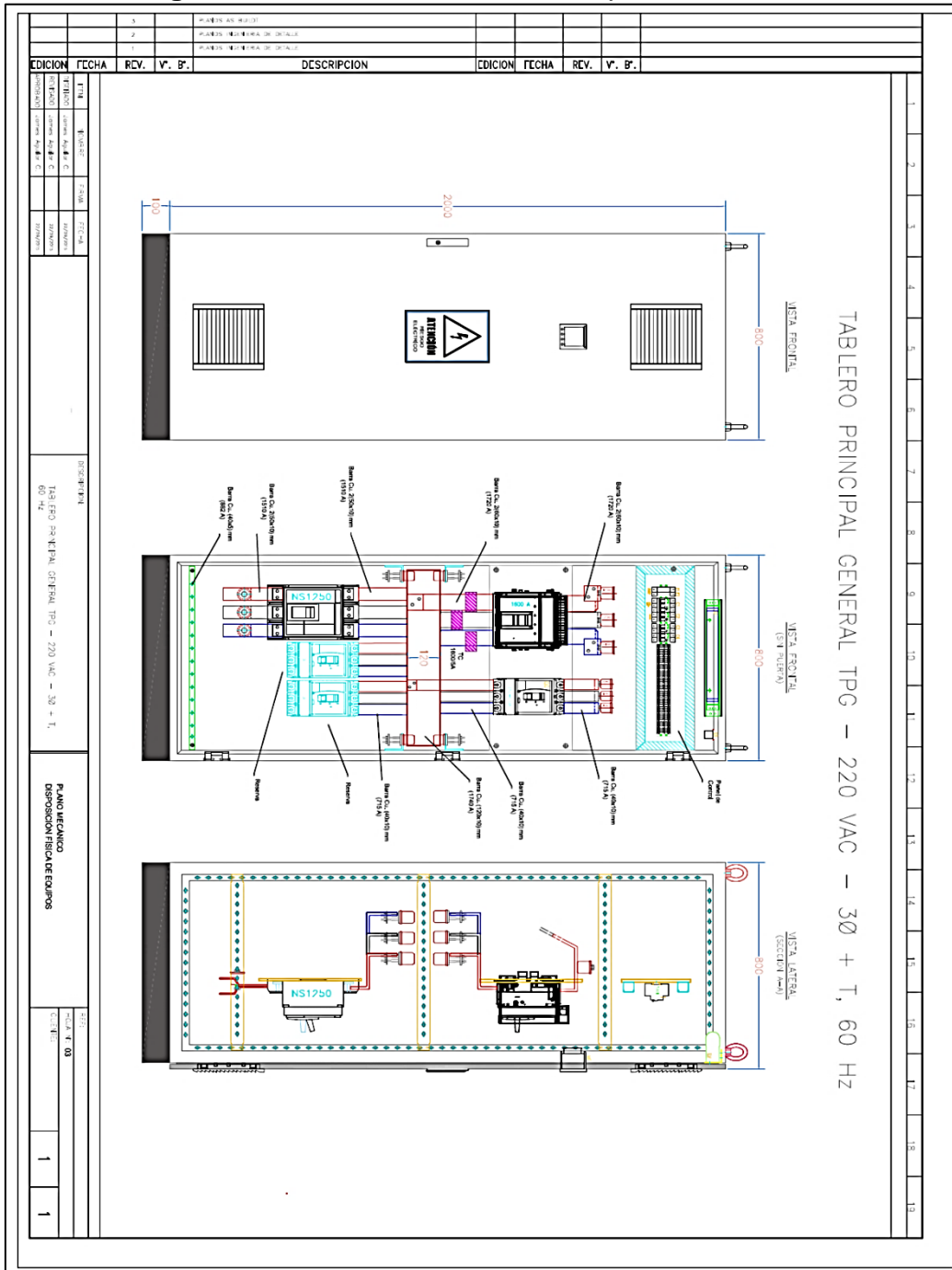
#### **2.22.4 Tablero General Principal**

- Interruptor 3x1600.
- El interruptor automático tripolar de bastidor abierto con mando eléctrico de las siguientes características:
  - Regulable de 3x1600A, Tensión de aislamiento 1000V
  - $I_{cu}=65kA$  220/440/690V
  - $I_{cs}=100\% I_{cu}$
  - $I_{cw}=65kA$  a 1seg.
  - Regulaciones de corriente
  - $I_r=0.80$  a  $1 I_n$
  - $I_{sd}=1.5$  a  $10 I_r$
  - Regulaciones de tiempo  $T_r= 0.5$  a  $24$ seg
  - $t_{sd}=0$  a  $0.4$  seg (Garantice la selectividad en Corto Circuito)
  - La unidad de control con pantalla digital para visualizar corrientes(A), voltajes (V), Potencia (KW, KVAR, KVA), energía (KWH, KVARH), factor de potencia, led para señalización de sobrecarga.
  - Motor cargador 200-240VAC, 50/60Hz.
  - Interruptor 3x1250A,  $I_{cu}=65kA$
  - Con mando eléctrico de 1250A y Unidad de Disparo electrónica.
  - Interruptor 3x630,  $I_{cu}=40kA$
  - Con unidad de Disparo Electrónica. Con unidad de Control 630A.
  - Medidor de energía, clase de precisión 0.5 en energía según IEC 62053-22

- Medición de tensión, corrientes, potencias (kW, kVar, KVA), energías (kWh, kVArh, kVAh), tasa de distorsión armónica, visualización hasta el armónico 31th, tasa de distorsión de demanda, valores de demanda, puerto de comunicaciones RS485, puerto de comunicación Ethernet, 35 alarmas, memoria 256Kb.



Figura 2.31 Tablero General Principal



Fuente: Sonepar Perú

### 2.22.5 Tablero general

Interruptor 3x1250 A, Interruptor Principal con mando eléctrico y unidad de disparo electrónica. Con unidad de control 12.50 A

Interruptores Secundarios:

- Interruptor termomagnético REG 3X160/400A Icu 65KA 240V  
Unidad de Control 400A,
- Interruptor REG 3X35/50A Icu 40KA 240V Unidad de Control 50A,
- Interruptor REG 3X25/32A Icu 40KA 240V Unidad de Control 32A,
- Interruptor REG 3X90/125A Icu 40KA 240V Unidad de Control 125A,
- Interruptor REG 3X70/100A Icu 40KA 240V Unidad de Control 100A,
- Interruptor REG 3X56/80A Icu 40KA 240V Unidad de Control 80A,

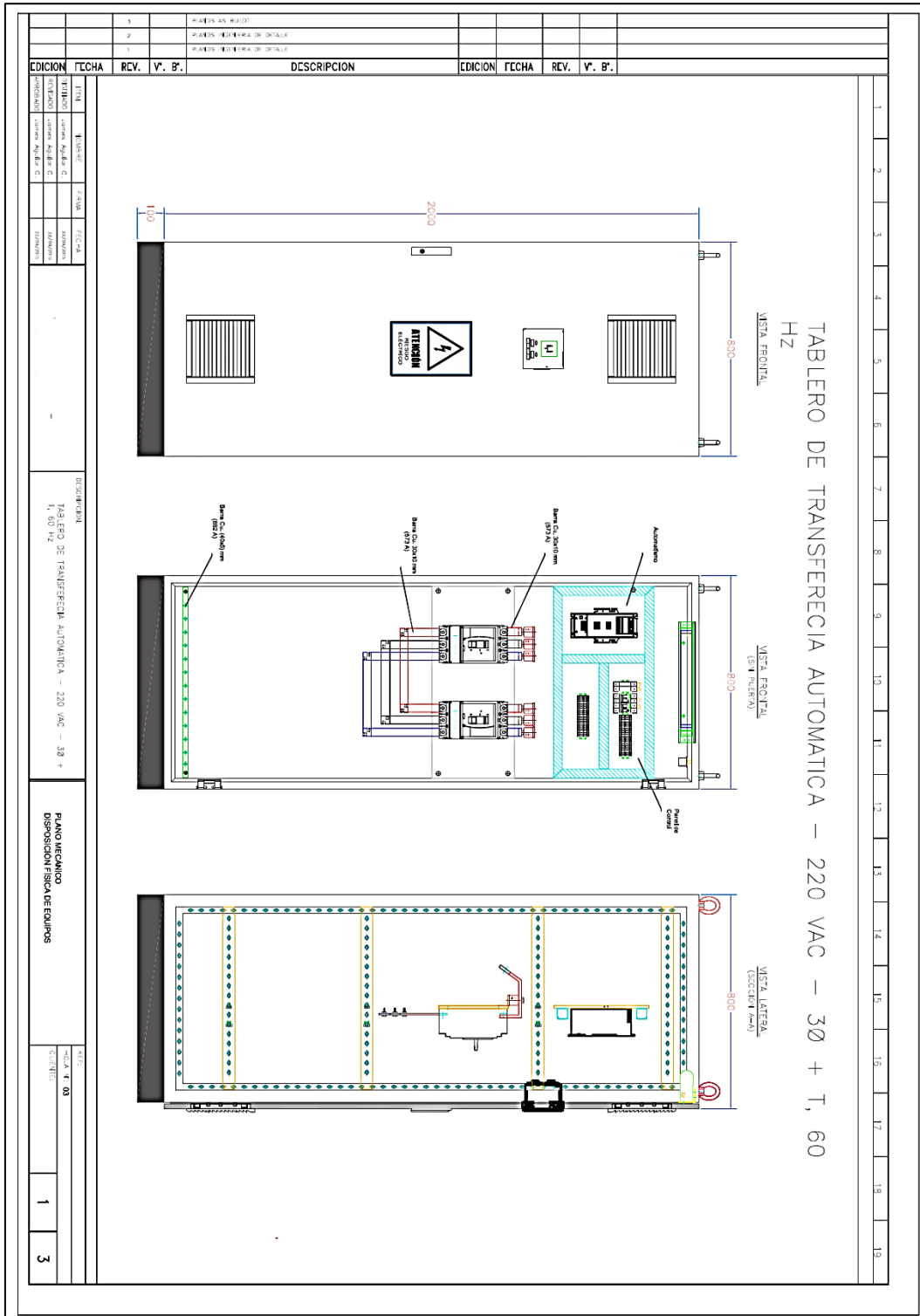
Deben cumplir con las normas: IEC 60947-2 JIS C8201-2-2 NEMA AB1 voltaje aislamiento 690VAC también deben contar con protección completa contra sobrecarga y cortocircuito, deberán proveerse de un elemento térmico de tiempo dependiente combinado con un dispositivo de disparo magnético instantáneo, la unidad de control electrónica debe contar con una pantalla led donde se visualiza la carga (parámetros eléctricos) siempre y cuando sea superior al 30% de la nominal, además debe contar dicho dispositivo con transformadores de corriente incorporado y de la misma marca y modelo al Interruptor.

#### **2.22.6 Tablero de Transferencia Automática**

- Interruptor 3x400 A con mando eléctrico y unidad de disparo electrónica.

- Interruptor 3x400 A con mando eléctrico y unidad de disparo electrónica.
- Sistemas de transferencia completos telecomandados con interruptores.
- Sistema de transferencia automática de 630 A mando 220 V que debe contar con 02 interruptores fijos motorizados (con mando eléctrico), que cada equipo debe contar con su unidad de control, kit de enclavamiento mecánico y eléctrico, y sus contactos auxiliares
- Automatismo p/sistema de transferencia c/placa 220 VAC
- Transformador de corriente núcleo cerrado 500/5 A 10 VA
- Interruptor termomagnético P/RIEL DIN 3 X 6 A. IC60N 20/10/6 KA. 240/380/440 V.
- Interruptor termomagnético P/RIEL DIN 2 X 6 A. IC60N 20/10/6 KA 240/380/440 V.
- Medidor de energía, clase de precisión 0.5 en energía según IEC 62053-22 Medición de tensión, corrientes, potencias (kW, kVar, KVA), energías (kWh, kVArh, kVAh), tasa de distorsión armónica, visualización hasta el armónico 31th, tasa de distorsión de
- demanda, valores de demanda, puerto de comunicaciones RS485, puerto de comunicación Ethernet, 35 alarmas, memoria 256Kb.

**Figura 2.32** Tablero de Transferencia Automática



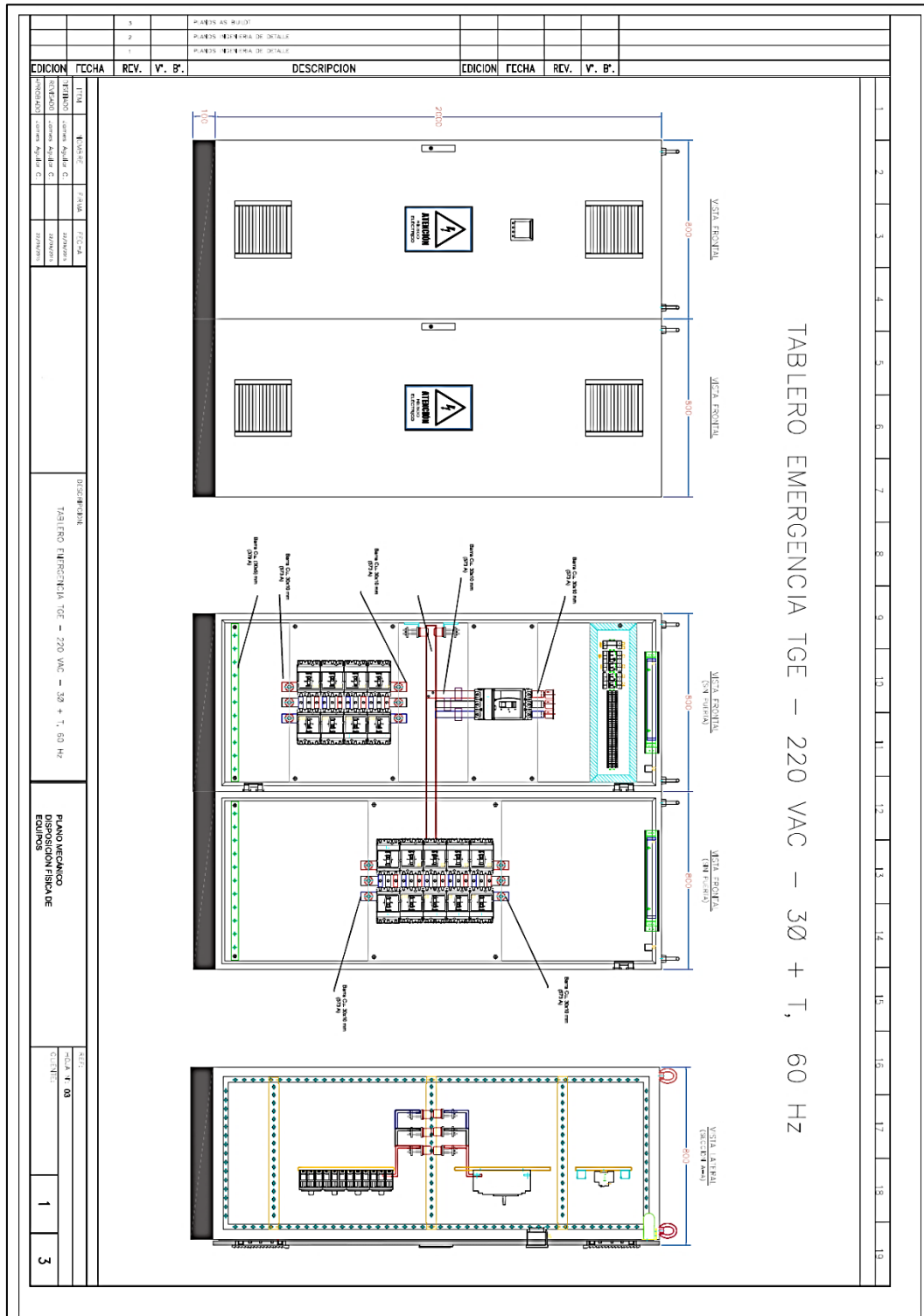
Fuente: Sonepar Perú

### 2.22.7 Tablero General de Emergencia

- Interruptor 3x400 A, Interruptor Principal
- Interruptor termomagnético REG 3X160/400A Icu 65KA 240V Unidad de Control 400A,
- Interruptor REG 3X35/50A Icu 40KA 240V Unidad de Control 50A,
- Interruptor REG 3X25/32A Icu 40KA 240V Unidad de Control 32A,
- Interruptor REG 3X90/125A Icu 40KA 240V Unidad de Control 125A,
- Interruptor REG 3X70/100A Icu 40KA 240V Unidad de Control 100A,
- Interruptor REG 3X56/80A Icu 40KA 240V Unidad de Control 80A,
- Deben cumplir con las normas: IEC 60947-2 JIS C8201-2-2 NEMA AB1 voltaje aislamiento

690VAC también deben contar con protección completa contra sobrecarga y cortocircuito, deberán proveerse de un elemento térmico de tiempo dependiente combinado con un dispositivo de disparo magnético instantáneo, la unidad de control electrónica debe contar con una pantalla led donde se visualiza la carga (parámetros eléctricos) siempre y cuando sea superior al 30% de la nominal, además debe contar dicho dispositivo con transformadores de corriente incorporado y de la misma marca y modelo al Interruptor.

Figura 2.33 Tablero General de Emergencia



Fuente: Sonepar Perú

## **2.23 Sistema de puesta a tierra**

### **2.23.1 Descripción del sistema de puesta a tierra**

El sistema de puesta a tierra debe proporcionar un camino de baja impedancias a las corrientes a tierra, a fin de que sea detectado por los equipos de protección. Esto asegurará que la falla a tierra se´ra eliminada rápidamente.

Se debe controlar los gradientes de potencial a valores tolerables a fin de proteger a las personas.como a los equipos y a las instalaciones asociadas.

El diseño de sistema de puesta a tierra está conformado por contrapesos formando un anillo con cable desnudo de 35mm<sup>2</sup>, junto con 02 sistemas de puesta a tierra del tipo vertica. Al no existir en la normativa nacional una referencia sobre este tipo de sistemas se ha tomado como referencia la norma española NTE-1973, el cual escoge un sistema de contrapesos de 35mm<sup>2</sup>.

Las mallas o electrodos de puesta a tierra se componen de conductores y varillas longitudinales, cuyo material utilizado es de cobre, la cual se entierra a una profundidad de 0.8 metros por debajo del nivel del terreno.

Cálculo de resistencia del sistema de puesta a tierra.

Los cálculos son los siguientes: según IEEE Std 142- 1991- tabla 13

a) Sistema puesta a tierra n° 1 ( contrapeso en forma de L )

|                                     |  |                       |
|-------------------------------------|--|-----------------------|
| <b>Resistividad del terreno</b>     |  | 100 ohm - m           |
| <b>Longitud de contrapeso ( L )</b> |  | 10.00 m               |
| <b>Profundidad (s/2)</b>            |  | 0.60 cm               |
| <b>Sección del conductor</b>        |  | 70.00 mm <sup>2</sup> |
| <b>Radio del conductor</b>          |  | 0.0075 m              |

$$R1 = \frac{\rho}{4\pi L} \left[ \ln\left(\frac{4L}{a}\right) + \ln\left(\frac{4L}{s}\right) - 2 + \left(\frac{s}{2L}\right) - \left(\frac{s}{4L}\right)^2 - 0,5\left(\frac{s}{2L}\right)^4 \right]$$

R1 = 8.12 Ω

b) Sistema de puesta a tierra n° 2 ( PAT 1 Y PAT 2 )

|  |  |             |
|--|--|-------------|
| <b>Resistividad del terreno</b>        |  | 100 ohm - m |
| <b>Longitud de varilla ( L )</b>       |  | 2.40 m      |
| <b>Cantidad de sistemas verticales</b> |  | 2.00        |
| <b>Radio de varilla (5/8")</b>         |  | 0.0079 m    |

$$R3 = \frac{\rho}{4\pi L} \left[ \ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1 \right]$$

R2 = 20.22 Ω

La resistencia total será:

$$RT = \frac{1}{\left(\frac{1}{R1} + \frac{2}{R2}\right)}$$

RT = 4.50 Ω



Para el presente cálculo se ha considerado una resistividad de 100 ohm-m, lo cual implica que el ejecutor deberá lograr dicho valor en obra para asegurar los valores establecidos según el cálculo.

## **2.24 Sistema de emergencia**

### **2.24.1 Descripción del sistema de emergencia**

El sistema de generación tiene todos los bloques eléctricos y mecánicos necesarios para evitar la operación en paralelo del generador de Emergencia con la red del distribuidor.

Para seleccionar la capacidad del generador de emergencia se considera, además de la carga de máxima demanda de los equipos críticos, las siguientes:

- Iluminación de aulas.
- Iluminación de sótanos.
- Sistemas de Bombas contra incendio.

El sistema de alumbrado de emergencia cuenta consta de unidades individuales de baterías flotantes de Niquel-Cadmio y rectificador, conectada a los circuitos de tomacorriente de 0.22kV, e instaladas en pasillos, corredores de salidas y zonas críticas.

Estas unidades se conectarán automáticamente al fallar el servicio eléctrico y reestablecerse el mismo respectivamente. Así mismo la autonomía de trabajo mínima de una hora y en su distribución no se requiere que den un nivel de iluminación uniforme en las áreas donde estén presentes.

## **2.25 Máxima demanda**

La máxima demanda se realiza de acuerdo al Código Nacional de Electricidad y teniendo en cuenta la potencia de los equipos y su simultaneidad de uso, la que se indica a continuación:

Máxima demanda: 348.05kW.

Potencia instalada: 630kW.

## **2.26 Definición de términos básicos**

### **Automatización**

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima, incluso sin intervención, del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: medición, evaluación y control.

### **BMS**

Building Management System (BMS) es un sistema de gestión de edificaciones, basado en un software y un hardware de supervisión y control que se instala en los edificios. Con este concepto, se define la automatización integral de inmuebles con alta tecnología.

### **Control**

Se llama Control al último paso de la automatización, es la acción resultante de la operación de medición y evaluación de un sistema que presenta entrada y salida, preferentemente retroalimentado (FEEDBACK), por razones de estabilidad.

### **Centro infraestructura de datos**

Conjunto de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de un servicio de data (data center), con equipos de redes como switches, host, modem, routers, equipo de aire acondicionado, etc. Para optimizar confiabilidad, seguridad disponibilidad de la data del edificio del centro de enseñanza.

### **Chip**

Pequeño circuito integrado que realiza numerosas funciones en computadoras.

### **Inmotica**

Al referirnos a inmotica hacemos referencia a un sistema inteligente que permite la integración de la tecnología en actividades dentro de hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios con la finalidad de prestar diferentes servicios dentro de los mismos, como pueden ser seguridad, confort, comunicación, gestión energética, etc.

### **Data center**

Un data center es un centro de procesamiento de datos, una instalación empleada para albergar un sistema de información de componentes asociados, como telecomunicaciones y los sistemas de almacenamientos donde generalmente incluyen fuentes de alimentación redundante o de respaldo de un proyecto típico de data center que ofrece espacio para hardware en un ambiente controlado.

## **LED**

De la sigla inglesa led: Light-Emitting Diode: diodo emisor de luz. Es un diodo semiconductor que emite luz

## **Luminaria**

Dispositivo que sirve para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y viene condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.

## **Lumen**

(símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

## **Luz estroboscópica**

Es una fuente luminosa que emite una serie de destellos muy breves en rápida sucesión y se usa para producir exposiciones múltiples de las fases en un movimiento.

### **Presurización de escaleras**

Es un sistema que está comprendido por uno o más ventiladores de gran caudal, además de un gran sistema de ductos, dampers, sensores, dispositivos y accesorios conectados entre sí, todos estos elementos se activan automáticamente durante una condición de alarma de incendio, comandado por un tablero o central de alarmas.

### **Sistema de intrusión**

El subsistema de seguridad más difundido y más conocido es el sistema de alarma de intrusión, antes denominado sistema de antintrusión y antiefracción, reconocido como uno de los cimientos de la seguridad de los bienes.

Sus objetivos fundamentales son: detectar a tiempo todo intento de intrusión indeseada; señalar puntualmente el hecho para que el personal profesional adiestrado intervenga rápidamente; disuadir a los posibles delincuentes.

### **Sistemas dimables**

Sistemas regulables, su aplicación es las lámparas dimables con LED,

Estos equipos, se regulan, previa configuración, con sensores se prenden solos con la presencia de las personas y se apagan con la ausencia de los mismos, se regula además la intensidad de luz, nitidez, brillo, etc.

## **Sensor**

Son dispositivos capaces de reconocer la variación de una variable física o química y transformarlas en variables eléctricas, son los elementos encargados de recoger información de los diferentes sistemas que controlan. Entre las variables controladas están: temperatura, distancia, aceleración, presión, fuerza, etc.

## **Watt**

El vatio (en inglés: watt) es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W. Es el equivalente a 1 julio sobre segundo (1 J/s).

## **2.27 Glosario**

|             |  |
|-------------|--|
| <b>TCP</b>  | Protocolo de Control de Transmisiones          |
| <b>IP</b>   | Protocolo de Internet                          |
| <b>Mbps</b> | Megabits por segundo                           |
| <b>POE</b>  | Power over Ethernet (Potencia sobre Ethernet). |
| <b>CCO</b>  | Centro de Control de Operaciones               |

## **SNMP**

(Del inglés simple Network Management Protocol) es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

## **Throughput**

Se llama throughput al volumen de información que fluye a través de un sistema, también se le llama al volumen de información que fluye en las redes de datos.

Particularmente significativo en almacenamiento de información y sistemas de recuperación de información, en los cuales el rendimiento es medido en unidades como accesos por hora.

## **SFP**

Small Form-factor Pluggable (SFP) es un transceptor compacto, conectables en caliente utilizados para las comunicaciones de aplicaciones

Y aplicaciones de datos.

## **VLAN**

Una VLAN (acrónimo de Virtual LAN, 'Red de Área Local Virtual') es un

método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física. Varias VLANs pueden coexistir en un único switch. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red separando los diferentes servicios en segmentos lógicos.

## **MTBF**

MTBF (acrónimo de Mean Time Between Failures), o la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema. Es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación.

## **LSZH**

Low Smoke Zero Halogen - Revestimiento de cable de Telecomunicaciones con baja emisión de humos y 0% de emisión de halógenos.



### **III. VARIABLES E HIPÓTESIS**

#### **3.1 Definición de variables**

Para el presente trabajo de investigación, las variables se determinan de acuerdo a las etapas del proceso de selección, adquisición, instalación e implementación de los equipos, componentes, dispositivos y tarjetas electrónicas en el edificio del centro de enseñanza.

#### **Variables independientes: X**

- Conocimientos de electricidad: instalaciones, motores, transformadores (sub estación), tableros, instrumentación, watímetros, medidores de energía, fasímetros, etc.
- Conocimientos de electrónica análoga/digital .microelectrónica, chips (IC), tarjetas electrónicas, reconocimiento de equipos, como luminarias dimables, cámaras de vigilancia, tableros inteligentes, tarjetas de protección, etc.
- Reconocimiento de tarjetas electrónicas de Control y Automatización, configuración de tarjetas.
- Reconocimiento de redes telemáticas, topologías, cableado estructurado, conexión y configuración de equipos de data, uso de instrumentos ad hoc, redes inalámbricas(wi fi ), redes IP, etc.
- Uso de software especializado.

#### **Variables dependientes: Y**

Modelamiento, selección, adquisición y configuración inteligente de equipos, componentes, sensores, chips, tarjetas de control y automatización, redes telemáticas, cableado, topologías, simulación de software especializado.

### **3.2 Operacionalización de variables**

La operacionalización se logra aplicando la ecuación:  $Z = f(X,Y)$ .

En la obra, es decir en el edificio del centro de enseñanza, la implementación de los equipos de control y automatización, se ejecutó con operarios, técnicos, ingenieros eléctricos y electrónicos. Se cuenta con un residente de obra de control y automatización, con el respectivo supervisor de control y automatización, ingenieros colegiados y hábiles a la fecha.

La implementación se realizó con las variables Y dependientes de X.

Se hace las pruebas pertinentes, piso por piso sobre todo continuidad, operatividad. A la fecha operan satisfactoriamente las luminarias, las cámaras inteligentes, el data center y los sistemas de presurización.

### **3.3 Hipótesis general e hipótesis específica**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

La implementación del sistema integrado de control y automatización del edificio inteligente permitirá una reducción en el costo de la energía eléctrica; asimismo permitirá administrar el sistema de intrusión para dar seguridad.

### **3.3.2 Hipótesis específicas**

#### **3.3.2.1 Hipótesis específica 1:**

-La instalación de luminarias LED dimables en el edificio facilitará optimizar el consumo de la energía eléctrica.

#### **3.3.2.1 Hipótesis específica 2:**

-La implementación del centro de control permitirá tener una administración de todos los datos.

#### **3.3.2.1 Hipótesis específica 3:**

-El sistema integrado de intrusión y seguridad mostrará las ocurrencias de ingreso y salida en el edificio.

## **IV. METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación del presente trabajo es descriptiva y aplicada.

Todo el sistema de control y automatización, se diseña previamente, se hace los términos de referencia para cada ítem, se redacta el expediente técnico, se procede con la adquisición de equipos y componentes, más los planos correspondientes. A continuación se implementa los diferentes

subsistemas de Control y Automatización, se realiza la instalación en cada piso del edificio, se configura cada elemento de corrientes débiles con la plataforma correspondiente.

Se hacen las pruebas correspondientes, calibraciones, simulación de fallas, se establece un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

## **4.2 Diseño de la investigación**

**Exploración:** En el Perú la aplicación de control y optimización es un tema muy especializado para efectos de la optimización de la energía eléctrica, para nuestro proyecto hemos explorado técnicas inteligentes de seguridad, intrusión y ahorro de energía utilizando dispositivos y sensores de última generación.

**Perspectiva innovadora:** Se espera desarrollar un sistema inteligente especialista en control y automatización, utilizando la plataforma BMS (Building Management System) para optimizar la energía eléctrica del centro de enseñanza.

**Aplicativa:** Las relaciones entre variables (X, Y, Z) se aplican y de acuerdo a los resultados, se cumple la optimización de la energía eléctrica en dicho centro de enseñanza.

## V. RESULTADOS

En la actualidad el consumo energético es uno de los problemas que aqueja al mundo, por esta razón los países están en la búsqueda de reducir la contaminación generada por el consumo energético de los sistemas de iluminación, una de las alternativas que hoy en día está tomando fuerza es el uso de tecnologías más eficientes como es el sistema de iluminación LED, ya que para su funcionamiento requieren menos energía que las convencionales, lo que se convierte en la ventaja principal si se considera que gran parte de la energía eléctrica se genera mediante centrales hidroeléctricas que dañan la naturaleza y las térmicas que emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Por todas las características expuestas se considera la tecnología LED amigable con el medio ambiente, ya que consume aproximadamente menos de la mitad de energía que necesitan las lámparas tradicionales para funcionar, emitiendo la misma cantidad de iluminación.

Las lámparas fluorescentes compactas emiten aproximadamente 30 btu's/hora y las tecnologías LED, producen aproximadamente 3,4, una de las ventajas que ofrece esta tecnología es que los LEDs no emiten calor, no contienen mercurio a diferencia de los fluorescentes ya sean de tubos o compactas, que si requieren de este elemento químico para su funcionamiento. Según los datos de fabricantes de lámparas fluorescentes (ahorradores) pueden contener hasta 5 miligramos de mercurio, las lámparas fluorescentes son consideradas peligrosas debido a que contienen ciertas cantidades de mercurio, además de cadmio y plomo.

Se estima que un tubo fluorescente que vierte su contenido ( 25- 30 mg de mercurio) a un acuífero puede dar lugar a la contaminación de unos 30000 litros de agua, este punto muestra otra de las ventajas que posee la tecnología LED frente a las lámparas fluorescentes.

Se realizó una comparación entre luminaria fluorescente y luminaria LEDs para conocer cual es el consumo de energía eléctrica, se estimó un promedio de uso de energía eléctrica de 12 horas por día, el consumo total de la iluminación al año es evidentemente menor con un diseño de iluminación LED en comparación con la iluminación fluorescente, mostrando un ahorro energético de 89579.52 kWh en el diseño de iluminación LED, se presentan el costo de ahorro anual, el costo unitario por kWh, se muestra el tiempo de vida útil de las luminarias; la vida útil de las lámparas es un aspecto significativo, lo que produce una nueva inversión representando un gasto económico importante.

**Tabla 5.1** Costo de ahorro anual

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Ahorro de energía anual | 89579.52 kWh   |
| Costo por kWh           | 0.54 soles     |
| Costo de ahorro anual   | 48372.94 soles |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.2** Tiempo de vida luminarias

|              | <b>Tiempo de vida útil<br/>(12 horas diarias)</b> |              |
|--------------|---|--------------|
| Fluorescente | 3.6 años  | 15 000 horas |
| LED          | 12.4 años   | 50 000 horas |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.3** Ahorro en el cambio de lámparas

|  | <b>FLUORESCENTE</b>  |
|--|--|
| <b>Número de lámparas</b>                      | <b>6x6=36</b>  |
| <b>Número de aulas</b>                         | <b>18</b>  |
| <b>Número total de lámparas</b>                | <b>648</b>   |
| <b>Valor unitario de lámpara incluido IGV</b>  | <b>10.33 soles</b>   |
| <b>Costo unitario de servicio incluido IGV</b> | <b>14.46 soles</b>   |
| <b>Fluorescente</b>                            | <b>3.6 años</b>  |
| <b>LED</b>                                     | <b>12.4 años</b>   |
| <b>Ahorro de cambio de lámparas</b>            | <b>(Número total de lámparas x Valor unitario de lámpara x Costo unitario de servicio x Tiempo de vida útil fluorescente) / (Tiempo de vida útil LED - Tiempo de vida útil fluorescente)</b> |
| <b>Ahorro de cambio de lámparas</b>            | <b>39597.11 soles</b>  |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.4 Ahorro energético anual**

|                                      | <b>FLUORESCENTE</b>   | <b>LED</b>            | <b>AHORRO</b>         |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Número de lámparas</b>            | <b>6x6=36</b>         | <b>6</b>              |                       |
| <b>Potencia x lámpara</b>            | <b>40W</b>            | <b>48W</b>            |                       |
| <b>Número de lámparas x Potencia</b> | <b>1440W</b>          | <b>288W</b>           |                       |
| <b>Tiempo de uso mensual</b>         | <b>30x12=360h</b>     | <b>360h</b>           |                       |
| <b>Energía mensual por aula</b>      | <b>518.4 kWh</b>      | <b>103.68 kWh</b>     | <b>414.72 kWh</b>     |
| <b>Energía anual por aula</b>        | <b>6220.8 kWh</b>     | <b>1244.16 kWh</b>    | <b>4976.64 kWh</b>    |
| <b>Costo por kWh</b>                 | <b>0.54 soles</b>     | <b>0.54 soles</b>     |                       |
| <b>Costo mensual por aula</b>        | <b>279.93 soles</b>   | <b>55.98 soles</b>    | <b>223.95 soles</b>   |
| <b>Número de aulas</b>               | <b>18</b>             | <b>18</b>             |                       |
| <b>Energía total anual</b>           | <b>111 974.4 kWh</b>  | <b>22 394.88 kWh</b>  | <b>89579.52 kWh</b>   |
| <b>Costo total mensual</b>           | <b>5038.84 soles</b>  | <b>1007.64 soles</b>  | <b>4031.2 soles</b>   |
| <b>Costo total anual</b>             | <b>60466.18 soles</b> | <b>12093.24 soles</b> | <b>48372.94 soles</b> |

Fuente: Elaboración propia

El costo de inversión por luminarias LED en el edificio de nuestro centro de enseñanza es :

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| <b>COSTO DE INVERSIÓN</b> | <b>S/ 315 428.60</b> |
|---------------------------|----------------------|



El ahorro energético anual + el ahorro por cambio de lámparas anual:

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>AHORRO ENERGIA ANUAL</b><br><b>+</b><br><b>CAMBIO LAMPARAS ANUAL</b> | <b>S/ 87 970.05</b> |
|---|---------------------|

Como parte de los resultados finales incluyo en la presente tesis los siguientes alcances de culminación de la obra en nuestro edificio

## **5.1 Red de datos**

Se realizaron actividades de cableado de datos en cobre y fibra, en categoría 6A y fibra óptica OM3 respectivamente.

### **5.1.2 Alcance de la topología instalada:**

- Instalaron bajo una topología en estrella, con conexiones de fibra óptica multimodo de alta velocidad ( 1 Gbps), a un Switch Core de fibra
- Se instalaron 4 gabinetes de datos distribuidos con 2 Swich de acceso cada uno, estos gabinetes fueron ordenados con patch panel, pacht cord y ordenadores.
- Se instalaron 3 gabinetes principales en el CCO, donde se colocaron los servidores de los servicios, el UPS de 15KVA y el Switch de fibra principal de 24 puertos.
- Se conectaron puntos de cableado de datos en categoría 6A y fibra óptica para la dorsal.

### **5.1.3 Alcance de instalación de centro de control**

- Se instalaron una mampara de vidrio para dividir la zona de los gabinetes de la zona del operador y generar ambientes con temperatura adecuada.
- Se instalaron un sistema de aire de precisión de 11 KW distribuidos en un extremo del gabinete izquierdo y el otro extremo del gabinete derecho.
- Para el área del operador se instalo aire de confort de 12000BTU.
- Se instalo agente limpio por novoc 1230 para el área de los gabinetes de datos, totalmente conectado por un selenoide al panel de incendio.
- Se instalo un piso técnico área 5.05m x 325m.
- Se colocaron un mueble con silla para el operador.
- Se instalo un acceso biométrico para el ingreso al centro de control y una cámara del tipo ojo de pez para el interior del centro de control .

### **5.1.4 Alcance de configuraciones de red de datos realizadas:**

Se configuro la red de topología estrella Core-Acceso y se dividieron los servicios por VLANs:

A seguir se muestra la cantidad de puntos de la red de datos total

**Tabla 5.5** cantidad de puntos de la red de datos

| <b>Sistema de Comunicaciones<br/>Centro de enseñanza</b> | <b>Total</b> |
|--|--------------|
| Infraestructura de comunicaciones                        |              |
| Punto de voz   | 71           |
| Puntos de data   | 153          |
| Puntos simples de Access point                           | 20           |
| Puntos simples de data<br>Cámaras POE                    | 59           |
| <b>Puntos totales</b>                                    | <b>303</b>   |

Fuente: Elaboración propia

Sobre la información indicada el trabajo de implementación queda reducido a:

- Se configuro un total de 303 puntos de data de cobre
- Se instalo 5 enlaces de fibra multi modo con fusiones menores a 0.2 Db.

## **5.2 Equipos periféricos instalados para el sistema de seguridad**

### **5.2.1 Video**

- Se instalaron 23 camaras fijas nuevas.
- Se instalo 1 camara panorámica.
- Se instalo 1 camara móvil en poste, a la entrada del centro de enseñanza.

### **5.2.2 Intrusion y acceso**

- Se instaló sensores de vibración en las ventanas del primer piso.
- Se instaló sensores magnéticos en las puertas de emergencia de las escaleras de emergencia.
- Se instalo control numérico en la sala de los profesores.
- Se instalo 02 PHOTOBEAM en la entrada del centro de enseñanza.
- Se instalo sensores PIR
- Se integró y asocio los dispositivos de intrusión con el sistema de video.

### **5.3 Servicio realizados en la instalación de sistema de detección de incendio**

- Se realizo el cableado SLC de los pisos 7 y el sótano.
- Se realizó el cableado NAC para las sirenas.
- Se instaló el panel de incendios.
- Se programó respetando la norma NFPA 72.

**Tabla 5.6** Metrados de equipos instalados por piso

|               | detector de temperatura | detector de humo | estacion manual | sirena    | modulos de monitoreo |
|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------|----------------------|
| <b>SOTANO</b> | 6                       | 24               | 2               | 2         | 12                   |
| <b>PISO 1</b> | 0                       | 48               | 7               | 7         | 8                    |
| <b>PISO 2</b> | 0                       | 27               | 6               | 6         | 8                    |
| <b>PISO 3</b> | 1                       | 22               | 4               | 4         | 6                    |
| <b>PISO 4</b> | 0                       | 13               | 2               | 2         | 4                    |
| <b>PISO 5</b> | 0                       | 13               | 2               | 2         | 0                    |
| <b>PISO 6</b> | 0                       | 13               | 2               | 2         | 0                    |
| <b>PISO 7</b> | 0                       | 13               | 2               | 2         | 0                    |
|               | <b>7</b>                | <b>173</b>       | <b>27</b>       | <b>27</b> | <b>38</b>            |

Fuente: Elaboración propia

#### **5.4 Instalacion de sistema de presurización**

##### **5.4.1 Servicios realizados para las dos escaleras de emergencia**

- Se instaló 1 tablero de transferencia para cada escalera de emergencia.
- Se instaló 1 tablero de variador por cada escalera de emergencia.
- Se realizo el cableado y entubado desde el tablero de transferencia hasta el grupo electrógeno.
- Se instalaron el sensor diferencial para cada escalera de emergencia.

- Se realizo la programación y puesta en marcha de servicio.

A seguir una tabla resumen de lo instalado:

**Tabla 5.7** Resumen de lo instalado ( dispositivos)

| <b>EQUIPO</b>                    | <b>SISTEMA DE PRESURIZACIÓN</b>                       | <b>SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA</b>            | <b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>   |
|----------------------------------|---|---|--|
| Motor de presurizador            | Uno por cada escalera                                 |   |  |
| Ventilador del centrifugo        | Uno por cada escalera                                 |   |  |
| Variador de frecuencia           | Uno por cada escalera                                 |   |  |
| Sensor de Diferencial de Presion | Uno por cada escalera                                 |   |  |
| Detectores de Humo en ductos     |   | Uno por cada presurizador                       |  |
| Modulos de control               |   | Uno por cada tablero con variador de frecuencia |  |
| Ducto de Mampostería             | El recorrido deberá ser Tal como indica los planos    |   |  |
| Damper de alivio De sobrepresión | De acuerdo a la ubicación que se dara en el plano     |   |  |
| Rejillas de descarga             | De acuerdo a la dimensión que se indica en los planos |   |  |
| Tablero de transferencia         |   |   | Para las rutas alternas de alimentación hacia los motores de presurización |
| Cableado del sistema             |   |   | El cableado del sistema deberá ser 2 horas cortafuego.                     |

Fuente: Elaboración propia

## 5.5 Instalación del sistema BMS

### 5.5.1 Resumen de lo instalado

Los siguientes sistemas para ser monitoreados y/o controlados:

- a) Monitoreo y control de bombas de agua y sumidero
- b) Mediciones de flujo del sistema de agua

### 5.5.2 Parametros programados en el BMS

- a) Bomba activada/ desactivada.
- b) Presencia de flujo.
- c) Nivel de presión.
- d) Nivel de agua de cisterna.
- e) Control de bombas por medio de arranque electrónico.

**Tabla 5.8** Instrumentos instalados

|          |            |                                |
|----------|------------|--------------------------------|
| <b>3</b> | <b>UND</b> | Transmisor de nivel sumergible |
| <b>3</b> | <b>UND</b> | Switch de flujo                |
| <b>6</b> | <b>UND</b> | Switch de nivel                |
| <b>3</b> | <b>UND</b> | Switch de corriente toroidal   |

Fuente: Elaboración propia

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

Como se observa en la sección V RESULTADOS, el ahorro se muestra de manera evidente en el ahorro en la energía y el uso de luminarias LED, en la implementación de este tipo de tecnología del sistema de iluminación, el cual se resume en las siguientes tablas:

**Tabla 6.1** Resumen ahorro energético

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Ahorro de energía anual</b> | <b>89579.52 kWh</b>   |
| <b>Costo por kWh</b>           | <b>0.54 soles</b>     |
| <b>Ahorro anual</b>            | <b>48372.94 soles</b> |

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>Ahorro de cambio de lámparas</b> | <b>39597.11 soles</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Ahorro anual</b><br><b>+</b><br><b>Ahorro cambio lamparas anual</b> | <b>S/ 87 970.05</b> |
|--|---------------------|

Fuente: Elaboración propia



## VII. CONCLUSIONES

La mayoría de países del mundo están apostándole a la tecnología LED, debido a los grandes beneficios que esta presenta en cuanto al consumo energético, larga vida útil, calidad de la iluminación y una nula presencia de componentes contaminantes en su luminaria. Con los resultados se evidencio que la tecnología LED que se encuentra en el mercado es una solución de iluminación eficiente que brinda a los proyectos inmobiliarios (centros de educación) con ventajas sostenibles en el tiempo debido a su característica ecológica, ahorro de energía, larga duración y bienestar que genera a los usuarios.

Los productos LED regulables tienen un valor alto en comparación con los productos convencionales; donde las principales ventajas es el promedio de vida útil que se triplican el tiempo y el consumo entre un 20% a 50% menos de electricidad, lo cual permite amortizar la inversión en el tiempo haciéndolo una inversión segura y rentable. En las tablas adjuntas se muestra el ahorro con un diseño de iluminación LED y no solo ahorro para económico sino un ahorro que contribuirá con el medio ambiente.

Los edificios inteligentes aseguran la continuidad tecnológica a lo largo de la vida útil de un edificio o vivienda; abriendo la puerta a la realización de futuras reformas o ampliaciones sin la necesidad de tener que asumir grandes obras, seguridad (técnica, anti-intrusión, desconexión automática de enchufes, control de ventanas abiertas), comodidad, ahorro y optimización energética (luces exteriores con función 'sólo noche', apagado general, prevención automática de fugas de agua, control de consumo sectorizado), telegestión (control y monitorización de todo el edificio de manera remota), soporta diferentes modos de configuración (cableado de par trenzado, red eléctrica, radiofrecuencia, Ethernet) y es totalmente independiente de cualquier tipo de plataforma de software o hardware que exista en la actualidad en el mercado.

El sistema instalado en la obra es óptimo, por lo que recomendamos a las nuevas autoridades considerar nuestro proyecto realizado en el área de control y automatización como un referente para las futuras construcciones de centros de enseñanza superior universitaria a nivel local y nacional.

Concluimos que se recupera el capital invertido, solo con ahorro energético y ahorro en cambio de lámparas, en un tiempo determinado de: **tres años y cinco meses**

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Los servidores del DATA CENTER de la obra son de última generación, los mismos que están conectados a través de fibra óptica desde el CTIC (centro de tecnología de la información) de la universidad.

Considerar que el nuevo edificio realizado es una edificación sostenible por que cumple con las normas ecológicas, requerimientos de ventilación, con el uso de la tecnología LED que son menos contaminantes, además cumple con las normas ambientales ( acceso a áreas verdes).

Si hablamos de términos de costo es recomendable porque este edificio además de brindar seguridad, confort, no contaminación del medio ambiente implica ahorro de energía reflejado en el ahorro de los costos.

Con los resultados obtenidos en este proyecto se recomienda solicitar a las autoridades del MINEDU, Rectores y Decanos de las Universidades e Institutos Superiores invertir en la adecuación y construcción de edificios inteligentes sostenibles a nivel local, regional y nacional por el ahorro de energía (optimización energética).

Se recomienda hacer edificios inteligentes para la enseñanza superior en nuestro país con la asistencia profesional multidisciplinaria, con especialistas en control y automatización, geología, obras civiles.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] PERERIA RAMA, A. (2014), Propuesta de un modelo de sistema de información interorganizacional, aplicación en el sector de la domótica para la gestión de servicios del hogar digital, España.
  
- [2] ROSIQUE CONTRERAS, M.F.(2012), Desarrollo integral de aplicaciones domóticas, España.
  
- [3] LAS HERAS CASAS, J. (2015), La energía en el sector residencial riojano: pasado, presente y futuro, España.
  
- [4] VILLODAS ORTE, J.R. (2015), Mejora de la eficiencia energética en viviendas domóticas, España.
  
- [5] MILLAN ANGLES, S. (2014), Metodología y criterios para evaluar la influencia de la domótica y su preinstalación en los edificios en función de los condicionantes constructivos y de la envolvente interior, España.
  
- [6] HERNANDEZ URIBE, O. (2016), Edificios inteligentes y sostenibles: arquitectura de percepción y control para la gestión de energía, España.
  
- [7] SANCHEZ RAMOS. I. (2017), Las "Smart Cities": Un nuevo paradigma, España.
  
- [8] CRESPO BENAVENTE, A. (2015), Desarrollo de un prototipo experimental de lampara LEDs de foto activación dental: influencia

sobre las propiedades ópticas y mecánicas de resinas de composite, España.

- [9] CASTILLA CABANES, N. (2015), La iluminación artificial en los espacios docentes, España.
  
- [10] DIAZ HERNANDEZ, M. F. (2017), Caracterización, implantación y evaluación de dispositivos domóticos para adultos mayores mediante sistemas embebidos e internet de las cosas, Colombia.
  
- [11] HUAMAN ROJAS, J. (2017), Control inteligente de sistemas de iluminación en edificios, Perú.
  
- [12] GONZALES MONTES, M. (2015), Procesos de optimización de diseño óptico aplicados a dispositivos de iluminación, balizamiento y concentración de luz, España.
  
- [13] ALVAREZ BARCIA, L. (2015), Optimización del control del sistema de aceite térmico en centrales solares termoeléctricas, España.
  
- [14] FARFAN REA, y D. DAVID QUIZPE (2015), Diseño de un sistema domótico para facilitar la interacción de personas con discapacidad a través de interfaces remotas y mandos por voz, Ecuador.
  
- [15] DANIEL GODOY,P. (2016), Plataforma de desarrollo de laboratorios remotos de redes de sensores inalámbricos basados en cloud computing, Argentina.

- [16] PIZARRO RUIZ, J. A. (2013), Aportación al desarrollo de las normas técnicas y reglamentación para la implementación de los sistemas electrónicos para viviendas y edificios: domótica, inmótica y hogar digital, España.
- [17] FERNANDEZ VALDIVIELSO, C. y MATIAS MAESTRO, I. R. (2012), Instalaciones de telecomunicaciones para edificios, Marcombo universitaria, España
- [18] MORO VALLINA, M. (2011), Instalaciones domóticas, Paraninfo S.A., España
- [19] GEWISS IBERICA (2010), Manual ilustrado para la instalación domótica, Paraninfo S.A., España
- [20] HARKER, W. (2010), Domótica para viviendas y edificios, Marcombo S.A., España
- [21] HUIDOBRO MOYA, J. M. y MILLAN TEJEDOR, J. M (2004), Domótica y edificios inteligentes, Creaciones Copyright, España.
- [22] ROMERO MORALES, C. y VASQUEZ SERRANO, F. (2015), Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes, Ra-Ma, España.
- [23] JUNTA DE CASTILLA Y LEON (2008), Vivienda conectada: las tic en el hogar, Consejería de fomento, España.

- [24] NUÑEZ, A. (2011), KNX: Domótica e inmótica, Ediciones Experiencia, España.
- [25] BOLZANI, C. A. M. (2004), Residencias inteligentes. domótica y redes domésticas, Librería de física, Brasil.
- [26] GALLARDO VASQUEZ, S. (2013), Configuración de instalaciones domóticas y automáticas, Ediciones Paraninfo S.A., España.
- [27] MARTINEZ DE CARVAJAL, E. (2015), Domótica e inmótica. instalaciones de telecomunicaciones para edificaciones, Alfaomega, Colombia.
- [28] FERNANDEZ VALDIVIELSO, C. (2015), Domótica e inmótica. instalaciones de telecomunicaciones para edificaciones, Alfaomega, España
- [29] JIMENEZ PEREZ, J.G. (2018), Instalación y puesta en marcha de sistemas domóticos e inmóticos, IC Editorial, España.
- [30] MARQUES BERNAL, L. (2018), Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo de sistemas domóticos e inmóticos, IC editorial, España.
- [31] MAESTRE TORRE BLANCA, J.M. (2015), Domótica para ingenieros, Ediciones paraninfo S.A., España.
- [32] GUZMAN NAVARRO, F. y MERINO CORDOVA, S. (2015), Domótica. gestión de la energía y gestión, Ra-Ma, España.
- [33] FRAILE VILARRASA, J. y GAGO CALDERON, A. (2012),

Iluminación con tecnología LED, Paraninfo S.A., España.

- [34] PICARDO RODRIGUEZ, A. (2012), Electrotecnia con luminotecnia, Paraninfo S.A., España.
  
- [35] A. SA (2015), Aplicaciones del LED en diseño iluminación, Marcombo S.A., España.
  
- [36] MERCHAN, J. (2012), Diseño e instalación de sistemas de videovigilancia CCTV digitales, Antonio Madrid, España.
  
- [37] RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (2018), Circuito cerrado de televisión y seguridad electrónica, Paraninfo S.A., España.
  
- [38] ALVAREZ CRUZ, N. y BAGUE SERRANO, A. (2012), Diseño e instalaciones de sistemas de videovigilancia CCTV digitales, Antonio Madrid, España.
  
- [39] IGNACIO, J.(2010), Videovigilancia, Tirant Lo Blanch, España.
  
- [40] GARCIA MATTA, F. J. (2010), Videovigilancia: CCTV usando videos IP, Elearning, España.
  
- [41] RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (2013), Circuito cerrado de televisión y seguridad electrónica, Paraninfo S.A., España.
  
- [42] PALENCIA, H. (2015), Manual de CCTV: aprende usted mismo a instalar camaras de seguridad, Hermes palencia, España.



- [43] BELLECHASSE LISSABET, S. (2015), Distribución de energía en CCTV y otros sistemas electrónicos: como alimentar de CCTV y otros sistemas, Lulu press inc., España.
- [44] ORTEGA, M. (2017), Consola de administración de CCTV: administración de cuartos de control, Paraninfo S.A., España.
- [45] WINDER,S. (2008), Power supplies for LED driving, Newnes, E.E.U.U.
- [46] HELD, G. (2009), Introduction to light emitting diode technology and applications, Auerbach publications, E.E.U.U.

## **X. ANEXOS**

## **ANEXO 01**

## 10.1 Matriz de Consistencia

### "OPTIMIZACION DE LA ENERGIA EN CENTROS DE ENSEÑANZA EN EL PERU"

| Problemas   | Objetivos   | Hipótesis  | Variables   | Metodología  |
|---|---|--|---|--|
| <p><b>1.1.1 general:</b><br/>¿En qué medida la falta de un sistema integrado de control y automatización afecta el uso de energía eléctrica en los centros de enseñanza en el Perú?</p> <p><b>Específicos 1:</b><br/>¿Cómo la Inexistencia de luminarias LED instaladas afecta la optimización del uso de la energía eléctrica en los centros de enseñanza del Perú?</p> <p><b>Específicos 2:</b><br/>¿Cómo la Falta de un centro de control que monitoree las ocurrencias que se presenten, Afecta la optimización del uso de datos en el Centro de enseñanza en el Perú?</p> <p><b>Específicos 3:</b><br/>¿Como la falta de un sistema integrado de intrusión y seguridad afecta la optimización del uso de la información en los centros de enseñanza?</p> | <p><b>General</b><br/>Desarrollar un sistema integrado de control y automatización del edificio inteligente con lámparas LED, data center sistemas de intrusión y una plataforma de gestión y administración.</p> <p><b>Específicos 1:</b><br/>-Implementar luminarias LED dimables a todos los pisos del edificio más exteriores.</p> <p><b>Específicos 2:</b><br/>-Implementar la infraestructura de data center con el centro de control (CCO).</p> <p><b>Específicos 3:</b><br/>-Implementar el sistema integrado de intrusión y seguridad, con plataforma.</p> | <p><b>General</b><br/>La implementación del sistema integrado de control y automatización del edificio inteligente permitirá una reducción en el costo de la energía eléctrica; asimismo permitirá administrar el sistema de intrusión para dar seguridad.</p> <p><b>Específicas 1:</b><br/>-La instalación de luminarias LED dimables en el edificio facilitará optimizar el consumo de la energía eléctrica.</p> <p><b>Específicas 2:</b><br/>-La implementación del centro de control permitirá tener una administración de todos los datos.</p> <p><b>Específicas 3:</b><br/>-El sistema integrado de intrusión y seguridad mostrará las ocurrencias de ingreso y salida en el edificio.</p> | <p><b>Independiente</b><br/><b>X</b>=Conocimientos de Electricidad, de electrónica analoga/digital, control y automatización, redes telemáticas, software especializado.</p> <p><b>Dependiente</b><br/><b>Y</b>=Modelamiento del sistema: selección de equipos, componentes, sensores, chips, tarjetas de control, redes topologías, simulación y configuraciones correspondientes.</p> <p><b>Interviniente</b><br/><b>Z</b> = f(<b>X,Y</b>) = Ejecución y cumplimiento de requerimiento de diseño y simulación</p> | <p><b>Metodología</b></p> <p><b>Tipo de investigación:</b><br/>La presente investigación es del tipo descriptiva y aplicada.</p> <p><b>Exploración:</b><br/>En el Perú la aplicación de control y automatización es un tema muy especializado para efectos de la optimización de la energía eléctrica, para nuestro proyecto hemos explorado técnicas inteligentes de seguridad, intrusión y ahorro de energía utilizando dispositivos y sensores de última generación.</p> <p><b>Perspectiva innovadora:</b><br/>Se espera desarrollar un sistema inteligente especialista en control y automatización, utilizando la plataforma BMS (Building Management System) para optimizar la energía eléctrica del centro de enseñanza.</p> <p><b>Aplicativa:</b><br/>Las relaciones entre variables (X, Y, Z) se aplican y de acuerdo a los resultados, se cumple la optimización de la energía eléctrica en dicho centro de enseñanza.</p> |

## **ANEXO 02**

## 10.2 INFORME RED LAN

### Equipos de la red y direcciones IP:

| ITEM | Nombre           | Ubicación      | Serie       | Marca | Modelo            | Descripción                |
|------|------------------|----------------|-------------|-------|-------------------|----------------------------|
| 1    | CORE             | CUARTO CONTROL | FOC2127R5TA | CISCO | N3K-C3548P-10GX   | Cisco Nexus 3548           |
| 2    | SOTANO-1         | SOTANO         | FCW2141A53T | CISCO | WS-C2960X-48FPS-L | Catalyst 2960-X            |
| 3    | SOTANO-2         | SOTANO         | FOC1917S4QZ | CISCO | WS-C2960X-48FPS-L | Catalyst 2960-X            |
| 4    | PISO1-1          | PISO1          | FCW2035B66J | CISCO | WS-C2960X-48TD-L  | Catalyst 2960-X            |
| 5    | PISO1-2          | PISO1          | FCW2141A549 | CISCO | WS-C2960X-48FPS-L | Catalyst 2960-X            |
| 6    | PISO3-1          | PISO3          | FCW2123A0RE | CISCO | WS-C2960X-48TS-L  | Catalyst 2960-X            |
| 7    | PISO3-2          | PISO3          | FCW2141A54J | CISCO | WS-C2960X-48FPS-L | Catalyst 2960-X            |
| 8    | PISO5-1          | PISO5          | FOC2123V06P | CISCO | WS-C2960X-48TS-L  | Catalyst 2960-X            |
| 9    | CUARTO-CONTROL-1 | CUARTO CONTROL | FCW2123A0R9 | CISCO | WS-C2960X-48TS-L  | Catalyst 2960-X (Stacking) |
| 10   | CUARTO-CONTROL-1 | CUARTO CONTROL | FCW2113B349 | CISCO | WS-C2960X-24TS-L  | Catalyst 2960-X (Stacking) |
| 11   | CUARTO-CONTROL-2 | CUARTO CONTROL | FOC1939U0PQ | CISCO | WS-C3850-48P      | Catalyst 3850 48 PoE+      |
| 12   | CUARTO-CONTROL-3 | CUARTO CONTROL | FOC2125U00T | CISCO | WS-C3850-48P      | Catalyst 3850 48 PoE+      |

Fuente: Consorcio Atis

### 10.2.1 Equipos de la red y direcciones IP:

| ITEM | Nombre           | Direccion IP      | VLAN Management | Descripcion |
|------|------------------|-------------------|-----------------|-------------|
| 1    | CORE             | 134.141.7.138 /16 | 1               |             |
| 2    | SOTANO-1         | 134.141.7.10 /16  | 1               |             |
| 3    | SOTANO-2         | 134.141.7.11 /16  | 1               |             |
| 4    | PISO1-1          | 134.141.7.12 /16  | 1               |             |
| 5    | PISO1-2          | 134.141.7.13 /16  | 1               |             |
| 6    | PISO3-1          | 134.141.7.14 /16  | 1               |             |
| 7    | PISO3-2          | 134.141.7.15 /16  | 1               |             |
| 8    | PISO5-1          | 134.141.7.16 /16  | 1               |             |
| 9    | CUARTO-CONTROL-1 | 134.141.7.17 /16  | 1               | STACKING    |
| 10   | CUARTO-CONTROL-1 | 134.141.7.17 /16  | 1               | STACKING    |
| 11   | CUARTO-CONTROL-2 | 134.141.7.18 /16  | 1               |             |
| 12   | CUARTO-CONTROL-3 | 134.141.7.19 /16  | 1               |             |

Fuente: Consorcio Atis

### 10.2.2 Red de área local virtual (VLANS)

| ITEM | ID VLAN | VLAN NAME          | Subnet         | IP Gateway    |
|------|---------|--------------------|----------------|---------------|
| 1    | 26      | FIP_Administración | 172.20.25.0/24 | 172.20.25.254 |
| 2    | 160     | FIP_Telefonia      | 10.16.10.0/24  | 10.16.10.254  |
| 3    | 161     | FIP_Aulas          | 10.16.1.0/24   | 10.16.1.254   |
| 4    | 162     | FIP_Computo        | 10.16.2.0/24   | 10.16.2.254   |

|   |     |                 |                  |                 |
|---|-----|-----------------|------------------|-----------------|
| 5 | 163 | FIP_Biblioteca  | 10.16.3.0/24     | 10.16.3.254     |
| 6 | 164 | FIP_Inalambrico | 10.16.4.0/24     | 10.16.4.254     |
| 7 | 165 | FIP_Streaming   | 10.16.5.0/24     | 10.16.5.254     |
| 8 | 464 | FIP_GestionWifi | 192.168.216.0/24 | 192.168.216.254 |

Fuente: Consorcio Atis

### 10.2.3 Potencia sobre Ethernet ( POE)

| ITEM | Nombre           | POE | Max Potencia por puerto(Watts) | Max Potencia por switch(Watts) | Descripción              |
|------|------------------|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1    | CORE             | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 2    | SOTANO-1         | SI  | 30                             | 740                            |                          |
| 3    | SOTANO-2         | SI  | 30                             | 740                            |                          |
| 4    | PISO1-1          | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 5    | PISO1-2          | SI  | 30                             | 740                            |                          |
| 6    | PISO3-1          | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 7    | PISO3-2          | SI  | 30                             | 740                            |                          |
| 8    | PISO5-1          | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 9    | CUARTO-CONTROL-1 | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 10   | CUARTO-CONTROL-1 | NO  | -----                          | -----                          |                          |
| 11   | CUARTO-CONTROL-2 | SI  | 30                             | 780                            | Tiene dos fuentes.       |
| 12   | CUARTO-CONTROL-3 | SI  | 30                             | 405                            | Solo tiene una fuente(*) |

Fuente: Consorcio Atis



## **ANEXO 03**

## 10.3 Pruebas de conectividad hacia la red CTIC y hacia Internet por vlan

### 10.3.1 VLAN 26

```
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :  
Descripción . . . . . : Qualcomm Atheros AR8161 PCI-E Gigabit Ethernet Controller (NDIS 6.  
Dirección física. . . . . : 74-D0-2D-71-02-17  
DHCP habilitado . . . . . : sí  
Configuración automática habilitada . . . : sí  
Dirección IPv4. . . . . : 172.20.25.13(Preferido)  
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0  
Concesión obtenida. . . . . : domingo, 18 de marzo de 2018 11:11:42 a.n.  
La concesión expira . . . . . : lunes, 19 de marzo de 2018 11:11:42 a.n.  
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 172.20.25.254  
Servidor DHCP . . . . . : 172.20.25.254  
Servidores DNS . . . . . : 192.168.51.7  
192.168.51.13
```

```
C:\Users\JESUS1>tracert 8.8.8.8  
  
Traza a la dirección google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]  
sobre un máximo de 30 saltos:  
  
 1  1 ms  <1 ms  <1 ms  172.20.25.254  
 2  1 ms  1 ms   1 ms   190.119.193.252  
 3  3 ms  2 ms   2 ms   10.31.144.41  
 4  71 ms 71 ms  71 ms  google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]  
  
Traza completa.
```

### 10.3.2 VLAN 161

```
Adaptador de Ethernet NETWORKCARD:

  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
  Descripción . . . . . : Qualcomm Atheros AR8161 PCI-E Gigabit Ethernet Controller (NDIS 6.30)
  Dirección física. . . . . : 74-D0-2B-71-02-17
  DHCP habilitado . . . . . : sí
  Configuración automática habilitada . . . : sí
  Dirección IPv4. . . . . : 10.16.1.128(Preferido)
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
  Concesión obtenida. . . . . : domingo, 18 de marzo de 2018 10:56:01 a.m.
  La concesión expira . . . . . : lunes, 19 de marzo de 2018 10:56:00 a.m.
  Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.16.1.254
  Servidor DHCP . . . . . : 10.16.1.254
  Servidores DNS. . . . . : 192.168.51.13
                               192.168.51.7
  NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
```

```
C:\Users\JESUSI>tracert 8.8.8.8

Traza a la dirección google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1    1 ms    <1 ms    1 ms    10.16.1.254
  2    1 ms    1 ms    1 ms    190.119.193.252
  3    3 ms    2 ms    2 ms    10.31.144.41
  4   65 ms   65 ms   65 ms   google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]

Traza completa.
```

### 10.3.3 VLAN 162 (Computo)

```
Adaptador de Ethernet NETWORKCARD:  
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :  
Descripción . . . . . : Qualcomm Atheros AR0161 PCI-E Gigabit Ethernet Controller (NDIS 6.30)  
Dirección física. . . . . : 74-00-20-71-02-17  
DHCP habilitado . . . . . : sí  
Configuración automática habilitada . . . : sí  
Dirección IPv4. . . . . : 10.16.2.4(Preferido)  
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0  
Concesión obtenida. . . . . : domingo, 18 de marzo de 2018 11:16:00 a.m.  
La concesión expira . . . . . : lunes, 19 de marzo de 2018 11:15:59 a.m.  
Fuente de enlace predeterminada . . . . . : 10.16.2.254  
Servidor DHCP . . . . . : 10.16.2.254  
Servidores DNS. . . . . : 192.168.51.13  
                          192.168.51.7  
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
```

```
C:\Users\JESUSI>tracert 8.8.8.8  
  
Traza a 8.8.8.8 sobre caminos de 30 saltos con máximo.  
  
 1    1 ms    1 ms    1 ms 10.16.2.254  
 2    1 ms    1 ms    1 ms 190.119.193.252  
 3    3 ms    2 ms    2 ms 10.31.144.41  
 4   72 ms   71 ms   71 ms google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]  
  
Traza completa.
```

### 10.3.4 VLAN 163( BIBLIOTECA)

```
Adaptador de Ethernet NETWORKCARD:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Descripción . . . . . : Qualcomm Atheros AR8161 PCI-E Gigabit Ethernet Controller (NDIS 6.30)
Dirección física. . . . . : 74-D0-2B-71-02-17
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . . : sí
Dirección IPv4. . . . . : 10.16.3.22(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Concesión obtenida. . . . . : domingo, 18 de marzo de 2018 11:24:37 a.m.
La concesión expira . . . . . : lunes, 19 de marzo de 2018 11:26:27 a.m.
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.16.3.254
Servidor DHCP . . . . . : 10.16.3.254
Servidores DNS. . . . . : 192.168.51.13
                          192.168.51.7
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
```

### 10.3.5 VLAN 164(Inalambrico)

```
Adaptador de Ethernet NETWORKCARD:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Descripción . . . . . : Qualcomm Atheros AR8161 PCI-E Gigabit Ethernet Controller (NDIS 6.30)
Dirección física. . . . . : 74-D0-2B-71-02-17
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . . : sí
Dirección IPv4. . . . . : 10.16.4.35(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Concesión obtenida. . . . . : domingo, 18 de marzo de 2018 11:28:30 a.m.
La concesión expira . . . . . : lunes, 19 de marzo de 2018 11:28:37 a.m.
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.16.4.254
Servidor DHCP . . . . . : 10.16.4.254
Servidores DNS. . . . . : 192.168.51.13
                          192.168.51.7
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
```

```
C:\Users\JESUS1>tracert 0.0.0.0

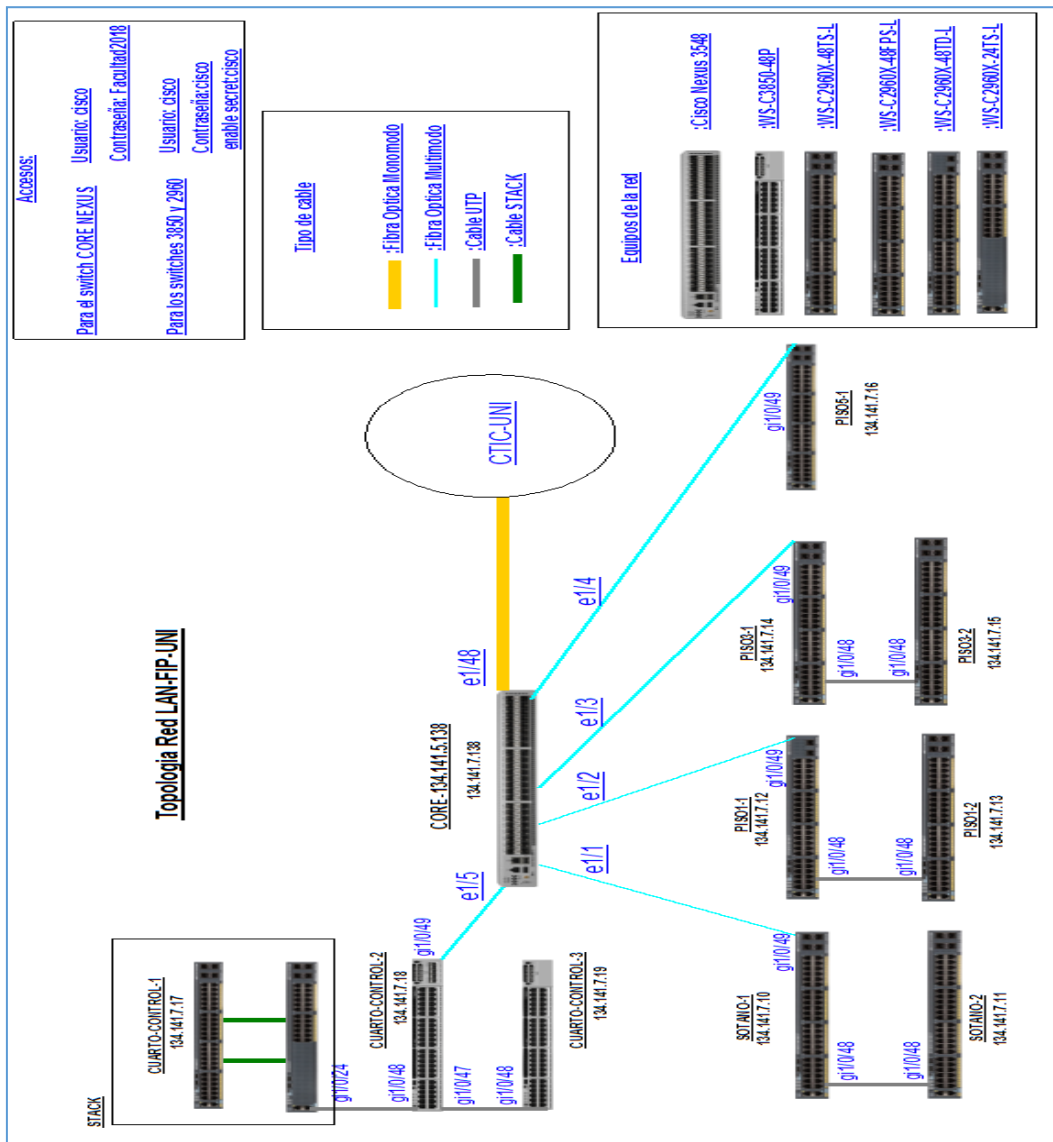
Traza a la dirección google-public-dns-a.google.com [0.0.0.0]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1    1 ms    <1 ms    <1 ms    10.16.4.254
  2    1 ms    <1 ms    1 ms    190.119.193.252
  3    3 ms    2 ms    2 ms    10.31.144.41
  4   65 ms   65 ms   65 ms   google-public-dns-a.google.com [0.0.0.0]

Traza completa.
```

## **ANEXO 04**

## 10.4 Topología de red



Fuente: Consorcio Atis



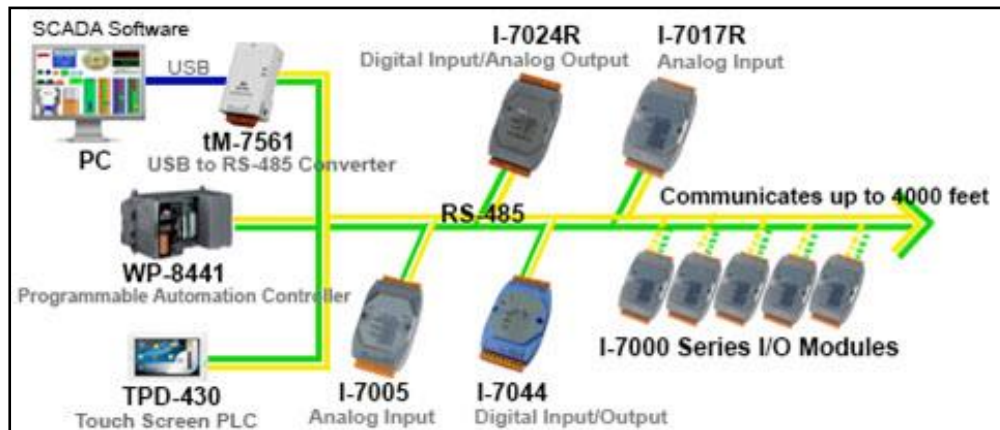
## **ANEXO 05**

## 10.5 Protocolo Modbus

Modbus es un protocolo de comunicaciones, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs).

Debido a que este protocolo fue público, de fácil uso y que requiere poco desarrollo (maneja bloques de datos sin suponer restricciones) se convirtió en un protocolo de comunicaciones estándar en la industria. Es el protocolo de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.

El protocolo Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un equipo de medición temperatura y humedad puede comunicar los resultados a una PC. Modbus también se usa para la conexión de un PC de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión de adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serial y Ethernet (Modbus/TCP).



### 10.5.1 Protocolo Modbus TCP

Modbus/TCP es un protocolo de comunicación diseñado que permite a equipos industriales tales como PLCs, PC, drivers para motores y otros tipos de dispositivos físicos de entrada/salida, comunicarse sobre una red Ethernet. Fue introducido por Schneider Automation como una variante de la familia de protocolos MODBUS, ampliamente usada para la supervisión y el control de equipo de automatización. Específicamente el protocolo define el uso de mensajes MODBUS en un entorno intranet o internet usando los protocolos TCP/IP.

La especificación Modbus/TCP define un estándar interoperable en el campo de la automatización industrial, el cual es simple de implementar para cualquier dispositivo que soporte sockets TCP/IP. Todas las solicitudes son enviadas vía TCP sobre el puerto registrado 502 y normalmente usando comunicación half-duplex sobre una conexión dada. Es decir, no hay beneficio en enviar solicitudes adicionales sobre una conexión única mientras una respuesta está pendiente.

Modbus/TCP básicamente encapsula una trama MODBUS dentro de una trama TCP en una manera simple como se muestra en la figura a continuación.

### Modbus TCP



Fuente:Schneider Electric

#### 10.5.2 Software y beneficios de los protocolos Modbus

¿Que softwares soportan los protocolos Modbus RTU o TCO?

La mayoría de los softwares SCADA (Supervisor Control And Data Acquisition) soportan Modbus por ejemplo: Citect, ICONICS, iFIX, InduSoft (indusoft.php), Intouch, Entivity Studio, Entivity Live, Entivity VLC, Trace Mode, Wizcon, Wonderware... etc.

¿Cuales son los beneficios de utilizar el protocolo Modbus RTU/TCP?

- De código abierto, no se requiere pagar por licencia.

- Ampliamente soportado por HMIs o softwares SCADA
- Facil de usar
- Se pueden integrar varios equipos facilmente
- Bajo costo de desarrollo
- Conocido apliamente en la industria

### **10.5.3 Productos Modbus**

**tGW-715 (tGW-715.php) Módulo Modbus / TCP a RTU / ASCII gateway, 1 puerto RS 485/422, puerto Ethernet (10/100 Base-TX) con PoE.**

**tGW-718 (tGW-718.php) Tiny Modbus / TCP a RTU / ASCII gateway con PoE y 1 puerto RS-232/422/485 (RoHS).**

**tGW-722 (tGW-722.php) Tiny Modbus / TCP a RTU / ASCII gateway con PoE y 2 puertos RS-232 (RoHS)**

**tGW-725 (tGW-725.php) Tiny Modbus / TCP a RTU / ASCII gateway con PoE y 2 puertos RS-485 (RoHS).**

**GW-7473 (GW-7473.php) Modbus esclavo a la puerta de enlace Ethernet / IP.**

**GW-7662 (GW-7662.php) Convertidor (Gateway) de PROFINET a Modbus**

RTU/ASCII. Protección electrostática de 1.4 kV en cualquier terminal.  
CPU de 32-bit 32MB de RAM / 4MB Flash / 8 KB EEPROM. Rango de  
operación -25°C~75°C (13°F ~167°F).

**Productos Modbus**



Fuente:Schneider Electric

## **ANEXO 06**

## 10.6. Iluminación

### 10.6.1 Cuadro de cargas

| CUADRO DE CARGAS             |   |                    |                                 |                  |
|------------------------------|---|--------------------|---------------------------------|------------------|
| ITEM                         | DESCRIPCION   | POT. INSTALADA kW. | FACTOR DE DEMANDA               | MAX. DEMANDA kW  |
| 1                            | Iluminación General<br>25W/m <sup>2</sup> x8076.00m <sup>2</sup> .  | 201.9              | 20x1 = 20<br>181.9x0.8 = 145.52 | 165.52           |
| 2                            | EQUIPAMIENTO DE AREAS MECANICAS<br>*02 Bombas de agua 5 HP c/u<br>*02 Bombas sumidero 2.5 HP c/u<br>*01 Bombas contraincendio 20 HP<br>*01 Bombas "Jockey" 3 HP<br>*01 Compresora 15 HP<br>*02 Bombas de vacio 20 HP<br>TOTAL 73 HP | 54.6               | 0.75                            | 40.95            |
| 3                            | ASCENSORES, AIRE ACONDICIONADO,<br>EXTRACCION Y VENTILACION<br>*02 Ascensores 8 HP c/u 16 HP<br>*01 Montacarga 10 HP<br>Equipos de aire acondicionado 50HP<br>Extracción y ventilación  | 99.4               | 0.7                             | 69.58            |
| 4                            | EQUIPAMIENTO DE LABORATORIOS Y<br>CARGAS VARIAS   | 80                 | 0.65                            | 52               |
| 5                            | VOZ Y DATA, SISTEMAS DE SEGURIDAD,<br>ALARMAS, CONTROL Y MONITOREO  | 20                 | 1                               | 20               |
| <b>TOTAL MAXIMA DEMANDA:</b> |   |                    |                                 | <b>384.05 kW</b> |

Fuente: Elaboración propia



## 10.6.2 Calculo de iluminación referencial

Aulas típicas UNI 10/05/2018

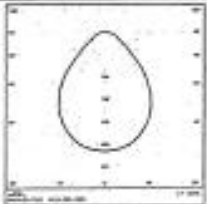
Tercero 1 / Sección 1 / Planta (nivel) 1 / Aula 1 / Lista de luminarias

# DIALux

### Aula 1

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz)  |
|--------------------|---|
| 3                  | <p>Philips Lighting RC480B W90L60 VPC AC-MLO<br/>LED425/- No<br/>Emisión de luz: 1<br/>Lámpara: 1xLED425/640/-<br/>Grado de eficacia de funcionamiento: 95.89%<br/>Flujo luminoso de lámpara: 4200 lm<br/>Flujo luminoso de las luminarias: 4198 lm<br/>Potencia: 39.5 W<br/>Rendimiento lumínico: 106.2 lm/W<br/>Temperatura de color: 3000 K<br/>Índice de reproducción de color: 100</p> |

Disponi de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Flujo luminoso total de lámparas: 37800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 37764 lm, Potencia total: 355.5 W, Rendimiento lumínico: 106.2 lm/W

DIALux

Página 2

## Plano útil 1

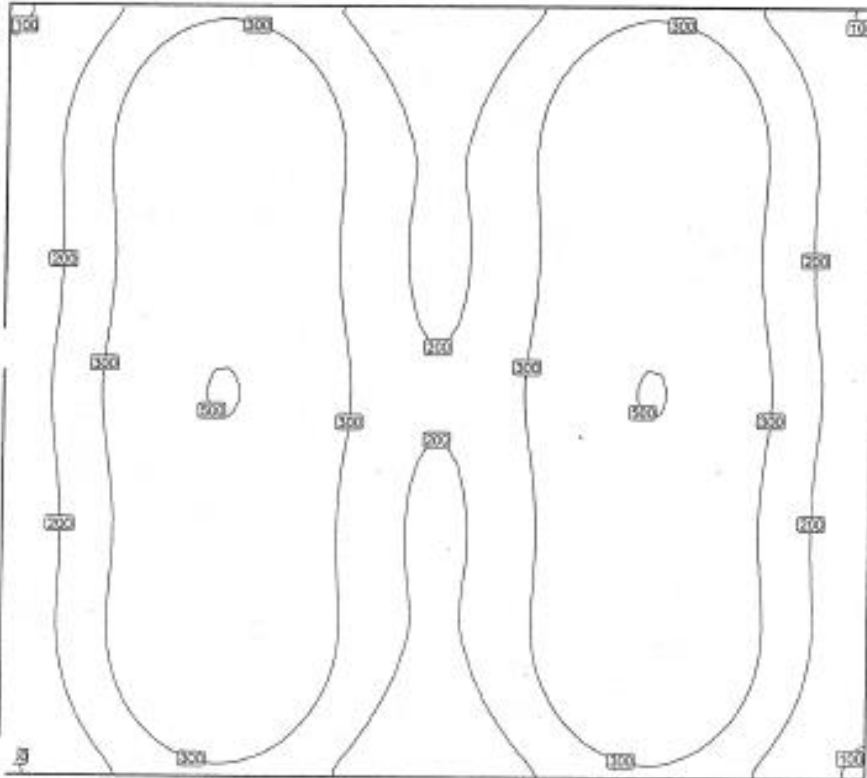


Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

| Resultado  | Media (nominal) | Min  | Max | Min./medio | Min./máx. |
|--|-----------------|------|-----|------------|-----------|
| Intensidad luminosa perpendicular [lx]                 | 350 (500)       | 90.7 | 505 | 0.30       | 0.18      |
| Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m |                 |      |     |            |           |

Perfil: Instituciones de formación - Centros de formación, Aulas para clases nocturnas y formación para adultos

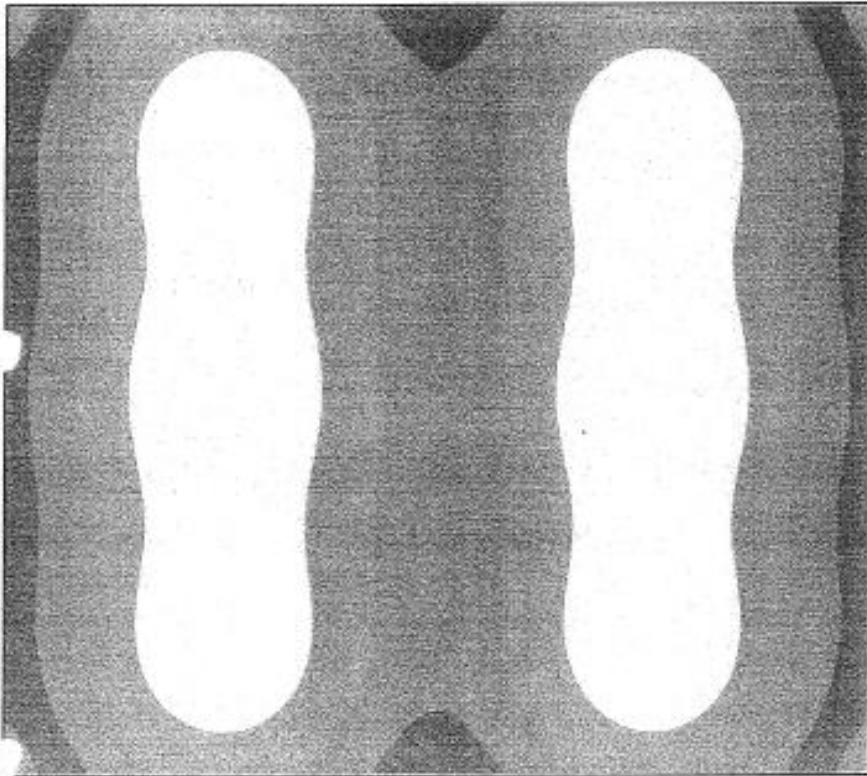
## Plano útil 1



Escala: 1 : 50

Intensidad luminosa perpendicular (Superficie)  
Media (med): 300 lx, MÍN: 90.7 lx, Máx: 505 lx, MÍN. medio: 0.50, MÍN. máx.: 0.18  
Altura del plano 02: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

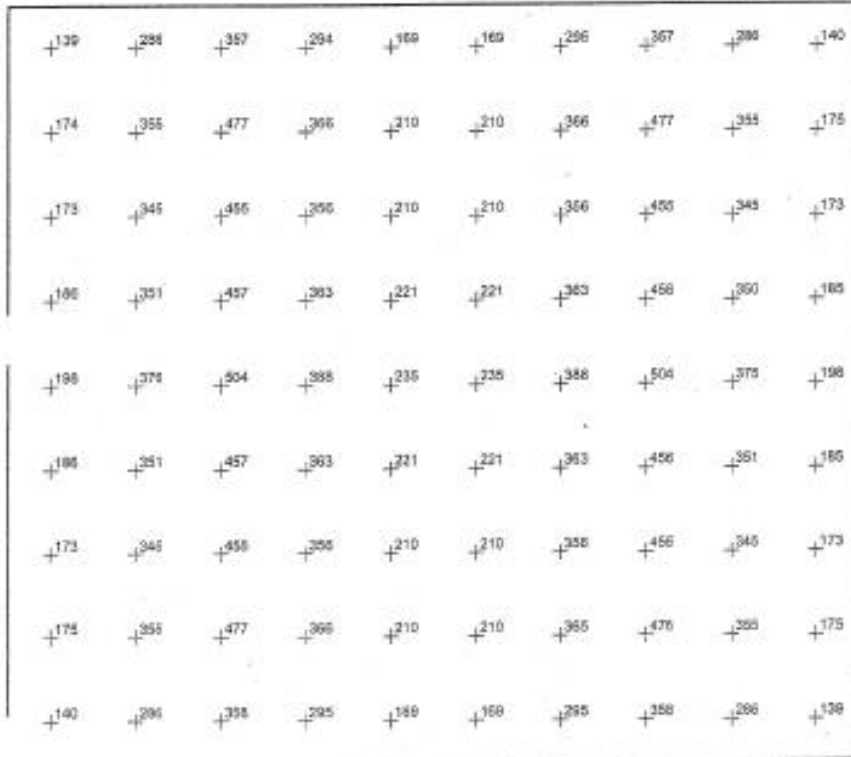
Plano útil 1



Escala: 1 : 50

Intensidad luminosa perpendicular (Superficie)  
Medio (oat): 300 lx, Min: 50.7 lx, Max: 505 lx, Min./medio: 0.30, Min./máx.: 0.18  
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

Plano útil 1



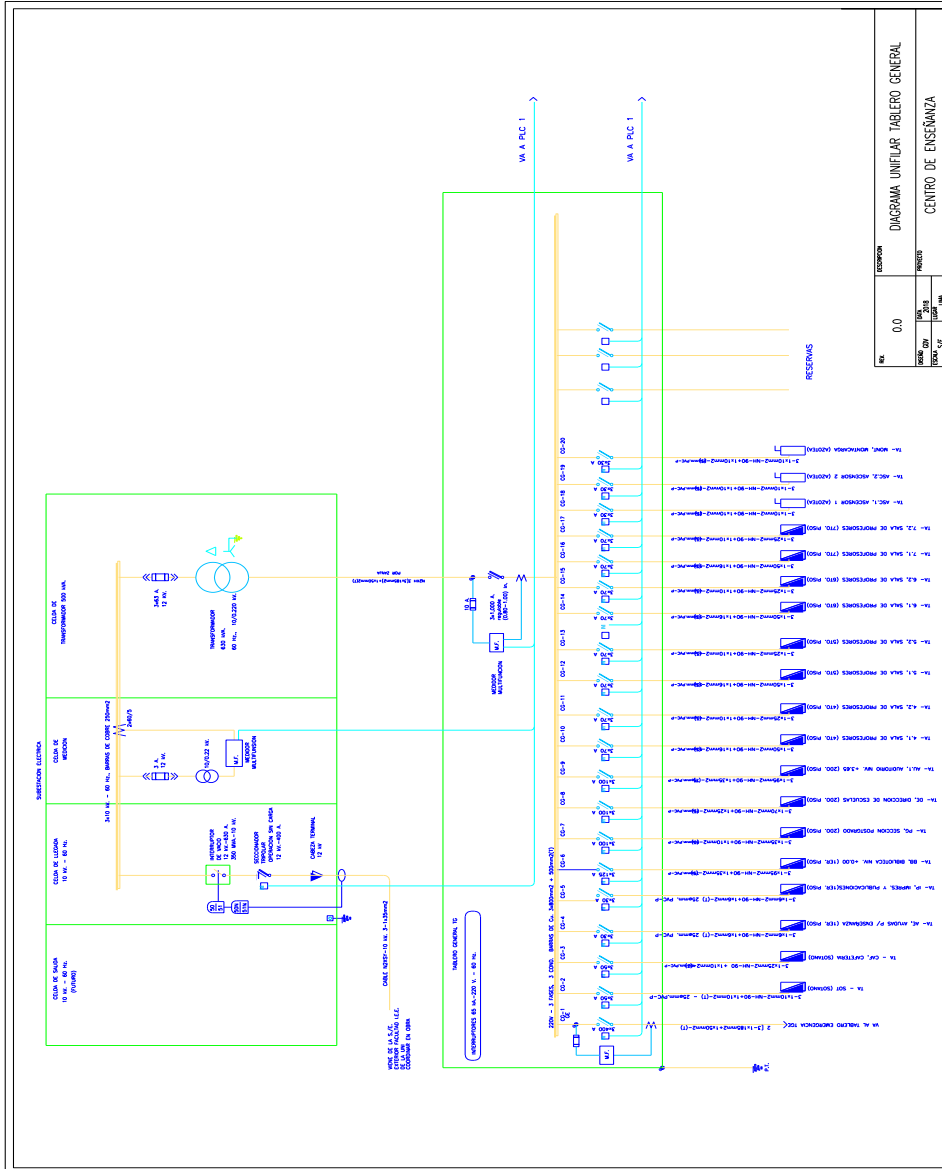
Escala: 1 : 50

Intensidad luminosa perpendicular (Superficie)  
 Medida (real): 300 lx, Min: 80.7 lx, Max: 505 lx, Min./medio: 0.30, Min./máx.: 0.16  
 Altura del plano 00: 0.800 m, Zona marginal: 0.060 m

## **ANEXO 07**

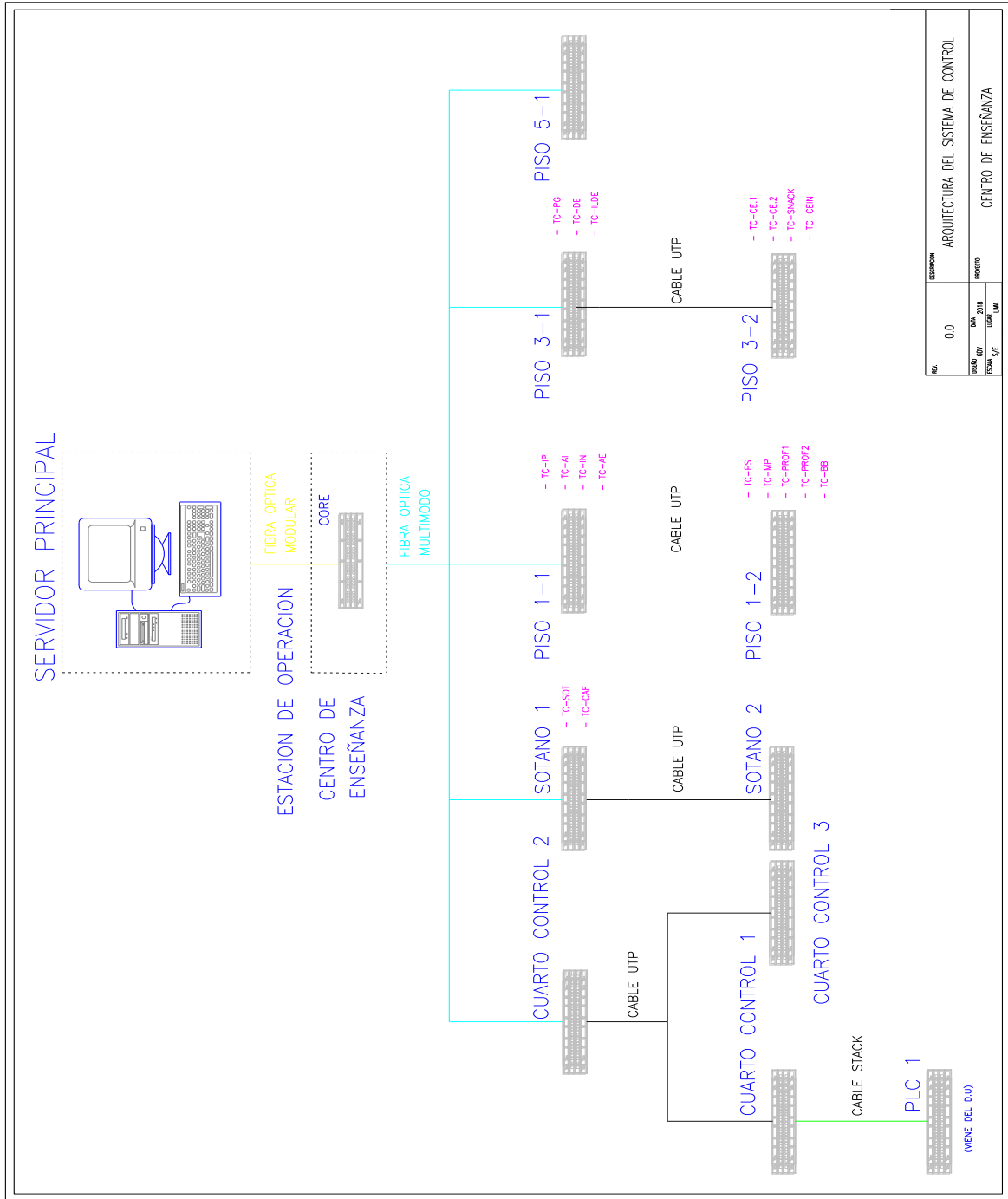
# 10.6. Planos As Built

## 10.6.1 Plano Tablero General



Fuente: Elaboración propia

## 10.6.2 Plano Arquitectura de control



Fuente: Consorcio Atis