

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROYECTO ELÉCTRICO PARA UNA EDIFICACIÓN Y LAS AREAS EXTERNAS EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Miguel A. Regalado F.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2016

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROYECTO ELÉCTRICO PARA UNA EDIFICACIÓN Y LAS AREAS EXTERNAS EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES

Tutor Académico: Ing. Nerio Ojeda

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Miguel A. Regalado F.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2016

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 02 de junio de 2016

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Miguel A. Regalado F., titulado:

“PROYECTO ELÉCTRICO PARA UNA EDIFICACIÓN Y LAS AREAS EXTERNAS EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Alexander Cepeda
Jurado

Prof. Julián Pérez
Jurado

Prof. Nerio Djeda
Prof. Guía

Miguel A. Regalado F.

**PROYECTO ELÉCTRICO PARA UNA EDIFICACIÓN Y LAS
AREAS EXTERNAS EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA
PROCESOS INDUSTRIALES**

Tutor Académico: Prof. Guía: Ing. Nerio Ojeda. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución. U.C.V. 2016. 89 h. + anexos

Palabras Claves: Proyecto Eléctrico, Canalizaciones, Instalaciones Eléctricas.

Resumen: En el presente trabajo de grado se desarrolla el proyecto eléctrico para una edificación y las áreas externas en la nueva sede de la carrera procesos industriales. El trabajo contempla, la acometida eléctrica, las tomas de uso general y especial, sistema de fuerza, sistema de iluminación externo e interno, iluminación de emergencia, instalación telefónica interna, el sistema de distribución eléctrica, planta externa de telefonía, sistema de puesta a tierra y sistema de protección contra descargas atmosféricas. Además, se contempla la incorporación de un grupo de respaldo que le suministrara energía a las cargas esenciales de la edificación al momento que el suministro principal falle.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO: CRITERIOS Y PREMISAS.....	4
2.1 Tensiones de trabajo.....	4
2.2 Factor de reserva.....	4
2.3 Estimación de la demanda.....	5
2.4 Conductores.....	5
2.5 Selección de conductores.....	6
2.5 Capacidad de corriente.....	7
2.6 Caída de tensión.....	7
2.7 Capacidad de cortocircuito.....	8
2.8 Tuberías.....	9
2.9 Iluminación.....	10
2.10 Iluminación de emergencia.....	11
2.10 Tomacorrientes de uso general y especial.....	12
2.11 Equipos de fuerza.....	13
2.12 Resistividad del suelo.....	14
2.13 Sistemas de puesta a tierra (SPAT).....	14
2.13.1 Sistema de puesta a tierra del Edificio Atención al Estudiante...	15
2.13.2 Sistema de puesta a tierra del sistema de distribución.....	16
2.14 Protecciones.....	17
2.14.1 Circuitos ramales de iluminación y tomas de uso general.....	17
2.14.2 Circuitos ramales que alimentan motores.....	17
2.14.3 Protección contra descargas atmosféricas.....	18
2.14.4 Curvas de disparo de interruptores automáticos.....	18
2.15 Tableros.....	19
2.16 Grupo electrógeno.....	20
2.16.1 Capacidad.....	20
2.16.2 Local.....	21
2.16.3 Tanque de combustible.....	21

2.17 Fuentes de potencia sin interrupción (UPS).....	22
2.18 Panel de transferencia.....	22
2.19 Telefonía.....	22
2.19.1 Planta Externa de Telefonía.....	22
2.19.2 Telefonía interna.....	23
2.20 Sistema de distribución.....	23
2.20.1 Transformadores.....	24
2.20.2 Corrientes de cortocircuito.....	25
2.20.3 Protecciones.....	25
2.21 Simbología.....	25
CAPÍTULO III.....	26
IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DEL EDIFICIO ATENCIÓN AL ESTUDIANTE Y ESPACIOS EXTERNOS A LAS EDIFICACIONES.....	26
3.1 Identificación de las áreas del edificio Atención al Estudiante.....	26
3.2 Identificación de las áreas externas a las edificaciones.....	27
3.3 Área Deportiva.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	28
4.1 Edificio Atención al Estudiante.....	28
4.2 Áreas externas.....	30
4.3 Demanda total estimada del Edificio Atención al Estudiante, las áreas externas y otras edificaciones del conjunto.....	31
CAPÍTULO V.....	33
EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE UN GRUPO DE ESPALDO EN EL EDIFICIO ATENCIÓN AL ESTUDIANTE.....	33
5.1 Grupo electrógeno.....	33
5.2 Mantenimiento, tipo de combustible y tipo de servicio.....	34
5.3 Equipos UPS y panel de transferencia.....	35
5.4 Decisión.....	35
CAPÍTULO VI.....	36
MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE ESPECIFICACIONES.....	36
6.1 Empresa instaladora.....	36
6.2 Descripción de la instalación eléctrica	36
6.2.1 Edificio Atención al Estudiante.....	36
6.2.1.1 Tableros.....	36
6.2.1.2 Circuitos ramales.....	42
6.2.1.3 Alimentadores.....	47
6.2.1.4 Capacidad de cortocircuito de los conductores.....	48
6.2.1.5 Tomas de uso general y especial.....	49
6.2.1.6 Puntos para iluminación e iluminación de emergencia.....	49
6.2.1.7 Suiches para la iluminación.....	50
6.2.1.8 Telefonía.....	50
6.2.1.9 Cajetines.....	51
6.2.1.10 Sistema de puesta a tierra.....	52
6.2.1.11 Sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	52

6.2.2	Áreas externas a las edificaciones y canchas deportivas.....	53
6.2.2.1	Tableros y circuitos ramales.....	53
6.2.2.2	Iluminación de las áreas externas.....	57
6.2.2.3	Capacidad de cortocircuito de los conductores.....	58
6.2.3	Red de distribución.....	58
6.2.3.1	Transformadores.....	60
6.2.3.2	Protecciones.....	61
6.2.3.3	Sistema de puesta a tierra (SPAT)	61
6.2.4	Planta externa de telefonía.....	62
6.3	Materiales y construcción.....	63
6.3.1	Edificio Atención al Estudiante.....	63
6.3.1.1	Tableros.....	63
6.3.1.2	Conductores.....	64
6.3.1.3	Tuberías.....	65
6.3.1.4	Tomacorrientes, cajetines y cajas de paso.....	66
6.3.1.5	Sistema de puesta a tierra.....	67
6.3.2	Iluminación de las áreas externas.....	67
6.3.3	Red de distribución.....	68
6.3.3.1	Transformadores.....	68
6.3.3.2	Conductores y bancada de tuberías.....	68
6.3.3.3	Sistema de puesta a tierra.....	69
CAPÍTULO VII.....		70
MEMORIA DE CÁLCULO.....		70
7.1	Edificio Atención al Estudiante.....	70
7.1.1	Cálculos de iluminación.....	70
7.1.2	Caídas de tensión.....	73
7.1.3	Capacidad de cortocircuito de los conductores.....	74
7.1.4	Sistema de puesta a tierra.....	75
7.1.5	Protección contra descargas atmosféricas.....	75
7.2	Áreas externas y canchas deportivas.....	77
7.2.1	Cálculos de iluminación.....	77
7.3	Sistema de distribución.....	79
7.3.1	Sistema de puesta a tierra.....	79
7.3.4	Corrientes de cortocircuito.....	79
7.3.6	Protección contra descargas atmosféricas.....	81
CAPÍTULO VIII.....		83
CÓMPUTOS MÉTRICOS Y PARTIDAS.....		83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		90
ANEXOS.....		93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Características de cada curva según la norma IEC 60898	19
Figura 6.1. Diagrama vertical edificio Atención al Estudiante.....	37
Figura 6.2. Coordinación de protecciones de los tableros T-CE, T-JE y T-RE...	45
Figura 6.3. Coordinación de protecciones del tablero T-EN.....	46
Figura 6.4. Coordinación de protecciones del tablero General.....	47
Figura 6.5. Coordinación de protecciones del tablero T-IE.....	56
Figura 6.6. Coordinación de protecciones del tablero T-CD.....	57
Figura 6.7. Diagrama unifilar de la red de distribución.....	59
Figura 7.1. Gráfico de colores falsos Planta Baja.....	72
Figura 7.2. Gráfico de colores falsos Piso 1.....	73
Figura 7.3. Gráfico de colores falsos de las canchas deportivas.....	78
Figura 7.4. Gráfico de colores falsos de las áreas externas.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características de los tipos de aislamientos a utilizar.....	6
Tabla 2.2. Características de iluminación según norma COVENIN 2249-93.....	10
Tabla 2.3. Características de iluminación según norma COVENIN 3290:1997..	11
Tabla 2.4. Características de iluminación según norma UNE-EN 12193:1999...	11
Tabla 2.5. Potencia de las tomas de uso general.....	13
Tabla 2.6. Resistencias de puesta a tierra según IEEE Std 142-2007.....	15
Tabla 2.7. Interruptores automáticos para la protección del circuito ramal.....	17
Tabla 2.8. Grados de protección NEMA/IP utilizados en el proyecto.....	20
Tabla 3.1. Áreas del Edificio Atención al Estudiante.....	26
Tabla 3.2. Áreas Externas.....	27
Tabla 3.3. Áreas deportivas.....	27
Tabla 4.1. Demanda estimada del tablero de control de estudios.....	28
Tabla 4.2. Demanda estimada del tablero de la enfermería.....	29
Tabla 4.3. Demanda estimada del PCM del sistema hidroneumático.....	29
Tabla 4.4. Demanda estimada del tablero de la junta estudiantil.....	29
Tabla 4.5. Demanda estimada del tablero de la rectoría.....	29
Tabla 4.6. Demanda estimada del tablero de fuerza para el aire acondicionado central.....	30
Tabla 4.7. Demanda estimada del PCM del elevador.....	30
Tabla 4.8. Demanda estimada del tablero para la iluminación de las áreas externas.....	30
Tabla 4.9. Demanda estimada del tablero de las canchas deportivas.....	31
Tabla 4.10. Demanda estimada de las áreas externas, Edificio Atención al Estudiante y otras edificaciones del conjunto.....	31
Tabla 5.1. Equipos electrógenos considerados.....	34
Tabla 5.2. Potencia de los equipos UPS.....	35
Tabla 6.1. Tablero general.....	38
Tabla 6.2. Tablero Control de Estudios.....	39
Tabla 6.3. Tablero Enfermería.....	39
Tabla 6.4. Tablero Junta Estudiantil.....	40
Tabla 6.5. Tablero Rectoría.....	40
Tabla 6.6. Tablero de fuerza para el aire acondicionado central.....	41
Tabla 6.7. Circuitos ramales de control de estudios.....	42
Tabla 6.8. Circuitos ramales de a enfermería.....	43
Tabla 6.9. Circuitos ramales de la junta estudiantil.....	43
Tabla 6.10. Circuitos ramales de la rectoría.....	44
Tabla 6.11. Especificaciones de los alimentadores.....	48
Tabla 6.12. Capacidad de cortocircuito de los conductores utilizados en el Edificio Atención al Estudiante.....	48
Tabla 6.13. Altura de las tomas de uso general y especial.....	49
Tabla 6.14. Pares y líneas telefónicas necesarias en el Edificio Atención al Estudiante.....	50

Tabla 6.15. Cajetines según su uso.....	51
Tabla 6.16. Valores de resistividad del suelo por el método de las dos capas....	52
Tabla 6.17. Características del anillo del sistema de puesta a tierra.....	52
Tabla 6.18. Número de sucesos peligrosos para una estructura.....	53
Tabla 6.19. Riesgo asociado a daños a seres vivos y con daños físicos.....	53
Tabla 6.20. Tablero Canchas Deportivas.....	54
Tabla 6.21. Tablero Iluminación Externa.....	54
Tabla 6.22. Características de los circuitos ramales de las canchas deportivas...	55
Tabla 6.23. Características de los circuitos ramales de la iluminación externa...	55
Tabla 6.24. Capacidad de cortocircuito de los conductores utilizados en las áreas externas.....	58
Tabla 6.25. Conductores del sistema radial y acometida de la red de distribución.....	60
Tabla 6.26. Transformadores de la red de distribución.....	60
Tabla 6.27. Corrientes de cortocircuito	61
Tabla 6.28. Características de los descargadores.....	61
Tabla 6.29. Características del conductor del sistema de puesta a tierra.....	62
Tabla 6.30. Pares telefónicos y líneas telefónicas necesarias en el conjunto.....	62
Tabla 6.31. Identificación de conductores.....	64
Tabla 7.1. Iluminancias de la plata baja.....	70
Tabla 7.2. Iluminancias del piso 1.....	71
Tabla 7.3. Iluminancias de las áreas externas.....	77
Tabla 7.1. Partidas del proyecto.....	83

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AWG: *American Wire Gauge* (Calibre de Alambre Estadounidense).

CEN: Código Eléctrico Nacional.

CORPOELEC: Corporación Eléctrica Nacional, S.A.

COVENIN: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

Em: Iluminancia media.

LED: Light-Emitting Diode

Pza. Piezas.

UNE-EN: Una Norma Española- European Norm.

SPAT: Sistema de puesta a tierra.

INTRODUCCIÓN

En el año 2009 se inicia la carrera de Ingeniería en Procesos Industriales en las instalaciones del Ciclo Básico de la Universidad Central de Venezuela, **Núcleo Experimental “Armando Mendoza”** en Cagua, Edo Aragua. Para el año 2013 se desarrolla un proyecto visualizando el potencial de la carrera, así como el desarrollo integral del estudiante. Sus elementos principales los conforman los edificios: auditorio, aulas, profesores y centro tecnológico. Además de contar de los siguientes espacios: canchas de usos múltiples, cafetines, estacionamientos, plazas, entre otras.

El proyecto consta de la parte de arquitectura solamente, por lo que se plantea la realización de este Trabajo Especial de Grado para desarrollar lo referente a las instalaciones eléctricas de: el edificio de Atención al Estudiante, Áreas Deportivas y comunes. Se incluye en el estudio la evaluación de propuestas que incorporen generación con un grupo de respaldo para cargas esenciales del edificio.

Como parte del alcance del trabajo se tienen los siguientes aspectos en el edificio: la acometida eléctrica, sistema de iluminación externa, interna y de emergencia, sistema de tomas generales, sistema de tomas especiales, instalación telefónica interna, sistema de puesta a tierra, sistema de protección contra descargas atmosféricas. En las Áreas Externas se encuentran las Deportivas y uso común donde se planteará un sistema de iluminación acorde a la instalación, incorporando puntos de suministro eléctrico.

Se incluirá en este Trabajo la red de Distribución Eléctrica y Planta Externa de Telefonía.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

En un proyecto nuevo se debe incorporar el suministro de energía eléctrica tomando entre otros aspectos las características de las instalaciones. Además, para el mismo se deben contemplar el uso eficiente de la energía y la existencia de talleres, laboratorios y espacios particulares de la carrera.

El Edificio Atención al Estudiante presenta 2 niveles o plantas, esta propuesto para tener: Centro de Estudiantes, Control de Estudio, Rectoría y Enfermería. En las Áreas Deportivas se ubican dos canchas de usos múltiples con tribunas.

Se establece como Áreas Comunes los siguientes espacios: estacionamientos, vialidad, paso peatonal, plaza y accesos.

Adicionalmente se debe realizar un Sistema de Distribución del conjunto de edificios. Así como, la red de telefonía Externa.

A diferencia de otros proyectos, se realizarán propuestas en que se considere y evalúe el suministro de energía en condición de emergencia en el edificio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar el proyecto eléctrico para una edificación y las Áreas Externas en la nueva sede de la carrera Procesos Industriales.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer los criterios y premisas para la realización de sistema eléctrico.
- Identificar las distintas áreas del edificio Atención al Estudiante, así como, los espacios externos a las edificaciones.
- Realizar la estimación de demanda del edificio y las áreas.
- Evaluar la incorporación de un grupo de respaldo en la edificación.
- Realizar la memoria descriptiva, de cálculo y especificaciones de la canalización, de tomas de uso general y especial, sistema de fuerza, sistema de iluminación externo e interno, iluminación de emergencia, instalación telefónica interna, sistema de puesta a tierra y sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- Realizar la memoria descriptiva, de cálculo y especificaciones de la red de Distribución Eléctrica y Planta Externa de Telefonía.
- Elaborar partidas, así como los cálculos métricos para la realización de la obra.
- Realizar los planos respectivos de los sistemas propuestos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO: CRITERIOS Y PREMISAS

En este capítulo se presentan los diferentes criterios y premisas que fueron establecidos tomando en cuenta la ubicación geográfica, aspectos ambientales, planos arquitectónicos y las normas tanto nacionales como internacionales que aplican a cada uno de los tipos de sistemas que serán especificados a lo largo de este trabajo Especial de Grado.

2.1 Tensiones de trabajo

Las tensiones utilizadas en la instalación eléctrica del conjunto serán de 208Y/120 V para las edificaciones y 120/240 monofásico para las áreas externas a las edificaciones correspondiendo con las tensiones normalizadas de servicio establecidas en la norma FONDONORMA 159:2008.

2.2 Factor de reserva

Este factor debe ser estimado de acuerdo a las extensiones previstas de la instalación, no obstante en caso de no disponerse de información precisa, basándonos en distintas referencias, se considera como mínimo un 20% de reserva para futuras ampliaciones. [1]-[2]

2.3 Estimación de la demanda

Para estimación de la demanda de las distintas áreas de los edificios, áreas externas y áreas deportivas, se tomará como referencia el CEN, la norma “*Estimación de Cargas y Constantes*” de la Electricidad de Caracas [3] y las normas COVENIN/FONDONORMA vigentes. En el cálculo de la demanda se tomará en cuenta la iluminación, tomas de uso general y el sistema de fuerza, de cada una de las áreas en estudio.

Para la estimación de la demanda de la iluminación se utilizará el programa DIALux evo 5, versión 5.5.0.24451.

Las tomas de uso general se estimarán según el CEN en su sección 220.14(I) y además se tomará en cuenta la potencia y número de equipos que se prevén utilizar en las distintas áreas del edificio Atención al Estudiante.

2.4 Conductores

Según el CEN en su artículo 310.5 el calibre mínimo de los conductores a utilizar en las instalaciones será AWG #14. Considerando las características ambientales se utilizará un aislamiento tipo THW de 75°C en las áreas donde la tensión no exceda los 600V. La temperatura promedio anual de la zona es de 26 °C por lo que no se harán correcciones por temperatura en las ampacidades nominales de los conductores.

Los alimentadores se seleccionarán según el artículo 215.2(A)(1) del CEN, que establece que *“Los calibres mínimos, antes de aplicar cualquier ajuste debido a factores de corrección, tendrán una capacidad permisible no menor que la carga no continua mas un 125 por ciento de la carga continua” [5].*

El aislamiento a utilizar en el sistema de distribución subterráneo será de tipo XLPE de 90°C capaz de soportar una tensión de hasta 15kV.

La selección del calibre del conductor de tierra se hará según el CEN en sus artículos 250.66 y 250.122. En la tabla 2.1 se muestran los tipos de aislamiento a utilizar en el proyecto y sus características.

Tabla 2.1. Características de los tipos de aislamientos a utilizar.

Tipo	Temperatura máxima (°C)	Material aislante	Cubierta protectora
THW	75	Termoplástico resistente al calor y a la humedad	Ninguna
XLPE	90	Polietileno de cadena cruzada resistente al calor	Policloruro de Vinilo

2.5 Selección de conductores

La selección de los conductores se hará de manera que se garantice la integridad de los mismos y el buen funcionamiento de los equipos en todo momento. Para garantizar esto se tomarán en cuenta 3 aspectos, capacidad de corriente, caída de tensión y capacidad de cortocircuito.

2.5 Capacidad de corriente

Los conductores tendrán una capacidad de corriente mayor o igual a la demanda estimada de los circuitos que alimente, de tal forma que no se exceda la temperatura de operación. La selección por capacidad de corriente se hará según el artículo 310.15 y la Tabla 310.16 del CEN.

2.6 Caída de tensión

La caída de tensión del circuito ramal en su punto más lejano no deberá exceder el 3%. Se permitirá una caída de tensión en la acometida y alimentadores de 2%. La caída de tensión total de la acometida, alimentadores y el circuito ramal en su punto más lejano no deberá exceder el 5% como se establece en el CEN en su artículo 210.19(A)(1). La caída de tensión en un conductor será calculada como muestra en la ecuación (1).

$$\Delta V\% = \sum_{i=1}^n S_i * L_i * \frac{(r * \text{Cos}\theta + x * \text{Sen}\theta)}{K * V^2} \quad (1)$$

Donde:

$\Delta V\%$ = Caída de tensión (%).

S = Potencia aparente de la carga (kVA).

L = Longitud del conductor (km).

V = Tensión de alimentación (kV).

r = Resistencia de la línea (Ω/km).

x = Reactancia de la línea (Ω/km).

$\text{Cos}\theta$ = Factor de potencia.

$K = 5$, para circuitos monofásicos.

$K = 10$ para circuitos trifásicos.

2.7 Capacidad de cortocircuito

En la ocurrencia de un cortocircuito se generan temperaturas muy elevadas en los conductores, por lo que se puede superar la temperatura máxima que soportan. La capacidad de cortocircuito se refiere a la magnitud de corriente que puede soportar un conductor sin que su aislante presente daños y se evaluará como se muestra en la ecuación (2) según la Tabla 240.92(B) del CEN.

$$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) * t = 0,0297 * \text{Log}\left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right) \quad (2)$$

Donde:

I = Corriente de cortocircuito (A).

A = Área del conductor (cmil).

t = Tiempo del cortocircuito (s).

T_1 = Temperatura inicial del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

T_2 = Temperatura final del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

Las corrientes máximas que soportarán los conductores durante un cortocircuito se calcularán para un tiempo de 16,67 ms equivalente al tiempo máximo de respuesta de un interruptor termomagnético ante un cortocircuito.

2.8 Tuberías

En las áreas no expuestas al medio ambiente o donde puedan embutirse, se utilizarán tuberías de acero galvanizado sin rosca, tipo EMT, del diámetro necesario para que puedan alojar la cantidad de conductores deseados según la Tabla C1(A) del CEN.

En las áreas expuestas al medio ambiente se utilizarán tuberías de acero galvanizado con rosca, conduit tipo IMC del diámetro necesario para que puedan alojar la cantidad de conductores deseados según la Tabla C4 del CEN.

Para el sistema de distribución se utilizarán tuberías de acero galvanizado con rosca, conduit tipo IMC del diámetro necesario para que puedan alojar la cantidad de conductores deseados según la Tabla C4 del CEN y se distribuirán a lo largo de canales cubiertos por concreto de baja resistencia, formando así bancadas de tuberías, de ésta manera se asegura la protección de los conductores y en caso de ser necesario, el fácil reemplazo o expansión del sistema. Se dejarán tuberías vacías para futuras expansiones del sistema.

2.9 Iluminación

Para el cálculo de la iluminación se utilizará el programa DIALux evo 5, versión 5.5.0.24451, con el cual se encontrará la distribución de las luminarias para cumplir con las iluminancias establecidas en las normas COVENIN 2249-93, UNE-EN 12193:1999 y COVENIN 3290:1997. Para el cálculo se tomarán en cuenta:

- La iluminancia media (E_m): Es la iluminancia promedio en el área de cálculo.
- La uniformidad media (U_m): Es el cociente entre la iluminancia media y la iluminancia máxima registrada en el área de cálculo.
- La uniformidad general (U_g): Es el cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia máxima registrada en el área de cálculo.

En las tablas de la 2.2 a la 2.4 se muestran las características de la iluminación según el área a iluminar.

Tabla 2.2. Características de iluminación según norma COVENIN 2249-93

Servicios y Baños		Oficinas	
Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$	Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$
Archivos		Recepciones	
Em (LUX)	$200 \leq E_m \leq 500$	Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$
Salas, Pasillos y Escaleras		Salas de Descanso	
Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$	Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$
Salas de Espera		Sala de Reuniones	
Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$	Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$
Cosultorios: Recepción		Consultorios	
Em (LUX)	$100 \leq E_m \leq 200$	Em (LUX)	$200 \leq E_m \leq 500$

Tabla 2.3. Características de iluminación según norma COVENIN 3290:1997

Vialidad y Estacionamiento		Accesos Vehiculares	
Em (LUX)	≥ 15	Los accesos deben tener un nivel igual a 2 veces el de la vía en que se encuentren	
Um	$\geq 0,30$		
Ug	$\geq 0,15$		
Pasillos Techados		Zonas Peatonales	
Em (LUX)	≥ 80	Em (LUX)	≥ 15
Um	$\geq 0,20$	Um	$\geq 0,15$
Ug	N/A	Ug	N/A
		Zonas Verdes Accesibles	
		Em	≥ 10
		Um	N/A
		Ug	N/A

Tabla 2.4. Características de iluminación según norma UNE-EN 12193:1999

Canchas Deportivas (PA)		Canchas Deportivas (TA)	
Em (LUX)	≥ 200	Em (LUX)	≥ 150
Um	$\geq 0,5$	Um	N/A
Ug	N/A	Ug	N/A
		Gradas	
		Em (LUX)	≥ 10
		Um	N/A
		Ug	N/A

2.10 Iluminación de emergencia

Se instalarán equipos unitarios de emergencia, que deben cumplir con la norma COVENIN 1472-2000, para garantizar la seguridad de las personas de la edificación a la hora de una falla en el suministro principal de energía. Las características y alimentación de los equipos deberán cumplir con el artículo 700.12(F) del CEN, que establece un mínimo de 1,5 horas de operación y permite

alimentarlos desde el circuito ramal de iluminación mas cercano . Las luminarias de emergencia estarán ubicadas en las siguientes áreas:

- En todas las puertas de salida previstas para ser utilizadas en caso de emergencia.
- En las salidas de seguridad y en función de dónde se hayan instalado los indicadores de seguridad.
- Cerca de cada salida e inmediatamente fuera de la misma.
- Cerca de las escaleras de modo que cada escalón reciba luz directa.
- En cada punto en el que se produzca un cambio de dirección.
- Cerca de cada zona de primeros auxilios.
- Cerca de cada cambio de nivel del suelo.
- En cada intersección de pasillos.
- Cerca de cada dispositivo de seguridad contra incendios y de cada punto de llamada.

2.10 Tomacorrientes de uso general y especial

Deberán cumplir con la norma COVENIN 1555:1980. En la tabla 2.5 se especifican las características de los tomacorrientes según su uso.

Tabla 2.5. Potencia de las tomas de uso general.

Equipos	Tensión (V)	Potencia Máxima (VA)	Tipo de Toma
Electrónicos (Computadoras, Televisores, Cargadores y afines)	120	1800	2P + T
Electrodomésticos (Licuadoras, Tostadoras, Microondas y afines)	120	1800	
Equipos de Mantenimiento (Aspiradoras, Pulidoras y afines)	120	1800	
Equipos de uso especial (Equipos de enfermería, equipos industriales y afines)	208	7500	

2.11 Equipos de fuerza

Debido a que la información de los sistemas de fuerza no fue suministrada, la demanda fue estimada tomando en cuenta la norma “*Estimación de Cargas y Constantes*” de la Electricidad de Caracas [3], además se le hicieron consultas sobre el tema al Ing. Mecánico Miguel Antonio Regalado, el cual sugirió el mejoramiento del sistema hidroneumático (SH) del edificio Atención al Estudiante y sugirió la capacidad del sistema de aire acondicionado. Para el cálculo de la demanda se tomó en cuenta sólo la maquina rotativa asociada al equipo de fuerza, debido a que es el elemento de mayor consumo, por lo que se estableció:

- La incorporación de un ascensor con una maquina rotativa de 3 HP.
- La incorporación de dos bombas de 2 HP y un compresor de 1 HP para el sistema hidroneumático.

- Un sistema de aire acondicionado de tipo central con una capacidad de 100 toneladas de refrigeración.

2.12 Resistividad del suelo

La resistividad del suelo será extraída del TEG “PROYECTO ELÉCTRICO PARA DOS EDIFICACIONES EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES” del Ingeniero Nicolás Calviño. [1]

2.13 Sistemas de puesta a tierra (SPAT)

El sistema de puesta a tierra del Edificio Atención al Estudiante y del sistema de distribución tendrá como fin:

- Habilitar la conexión a tierra en sistemas con neutro a tierra.
- Proporcionar un medio eficaz de descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos de mantenimiento.
- Limitar las tensiones debidas a rayo, fallas a tierra, sobretensiones transitorias de línea o contactos accidentales con líneas de alto voltaje.
- Estabilizar la tensión durante condiciones normales de operación.

2.13.1 Sistema de puesta a tierra del Edificio Atención al Estudiante

Se usará un anillo que rodeará al edificio, que estará a una profundidad no menor de 75 cm según el CEN en su artículo 250.53(2)(F) y a partir de los datos de resistividad del suelo se calculará la resistencia de puesta a tierra que deberá cumplir con la resistencia recomendada en la norma IEEE Std 142-2007 mostrada en la tabla 2.6. La resistencia de puesta a tierra se calculará mediante la fórmula (3).

Tabla 2.6. Resistencias de puesta a tierra según IEEE Std 142-2007

Uso	Resistencia de puesta a tierra (Ω)
Para grandes subestaciones, estaciones de generación y líneas de transmisión	≤ 1
Para subestaciones de plantas industriales, edificios y grandes instalaciones comerciales	1 a 5
Para un electrodo simple	≤ 25

$$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln\left(\frac{32D^2}{ds}\right) \quad (3)$$

Donde:

R = Resistencia de puesta a tierra (Ω)

ρ = Resistividad del terreno (Ω -cm)

D = Diámetro del anillo (cm)

s = Profundidad a la que es enterrado el anillo (cm)

d = Diámetro del conductor (cm)

2.13.2 Sistema de puesta a tierra del sistema de distribución

Se usará un conductor desnudo horizontal que estará ubicado por debajo de la bancada de tuberías del sistema de distribución y que recorrerá los puntos de transformación de todo el sistema. A partir de los datos de resistividad del suelo se calculará la resistencia de puesta a tierra que deberá cumplir con la resistencia recomendada en la norma IEEE Std 142-2007 mostrada en la tabla 2.6. La resistencia de puesta a tierra se calculará mediante la formula (4).

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \left(\frac{16L^2}{as} \right) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right) \quad (4)$$

Donde:

R = Resistencia de puesta a tierra (Ω)

ρ = Resistividad aparente del terreno (Ω -cm)

L = Longitud del conductor enterrado (cm)

s = Profundidad a la que es enterrado el conductor (cm)

a = radio del conductor (cm)

2.14 Protecciones

2.14.1 Circuitos ramales de iluminación y tomas de uso general

Las protecciones a utilizar en los tableros serán de tipo termomagnético, con al menos una capacidad de corte de 10kA. Las protecciones deberán tener un valor igual o inferior a la ampacidad máxima del conductor, según lo permitido en la sección 240 del CEN.

2.14.2 Circuitos ramales que alimentan motores

El circuito ramal será protegido según el tipo de motor y atendiendo al artículo 430.52 del CEN, que establece en porcentaje de la corriente nominal del motor, los valores de disparo, instantáneo y de tiempo inverso de los interruptores asociados al circuito ramal. En la tabla 2.6 se muestran las características de las protecciones.

Tabla 2.7. Interruptores automáticos para la protección del circuito ramal

Tipo de Motor	Porcentaje de la corriente a plena carga	
	Interruptores automáticos	
	Disparo instantáneo	De tiempo inverso
Motores monofásicos	800	250
Jaula de ardilla que no sea de diseño B eficiencia de energía	800	250
Diseños B eficiente de energía	1100	250

2.14.3 Protección contra descargas atmosféricas

La necesidad o no de un sistema de protección contra descargas atmosféricas en las edificaciones, será determinada con las normas FONDONORMA 599-1:2013, 599-2:2013, 599-3:2013 y 599-4:2013.

Para la protección de la red de distribución se implementarán descargadores que protegerán a los transformadores, los descargadores serán seleccionados adecuadamente para cumplir con los límites de aislamiento del transformador y protegerlos de manera efectiva contra las descargas atmosféricas.

2.14.4 Curvas de disparo de interruptores automáticos

Para los casos que los interruptores tengan fijos los valores de disparo por sobrecarga y cortocircuito, se deberán identificar las curvas de disparo características. En la figura 2.1 se muestran las características de cada curva según la norma IEC 60898. [35]

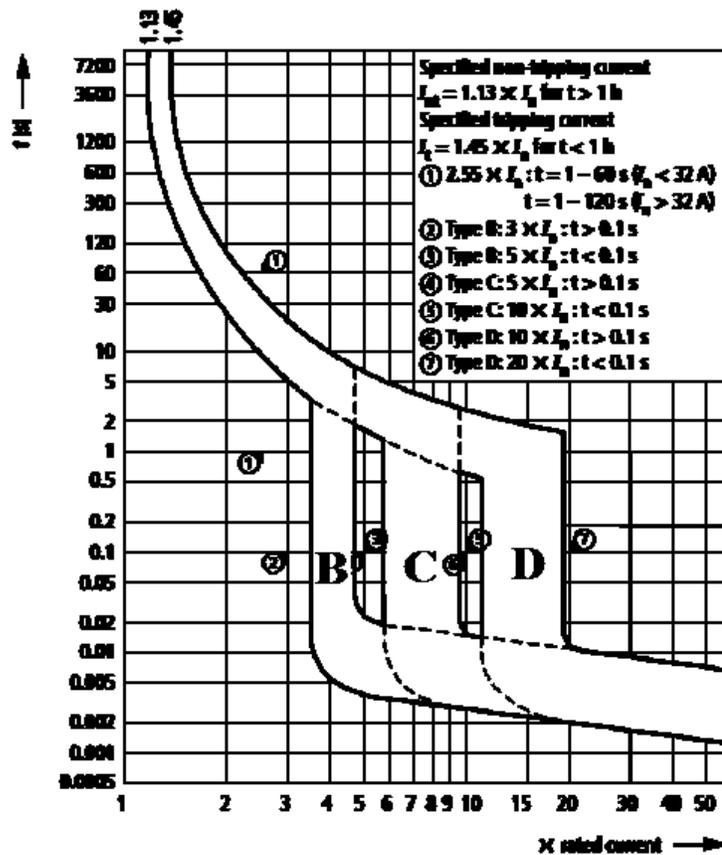


Figura 2.1. Características de cada curva según la norma IEC 60898

2.15 Tableros

Los tableros a utilizar deberán cumplir con los lineamientos establecidos en el CEN sección 110 y la norma CONVENIN 542-99. Poseerán una protección principal y se dejarán circuitos adicionales para futuras expansiones. Las barras los tablero serán de cobre electrolítico de pureza no inferior a 99,9% y de alta conductividad. Sus envolventes deberán cumplir con los grados de protección IP establecidos en la norma COVENIN 540-98 o los grados de protección NEMA, según las características ambientales de su ubicación. En la tabla 2.8 se muestran los grados NEMA e IP considerados en el proyecto.

Tabla 2.8. Grados de protección NEMA/IP utilizados en el proyecto

Grado de protección	Descripción
IP51	Protegido parcialmente del polvo y frente a caída verticales de gotas.
IP53	Protegido parcialmente del polvo y agua en forma de lluvia.
NEMA 2	Instalación interior, protege contra la caída de suciedad y el goteo de agua.
NEMA 3	Instalación exterior, protege contra lluvia, agua, nieve y polvo transportado por el viento; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario.

2.16 Grupo electrógeno

Para la especificación del grupo electrógeno se tomó como referencia la sección 700 del CEN. Le grupo electrógeno deberá seguir los lineamientos establecidos en la sección 445 del CEN.

2.16.1 Capacidad

Alimentará la planta baja del Edificio Atención al Estudiante donde se encuentran las dos cargas críticas del edificio como lo son control de estudios y enfermería, por lo que tendrá una capacidad suficiente para abastecer esta área y la reserva contemplada.

2.16.2 Local

El local del grupo electrógeno deberá estar separado por lo menos un metro de la colindancia con otras edificaciones y el local cumplirá con las siguientes condiciones:

- Deberá estar cerca de los equipos de distribución eléctrica.
- No causará molestias ocasionadas por el ruido y las posibles vibraciones.
- Deberá garantizar un suministro adecuado de aire para enfriamiento, tanto en cantidad como en temperatura y limpieza.
- La dirección de los gases de la combustión no deberá afectar el ambiente una vez salen de los ductos de escape.
- Tendrá presente la dirección de la descarga de aire caliente.
- Garantizar facilidades para el suministro de combustible.
- Tener buena accesibilidad al área.

2.16.3 Tanque de combustible

El tanque de suministro se instalará lo más cerca posible del grupo electrógeno y a una altura, preferiblemente al mismo nivel de la planta eléctrica, que no presente inconvenientes para que la bomba de combustible integrada al equipo pueda succionar el combustible. La capacidad del tanque de combustible deberá garantizar la operación del equipo a plena carga por un lapso mínimo de 2 horas como lo establece el artículo 700.12(2) del CEN.

2.17 Fuentes de potencia sin interrupción (UPS)

Este sistema alimentará todos los equipos informáticos de la enfermería y control de estudios. El sistema contará con la potencia suficiente para cubrir la demanda de los equipos y la reserva contemplada por un tiempo del al menos 1,5 horas como lo establece el CEN en su artículo 700.12(C).

2.18 Panel de transferencia

Efectuará la conmutación entre la fuente de alimentación principal y el grupo electrógeno inmediatamente después de que el servicio principal falle. Conmutará de nuevo a la fuente principal 10 minutos después de que el servicio esté totalmente reestablecido. Tendrá una capacidad adecuada para el manejo al grupo electrógeno y cumplirá con los lineamientos establecidos en el artículo 701.7 del CEN.

2.19 Telefonía

2.19.1 Planta Externa de Telefonía

La acometida de la compañía CANTV llegará a la caja externa de distribución, de la cual partirán los pares telefónicos hacia cada una de las edificaciones. La canalización será de tipo subterránea, con tubos de poly-cloruro de vinilo (PVC) y contará con los pares telefónicos suficientes para satisfacer la demanda del conjunto más la reserva contemplada. Los cables telefónicos multipares deberán cumplir con la norma COVENIN 3198:1995.

2.19.2 Telefonía interna

Los pares telefónicos que lleguen a la caja de distribución principal del edificio serán canalizados hacia la central telefónica y de ahí partirán hacia cada piso siguiendo una distribución radial. Se repartirán los pares telefónicos de acuerdo a la norma COVENIN 2454: 1999, dejando al menos un par como reserva por puesto de trabajo. La telefonía interna se diseñará bajo las siguientes premisas de acuerdo con las “*Normas de Cableado Interno*” de C.A.N.T.V.:

- La instalación telefónica nunca irá dentro de los ductos de aire acondicionado, ni compartirá los pozos de elevación de ascensores.
- Los conductores de las instalaciones telefónicas no se instalarán en ninguna tubería o ductos junto con conductores de los diferentes sistemas, éstos deben ir por rutas separadas.
- Las tuberías del servicio telefónico no deben estar superpuestas a lo largo de toda su ruta con ninguna otra tubería extraña, permitiéndose solamente los cruces transversales o diagonales con ellas. Cuando se efectúen cruces, debe observarse que la ruta de las tuberías para teléfonos esté por encima de las aguas blancas o negras y por debajo de las de gas; el cruce con el servicio de electricidad puede ser por arriba o por debajo, pero conservando una distancia de 5 cm.

2.20 Sistema de distribución

Al considerar los distintos tipos de redes de distribución se determinó que una red subterránea tipo radial es la más conveniente para el conjunto, debido a las siguientes ventajas:

- La sede de la carrera Procesos Industriales es una obra arquitectónica, por lo que una red subterránea no interfiere, ni desmejora la apariencia del lugar.
- Las redes subterráneas tienen un costo de mantenimiento muy inferior comparado con otros tipos de distribución, gracias a su fácil acceso. [4]
- Posee una vida útil prolongada, mayor a 30 años. [4]
- Es menos propenso a tomas ilegales. [4]
- Están protegidas ante accidentes y agentes externos al sistema, como lo son, accidentes de tránsito, fauna y flora que pueda causar fallas en el sistema, etc., por lo que la calidad y continuidad del servicio es superior a otros tipos de distribución.
- Las redes radiales tienen el menor costo de construcción en comparación con otras topologías.

2.20.1 Transformadores

Se instalarán transformadores de tipo pedestal y debido al bajo costo de instalación y el menor riesgo de incendio serán de tipo seco. Estarán ubicados lo más cerca posible del conjunto de cargas a alimentar, donde haya fácil acceso peatonal y de maquinaria pesada durante las 24 horas del día, con ventilación según los requisitos del CEN en sus secciones 450.9 y 450.45. Los transformadores tendrán una potencia suficiente para suplir la demanda de las edificaciones, más un 20% de reserva. [1]-[2]

2.20.2 Corrientes de cortocircuito

El cálculo se realizará para una falla trifásica en un punto muy cerca del lado de baja del transformador, obteniendo así la peor condición de cortocircuito. Los transformadores utilizados para el cálculo tendrán una impedancia de 0,0575 p.u. según norma IEEE C57.12.34 y se tomarán las siguientes premisas:

- La tensión pre-falla es de 1.05 p.u.
- La fuente de alimentación siempre se considerará una barra infinita.
- Se consideran todas las edificaciones y áreas externas cargas pasivas.
- Las impedancias de secuencia positiva y negativa son iguales a la impedancia del transformador y la impedancia de secuencia cero es igual al 85% de la impedancia del transformador.[5]

2.20.3 Protecciones

Los interruptores a utilizar en el sistema de distribución serán de vacío y tendrán un poder de corte de al menos 10kA.

2.21 Simbología

La simbología que se utilizará en los diagramas verticales, planos y diagramas unifcareares corresponde a la especificada en las normas COVENIN 391-74 y COVENIN 398:1984.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DEL EDIFICIO ATENCIÓN AL ESTUDIANTE Y ESPACIOS EXTERNOS A LAS EDIFICACIONES

3.1 Identificación de las áreas del edificio Atención al Estudiante

Este edificio consta de dos plantas, en las que se ubicarán, la enfermería, control de estudios, la rectoría y el centro de estudiantes. Se identificaron las áreas por planta y por función, como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Áreas del Edificio Atención al Estudiante.

Ubicación	Función	Área (m²)
Planta Baja	Enfermería	370
	Pasillo Principal	169
	Sala Principal	268
	Pasillo CE/EN	134
	Servicios Higiénicos	120
	Control de Estudios	263
Piso 1	Rectoría	368
	Pasillo Principal	147
	Sala Principal	235
	Pasillo JE/RE	133
	Servicios Higiénicos	120
	Junta Estudiantil	263

3.2 Identificación de las áreas externas a las edificaciones

Las áreas externas están conformadas por las áreas verdes, la Plaza Torre del Reloj, pasos peatonales, estacionamiento y vialidad del conjunto. Se identificaron las áreas por función, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Áreas Externas.

Ubicación	Función	Área (m²)
Plaza Torre del Reloj	Pasillos Techados	393
	Accesos	853
	Áreas de Circulación	2018
	Áreas Verdes Plaza	1141
Paso Peatonal	Pasillos Techados	1700
Vialidad	Paso Vehicular y Estacionamiento	7841

3.3 Área Deportiva

El área deportiva esta conformada por dos canchas techadas que tendrán usos múltiples. Se identificaron las dos canchas, como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Áreas deportivas.

Ubicación	Función	Área (m²)
Áreas Deportivas	Cancha de usos Múltiples 1	600
	Cancha de usos Múltiples 2	600

CAPÍTULO IV

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Para la estimación de la demanda se tomaron los factores de demanda establecidos en el CEN en su SECCIÓN 220: Cálculos de Circuitos Ramales, Alimentadores y Acometidas y la norma “Estimación de Cargas y Constantes” de la Electricidad de Caracas [2], donde se establecen los factores de demanda para cada una de las cargas dispuestas en el edificio Atención al Estudiante.

4.1 Edificio Atención al Estudiante

En las tablas de la 4.1 a la 4.7 se muestra la demanda estimada de cada uno de los tableros de la edificación.

Tabla 4.1. Demanda estimada del tablero de control de estudios

Tablero	Equipo	Potencia (kVA)	Factor de Demanda	Demanda Estimada (kVA)
T-CE	Luminarias Escaleras	0,157	1	0,157
	Luminarias Sala Principal	0,732	1	0,732
	Luminarias Pasillo CE/EN	0,366	1	0,366
	Luminarias Servicios Higiénicos	0,366	1	0,366
	Luminarias Control de Estudios	0,940	1	0,940
	Computadoras CE	3	1	3
	Equipos Varios	7	1	7
	Equipos Varios	1,81	0,5	0,905
Total				13,466

Tabla 4.2. Demanda estimada del tablero de la enfermería

T-EN	Luminarias Enfermería	1,515	1	1,515
	Luminarias Pasillo Principal	0,366	1	0,366
	Esterilizador de calor seco	5,6	1	5,6
	Equipos de Rayos X Dental	4,4	1	4,4
	Silla Odontológica	4,8	1	4,8
	Compresor Dental	3	0,65	1,95
	Computadoras EN	3,5	1	3,5
	Equipos Varios	3,6	1	3,6
Total				25,731

Tabla 4.3. Demanda estimada del PCM del sistema hidroneumático

PCM-SH	Bombas del SH	5,600	0,65	3,640
	Compresor del SH	1,400	0,65	0,910
Total				4,55

Tabla 4.4. Demanda estimada del tablero de la junta estudiantil

T-JE	Luminarias Sala Principal	0,575	1	0,575
	Luminarias Pasillo JE/RE	0,366	1	0,366
	Luminarias Servicios Higiénicos	0,366	1	0,366
	Junta Estudiantil	0,940	1	0,940
	Computadoras JE	2,5	1	2,5
	Equipos Varios	7,5	1	3,780
	Equipos Varios	2,03	0,5	6,015
Total				14,542

Tabla 4.5. Demanda estimada del tablero de la rectoría

T-RE	Luminarias Rectoría	1,358	1	1,358
	Luminarias Pasillo Principal	0,366	1	0,366
	Computadoras RE	4,5	1	4,5
	Equipos Varios	4,32	1	4,32
Total				10,544

Tabla 4.6. Demanda estimada del tablero de fuerza para el aire acondicionado central

TF-A/A	Aire Acondicionado	100	0,85	85
Total				85

Tabla 4.7. Demanda estimada del PCM del elevador

PCM-EL	Ascensor	3,9	0,85	3,315
Total				3,315

Al sumar las demanda de las distintas cargas se estima que el Edificio atención al Estudiante tendrá una demanda de 157,2 kVA. Al tomar en cuenta el factor de reserva de 20% se obtiene que la demanda estimada será de 188,6 kVA.

4.2 Áreas externas

En las tablas 4.8 y 4.9 se presentan las cargas estimadas según la función del área a iluminar.

Tabla 4.8. Demanda estimada del tablero para la iluminación de las áreas externas

Tablero	Lugar	Potencia Total (kVA)	Factor de Demanda	Demanda Estimada (kVA)
T-IE	Pasillos Techados	9,468	1	9,468
	Accesos	0,723	1	0,723
	Áreas de Circulación Reloj	3,578	1	3,578
	Vialidad y Estacionamiento	3,179	1	3,179
Total				16,948

Tabla 4.9. Demanda estimada del tablero de las canchas deportivas

T-CD	Canchas de usos Múltiples	6,9	1	6,9
Total				6,9

Al sumar la demanda de las distintas cargas se estima que las áreas externas a las edificaciones tendrá una demanda de 23,8 kVA. Al tomar en cuenta el factor de reserva de 20% se obtiene que la demanda estimada será de 28,6 kVA.

4.3 Demanda total estimada del Edificio Atención al Estudiante, las áreas externas y otras edificaciones del conjunto

Para el cálculo mas preciso del sistema de distribución, en la tabla 4.10 se muestra la demanda estimada del Edificio Atención al Estudiante, áreas externas y además se agregó la demanda de otras edificaciones del conjunto, las cuales fueron extraídas del TEG “PROYECTO ELÉCTRICO PARA DOS EDIFICACIONES EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES” del Ingeniero Nicolás Calviño. [3]

Tabla 4.10. Demanda estimada de las áreas externas, Edificio Atención al Estudiante y otras edificaciones del conjunto

Área/Edificación	Demanda Estimada (kVA)
Edificio Atención al Estudiante	<i>186,6</i>
Auditorio	<i>83,9</i>
Edificio de Aulas	<i>664,7</i>

Continuación Tabla 4.10.

Edificio Centro Tecnológico	256,9
Áreas Externas	28,6
Total	1224,3

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE UN GRUPO DE RESPALDO EN EL EDIFICIO ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Para esta evaluación se consideraron tres equipos fundamentales de un grupo de respaldo, los cuales son, el grupo electrógeno, los equipos UPS y panel de transferencia. Estos tres equipos garantizan un suministro de energía constante y sin interrupción a la hora de que la red principal de servicio eléctrico falle.

Para el grupo electrógeno se tomó en cuenta el tipo de combustible, voltaje de operación y mantenimiento, para los equipos UPS se consideró la capacidad y tiempo de suministro de energía a las cargas y para el panel de transferencia se consideró su capacidad y tipo de conmutación.

5.1 Grupo electrógeno

El combustible fósil que se tomará en cuenta para esta evaluación será el gas natural y el diesel debido a su mejor rendimiento en comparación con la gasolina. El costo del combustible no será tomado en cuenta la hora de elección del grupo electrógeno. En la Tabla 5.1 se muestran los distintos generadores seleccionados.

Tabla 5.1. Equipos electrógenos considerados

Tipo de Combustible	Potencia (kVA)	Voltaje (V)	Número de Generadores
Gas Natural	27	120/208	2
Gas Natural	50	120/208	1
Diesel	25	120/208	2
Diesel	62,5	120/208	1

5.2 Mantenimiento, tipo de combustible y tipo de servicio

El mantenimiento de unidades Diesel es menor que el de las unidades a Gas Natural, sin embargo los generadores Diesel necesitan de un depósito de combustible que debe ser vaciado y llenado con combustible nuevo al menos una vez al año, debido a que el Diesel se descompone y pierde propiedades si está almacenado por mas de 12 meses. Por otra parte el generador de Gas Natural debe poseer un suministro constante de combustible necesitando un punto de gas directo proporcionado por la empresa de gas local.

En el momento de redactar este Trabajo Especial de Grado, en Venezuela existe una crisis en el sistema eléctrico, que ha llevado al racionamiento de la energía eléctrica a lo largo de todo el territorio nacional, dicho racionamiento puede durar, en muchas ocasiones, mas de 4 horas, por lo que se recomienda que el grupo electrógeno de servicio continuo.

5.3 Equipos UPS y panel de transferencia

Se consideraron unidades UPS individuales de 1300 VA para suministrar energía a los equipos informáticos. En la Tabla 5.2 se muestra la potencia del equipo UPS seleccionados y capacidad del panel de transferencia automático.

Tabla 5.2. Potencia de los equipos UPS

Equipo	Capacidad
UPS	<i>9,1 kVA</i>
Transfer	<i>600 A</i>

5.4 Decisión

Considerando que el conjunto no tendrá un suministro de gas directo, el grupo de respaldo estará conformado por un sólo grupo electrógeno de 62,5 kVA @ 120/208, una unidad UPS y un panel de transferencia automático.

CAPÍTULO VI

MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE ESPECIFICACIONES

En este capítulo se presentan las especificaciones, características y todos los aspectos técnicos que son necesarios para el desarrollo del sistema eléctrico, tomando en cuenta las normas COVENIN, el CEN y distintos fabricantes a nivel mundial y local.

6.1 Empresa instaladora

La empresa instaladora deberá estar legalmente establecida y contar con el permiso de las autoridades venezolanas para ejercer esta actividad. Además deberá contar con los medios técnicos necesarios y el personal suficiente y capacitado para realizar el proyecto en condiciones de seguridad.

6.2 Descripción de la instalación eléctrica

6.2.1 Edificio Atención al Estudiante

6.2.1.1 Tableros

Los alimentadores provenientes del transformador llegarán al tablero general del edificio, partiendo de ahí los alimentadores para los paneles y tableros de

iluminación, tomas de uso general y equipos de fuerza de cada piso. En la figura 6.1 se muestra el diagrama vertical del edificio Atención al Estudiante.

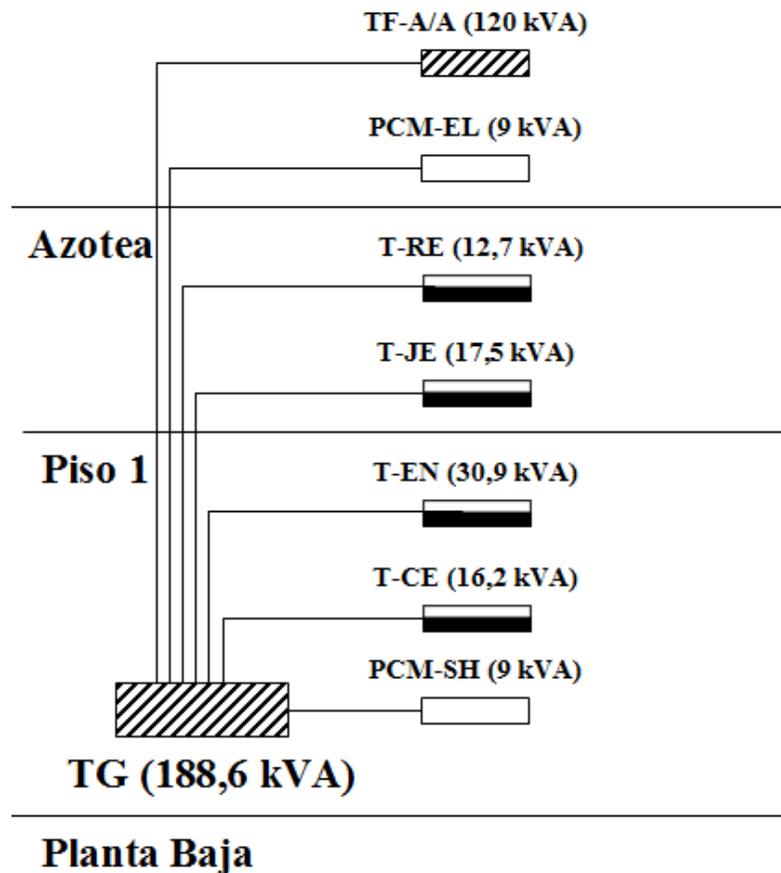


Figura 6.1. Diagrama vertical edificio Atención al Estudiante

Los tableros tendrán protecciones contra sobrecorriente de tipo termomagnético con una capacidad de corte no menor de 10 kA, en las tabla de carga se especifica la capacidad de corte de cada interruptor. Los circuitos ramales que involucren el aire acondicionado central, bombas del sistema hidroneumático y el motor del ascensor, serán protegidos por interruptores con un disparo instantáneo de 800% su corriente nominal y con un disparo de tiempo inverso de 250% su corriente nominal. En las tablas de la 6.1 a la 6.6 se especifican las características, distribución y protecciones de cada tablero.

Tabla 6.1. Tablero general

Nombre del Tablero	TG	Tensión	120/208 V
Potencia	188,6 kVA	Grado de Protección	NEMA 2 / IP51
Alimentado por	TX-2	Nº de Circuitos	30

Nombre del Circuito	Interrupor (A) / Icc (kA)	Conductor	L1 L2 L3			Conductor	Interrupor (A) / Icc (kA)	Nombre del Circuito
			Interrupor (A)/Icc (kA) 3x600/65					
T-CE	3x50/65	AWG #8	1	•	2	AWG #2	3x100/65	T-EN
			3	•	4			
			5	•	6			
T-JE	3x50/65	AWG #8	7	•	8	AWG #8	3x50/65	T-RE
			9	•	10			
			11	•	12			
PCM-EL	3x50/65	AWG #8	13	•	14	AWG #8	3x50/65	PCM-SH
			15	•	16			
			17	•	18			
TF-A/A	3x300/65	2xAWG #1/0	19	•	20	Reserva	Reserva	Reserva
			21	•	22			
			23	•	24			
Reserva	Reserva	Reserva	25	•	26	Reserva	Reserva	Reserva
			27	•	28			
			29	•	30			

Tabla 6.2. Tablero Control de Estudios

Nombre del Tablero	T-CE	Tensión	120/208 V
Potencia	16,2 kVA	Grado de Protección	NEMA 2 / IP51
Alimentado por	TG	N° de Circuitos	12

Nombre del Circuito	Interrupor (A) / Icc (kA)	Conductor	L1 L2 L3			Conductor	Interrupor (A) / Icc (kA)	Nombre del Circuito
			Interrupor (A)/Icc (kA) 3x50					
Ilum. Pasillo CE/EN, S.H. v Escaleras	20/10	AWG #12	1	•	2	AWG #12	20/10	Ilum. Control de Estudios
Ilum. Sala Principal	20/10	AWG #12	3	•	4	AWG #10	30/10	Tomas Pasillo CE/EN
Tomas Jefe de Sección v Baños CE	30/10	AWG #10	5	•	6	AWG #10	30/10	Toma Servicios Higiénicos 1
Tomas Servicios Higiénicos 2	30/10	AWG #10	7	•	8	AWG #10	30/10	Tomas Recepción CE v Servicio
Tomas Procesos Académicos	30/10	AWG #10	9	•	10	Reserva	Reserva	Reserva
Reserva	Reserva	Reserva	11	•	12	Reserva	Reserva	Reserva

Tabla 6.3. Tablero Enfermería

Nombre del Tablero	T-EN	Tensión	120/208 V
Potencia	30,9 kVA	Grado de Protección	NEMA 2 / IP51
Alimentado por	TG	N° de Circuitos	18

Nombre del Circuito	Interrupor (A) / Icc (kA)	Conductor	L1 L2 L3			Conductor	Interrupor (A) / Icc (kA)	Nombre del Circuito
			Interrupor (A)/Icc (kA) 3x100/65					
Ilum. Pasillo Principal	20/10	AWG #12	1	•	2	AWG #12	20/10	Ilum. Enfermería 1
Ilum. Enfermería 2	20/10	AWG #12	3	•	4	AWG #10	30/10	Toma Pasillo Principal
Toma Sala Principal	30/10	AWG #10	5	•	6	AWG #10	30/10	Tomas Orientador, Baño 4
Tomas S. Espera, Recepción EN	30/10	AWG #10	7	•	8	AWG #10	30/10	Tomas Consultorio 2 y Baño 2
Tomas Sala de Descanso v Baño 3	30/10	AWG #10	9	•	10	AWG #10	30/10	Tomas Consultorio 1, Baño 1 v Pasillo EN
Tomas Especiales Consultorio 1	2x50/10	AWG #8	11	•	12	AWG #8	2x50/10	Tomas Especiales Consultorio 2
Reserva	Reserva	Reserva	13	•	14	Reserva	Reserva	Reserva
Reserva	Reserva	Reserva	15	•	16	Reserva	Reserva	Reserva
Reserva	Reserva	Reserva	17	•	18	Reserva	Reserva	Reserva

Tabla 6.4. Tablero Junta Estudiantil

Nombre del Tablero	T-JE	Tensión	120/208 V
Potencia	17,5 kVA	Grado de Protección	NEMA 2 / IP51
Alimentado por	TG	N° de Circuitos	12

Nombre del Circuito	Interrupor (A) / Icc (kA)	Conductor	Interrupor (A)/Icc (kA)			Conductor	Interrupor (A) / Icc (kA)	Nombre del Circuito
			3x50/65					
Ilum. Pasillo JE/RE y Servicios Higiénicos	20/10	AWG #12	1	2	3	4	5	Ilum. Junta Esrudiantil
Ilum. Sala Principal	20/10	AWG #12	6	7	8	9	10	Tomas Servicios Higiénicos 1
Tomas Servicios Higiénicos 2	30/10	AWG #10	11	12	13	14	15	Tomas Pre. Estudiantil y Baños JE
Tomas Pasillo JE/RE	30/10	AWG #10	16	17	18	19	20	Tomas Recepción JE y Servicio
Tomas Secre., Teso., S. Reuniones	30/10	AWG #10	21	22	23	24	25	Reserva
Reserva	Reserva	Reserva	26	27	28	29	30	Reserva

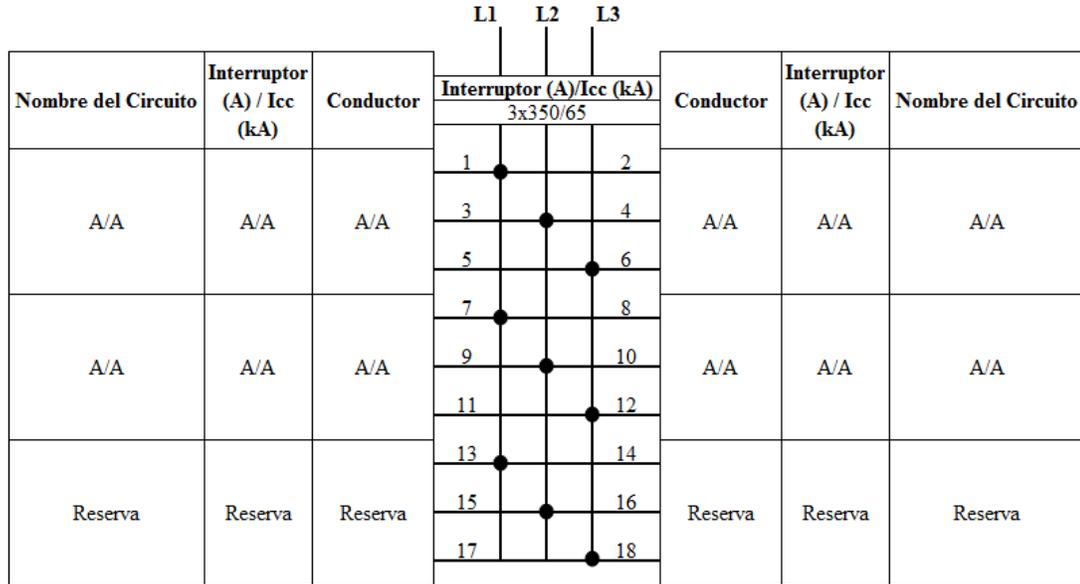
Tabla 6.5. Tablero Rectoría

Nombre del Tablero	T-RE	Tensión	120/208 V
Potencia	12,7 kVA	Grado de Protección	NEMA 2 / IP51
Alimentado por	TG	N° de Circuitos	14

Nombre del Circuito	Interrupor (A) / Icc (kA)	Conductor	Interrupor (A)/Icc (kA)			Conductor	Interrupor (A) / Icc (kA)	Nombre del Circuito
			3x50/65					
Ilum. Pasillo Principal	20/10	AWG #12	1	2	3	4	5	Ilum. Rectoría 1
Ilum. Rectoría 2	20/10	AWG #12	6	7	8	9	10	Toma Pasillo Principal
Toma Sala Principal	30/10	AWG #10	11	12	13	14	15	Tomas Auxiliares de Administración
Tomas S. Espera, Recepción RE	30/10	AWG #10	16	17	18	19	20	Tomas Sala de Reuniones v Baño 8
Tomas Ofic. Vicerector v Baño 7	30/10	AWG #10	21	22	23	24	25	Tomas Ofic. Rector y Baño 6
Tomas Jefe de Admín., Pasillo RE v Baño 5	30/10	AWG #10	26	27	28	29	30	Reserva
Reserva	Reserva	Reserva	31	32	33	34	35	Reserva

Tabla 6.6. Tablero de fuerza para el aire acondicionado central

Nombre del Tablero	TF-A/A	Tensión	120/208 V
Potencia	120 kVA	Grado de Protección	NEMA 3 / IP54
Alimentado por	TG	Nº de Circuitos	18



El PCM-SH tendrá en su interior el sistema de arranque y control del sistema hidroneumático.

El PCM-EL será alimentado con un sistema de 5 hilos (3F+N+T), controlará los pulsadores de cabina y exteriores, las puertas y otros elementos del ascensor, se aceptará que el control sea de dos velocidades o con variador de frecuencia, siendo la recomendación de este proyecto el uso de un sistema de control con variador de frecuencia para mayor confort.

6.2.1.2 Circuitos ramales

Los conductores de los circuitos ramales que alimentan las luminarias, tomas de uso general y especial estarán embutidas en piso, techo, pared u ocultas por cielo raso, se utilizarán tuberías de 3/4" para todos los circuitos ramales a menos que se indique lo contrario. Las características de las tuberías y circuitos ramales se especifican en las tablas de la 6.7 a la 6.10

Tabla 6.7. Circuitos ramales de control de estudios

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1	Ilum. Pasillo CE/EN, S.H. y Escaleras	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	7,37	0,73
2	Ilum. Control de Estudios	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	7,8	2,05
3	Ilum. Sala Principal	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	6,07	1,23
4	Tomas Pasillo CE/EN	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,57
5	Tomas Jefe de Seccion y Baños CE	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	10,17	1,22
6	Tomas Servicios Higienicos 1	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	23,96	1,42
7	Tomas Servicios Higienicos 2	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	25,46	1,56
8	Tomas Procesos Academicos	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	12,5	2,17
9	Tomas Recepcion CE y Servicio	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	12,83	1,76

Tabla 6.8. Circuitos ramales de a enfermería

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1	Ilum. Pasillo Principal	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	3,03	0,64
2	Ilum. Enfermeria 1	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	6,5	1,85
3	Ilum. Enfermeria 2	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	6,06	2,04
4	Toma Pasillo Principal	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,42
5	Toma Sala Principal	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,35
6	Tomas Orientador, Baño 4	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	8,66	0,94
7	Tomas S. Espera, Recepcion EN	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	11,33	1,23
8	Tomas Consultorio 2 y Baño 2	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	11,33	1,78
9	Tomas Sala de Descanso y Baño 3	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	4,5	1,65
10	Tomas Consultorio 1, Baño 1 y Pasillo EN	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	12,83	1,99
11 y 13	Tomas Especiales Consultorio 1	2xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	46,15	1,45
12 y 14	Tomas Especiales Consultorio 2	2xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	46,15	1,67

Tabla 6.9. Circuitos ramales de la junta estudiantil

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1	Ilum. Pasillo JE/RE y Servicios Higiénicos	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	6,07	0,73
2	Ilum. Junta Esrudiantil	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	7,8	1,22
3	Ilum. Sala Principal	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	4,77	1,39
4	Tomas Servicios Higiénicos 1	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	23,96	1,04
5	Tomas Servicios Higiénicos 2	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	25,46	1,27
6	Tomas Pre. Estudiantil y Baños JE	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	8,67	2,12
7	Tomas Pasillo JE/RE	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,64
8	Tomas Recepción JE y Servicio	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	12,83	2,34
9	Tomas Secre., Teso., S. Reuniones	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	9,83	1,88

Tabla 6.10. Circuitos ramales de la rectoría

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1	Ilum. Pasillo Principal	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	3,03	0,84
2	Ilum. Rectoria 1	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	5,63	1,19
3	Ilum. Rectoria 2	1xF (AWG #12) + 1xN (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	5,63	1,27
4	Toma Pasillo Principa	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,53
5	Toma Sala Principal	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	15	0,28
6	Tomas Auxiliares de Administracion	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	11,33	1,02
7	Tomas S. Espera, Recepcion. RE	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	18,17	2,12
8	Tomas Sala de Reuniones y Baño 8	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	8,67	1,46
9	Tomas Ofic. Vicerector y Baño 7	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	4,5	0,65
10	Tomas Ofic. Del Rector y Baño 6	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	7,17	1,78
11	Tomas J. Admin., Pasillo RE y Baño 5	1xF (AWG #10) + 1xN (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	8,67	1,13

Para que las protecciones sean selectivas a la hora de despejar una falla se realizó la coordinación de las protecciones las cuales se muestran en las figuras 6.2, 6.3 y 6.4

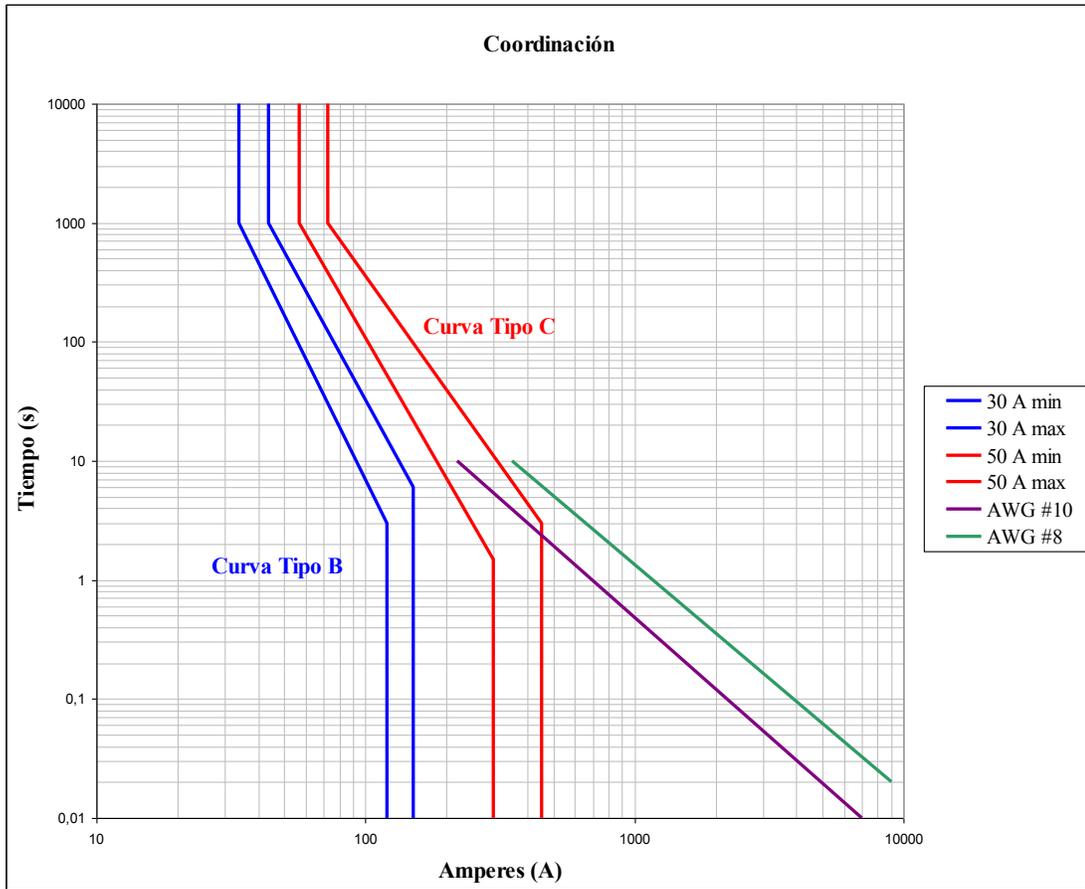


Figura 6.2. Coordinación de protecciones de los tableros T-CE, T-JE y T-RE

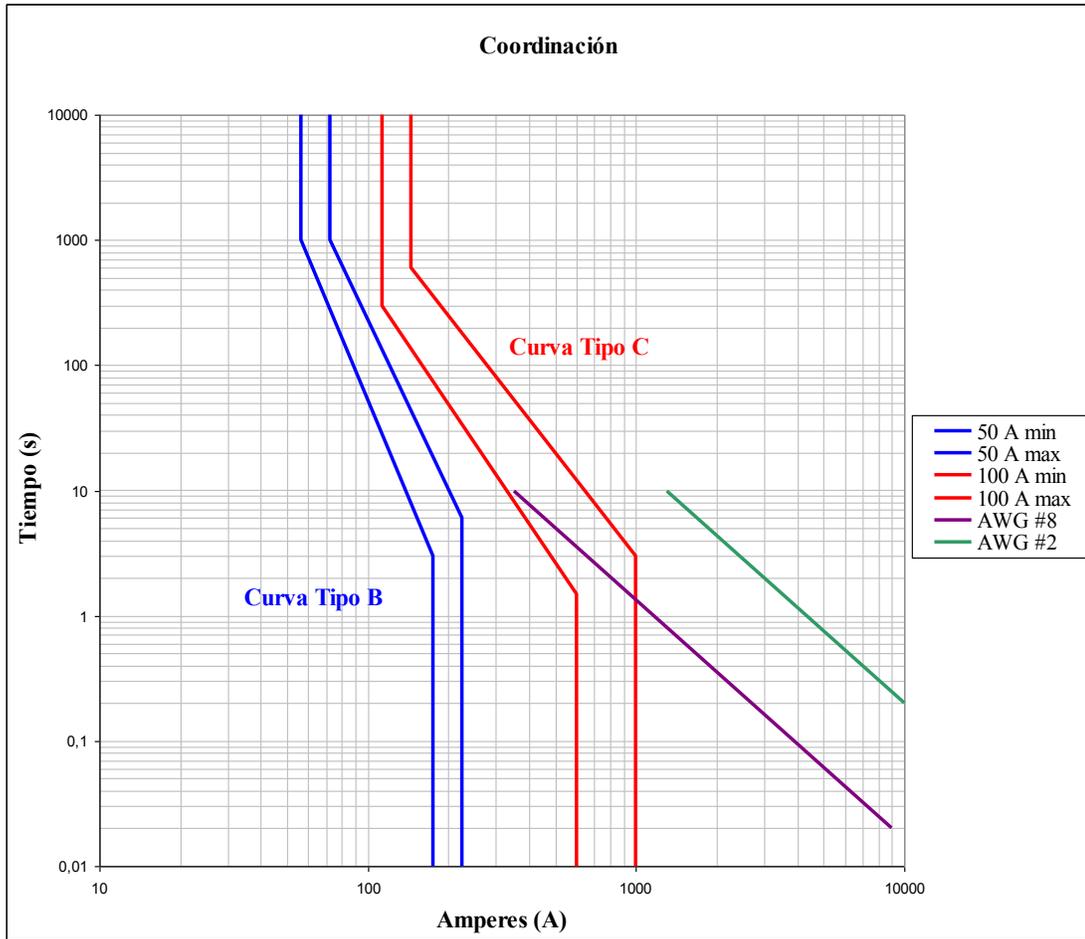


Figura 6.3. Coordinación de protecciones del tablero T-EN

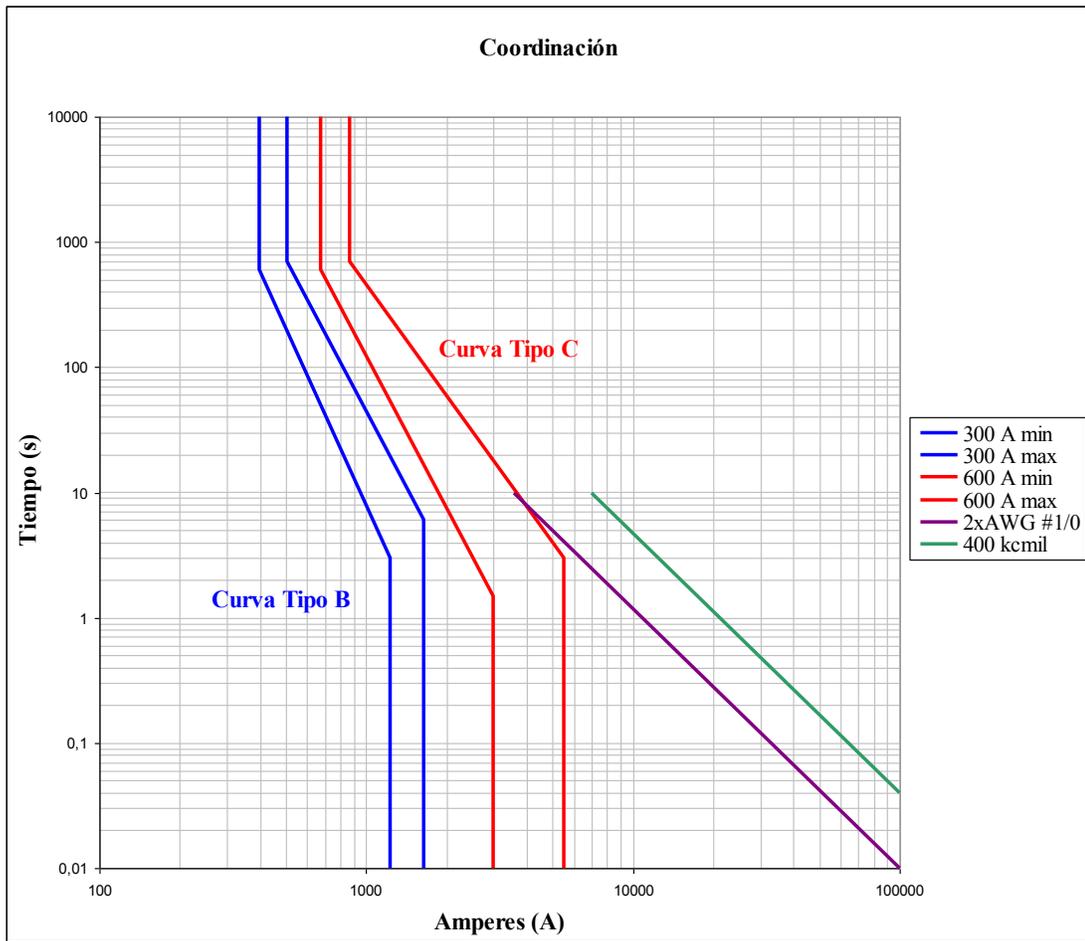


Figura 6.4. Coordinación de protecciones del tablero General

6.2.1.3 Alimentadores

Los tableros y paneles de control serán alimentados directamente desde el TG y de manera independiente. Las características de las tuberías y alimentadores se especifican en la tabla 6.11.

Tabla 6.11. Especificaciones de los alimentadores

Desde	Hasta	Conductores	φ Tubería (")	Corriente de Línea (A)	ΔV (%)
TG	T-CE	3xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	1	44,97	1,00
TG	T-EN	3xF (AWG #2) + 1xN (AWG #2) + 1xT (AWG #8)	1 1/2	85,77	0,20
TG	T-JE	3xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	1	48,58	0,41
TG	T-RE	3xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	1	35,25	1,34
TG	PCM-SH	3xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	1	15,16	1,36
TG	PCM-EL	3xF (AWG #8) + 1xN (AWG #8) + 1xT (AWG #10)	1	11,04	1,17
TG	TF-A/A	6xF (AWG #1/0) + 2xN (AWG #1/0) + 1xT (AWG #4)	2 1/2	277,58	1,45

6.2.1.4 Capacidad de cortocircuito de los conductores

En la tabla 6.12 se muestran las capacidades de cortocircuito de los conductores utilizados en el Edificio Atención al Estudiante.

Tabla 6.12. Capacidad de cortocircuito de los conductores utilizados en el Edificio Atención al Estudiante

Calibre del conductor (AWG/kcmil)	Capacidad de cortocircuito (kA)
12	2,677
10	4,266
8	6,783
2	27,271
1/0	43,363

6.2.1.5 Tomas de uso general y especial

La tensión de alimentación para las tomas de uso general será de 120 V, para una corriente máxima de 15 amperios y para las tomas de uso especial será de 120/208 V para una corriente máxima en ambos casos de 30 amperios. Serán de tipo simple o doble con 2P+T y estarán debidamente puestas a tierra. La altura de las tomas se especifica en la tabla 6.13 y su distribución en los planos.

Tabla 6.13. Altura de las tomas de uso general y especial

Tipo de salida	Altura (m)
Tomas de uso general	0,4
Tomas de uso especial 120 V	0,4
Tomas de uso especial 208 V	1,2
Tomas ubicadas en el baño	1,2

6.2.1.6 Puntos para iluminación e iluminación de emergencia

Se instalarán luminarias LED de 47 W, con 3800 lm iniciales y una temperatura de color de 4000K. La distribución de las tomas para iluminación se especifican en los planos.

Los puntos para iluminación de emergencia estarán ubicados a 2 m del piso acabado y se instalarán luminarias LED de 50W. Su ubicación se especifica en los planos.

6.2.1.7 Suiches para la iluminación

La tensión de alimentación para los suiches será de 120 V y estarán a 1,20 m del piso acabado, serán de tipo simple, doble o triple según las necesidades y estarán debidamente puestas a tierra. La distribución de los suiches para la iluminación se especifica en los planos.

6.2.1.8 Telefonía

Los pares telefónicos provenientes de la planta externa de telefonía llegarán a la central telefónica del edificio y luego a la caja de distribución principal, de ahí se alimentarán de forma radial las cajas de distribución final de cada piso. Cada punto de telefonía estará alojado en un cafetín rectangular 2"x 4", ubicado a 0,4 m del piso acabado. Las cajas de distribución tendrán las dimensiones necesarias para alojar la cantidad de pares telefónicos necesarios para prestar el servicio telefónico a toda la edificación. La distribución y ubicación de las cajas de distribución y de cada punto de telefonía se especifica en los planos. En la tabla 6.14, se presentan los pares telefónicos y líneas telefónicas necesarias en el Edificio Atención al Estudiante.

Tabla 6.14. Pares y líneas telefónicas necesarias en el Edificio Atención al Estudiante

Nivel	Lugar	Pares telefónicos	Líneas telefónicas
Planta Baja	Recepción CE	3	3
	Jefe de sección	1	0
	Recepción EN	3	3
	Consultorio 1	2	0
	Consultorio 2	2	0

Continuación Tabla 6.14.

Planta Baja	Orientador	1	0
Piso 1	Recepción JE	3	3
	Secretario	1	0
	Tesorero	1	0
	Presidente Estudiantil	1	0
	Recepción RE	3	3
	Oficina Vicerrector	1	1
	Jefe de administración	1	0
	Oficina del Rector	1	1
Total		24	14

6.2.1.9 Cajetines

Los cajetines que se usaran a lo largo de la edificación tanto para iluminación, tomas de uso general y telefonía se especifican en la tabla 6.15.

Tabla 6.15. Cajetines según su uso

Tipo de salida	Cajetín (“)	Salidas (“)
Tomacorrientes	Rectangular 2x4	1/2 y 3/4
Salidas para la Iluminación	Octogonal 4x4	1/2 y 3/4
Telefonía	Rectangular 2x4	1/2 y 3/4

6.2.1.10 Sistema de puesta a tierra

Para el cálculo del anillo de puesta a tierra se utilizaron los valores de resistividad mostrados en la en la tabla 6.16.

Tabla 6.16. Valores de resistividad del suelo por el método de las dos capas

ρ_1 (Ω -m)	ρ_2 (Ω -m)	ρ_2 / ρ_1	ρ_a (Ω -m)	h (m)
439,82	311,02	0,70	373,85	0,70

La elección del conductor y profundidad del anillo se hizo según el CEN sección 250.52(A)(4) y 250.53(F). En la tabla 6.16 se muestran las características del anillo de puesta a tierra.

Tabla 6.17. Características del anillo del sistema de puesta a tierra

Conductor (AWG)	Diámetro (m)	Profundidad (m)	Resistividad (Ω -m)	Resistencia del SPAT (Ω)
#2	55	0,75	311,02	4,83

6.2.1.11 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Se realizó la evaluación establecida en la en la norma FONDONORMA 599-1:2013, 599-2:2013, 599-3:2013 y 599-4:2013 y se determinaron los factores de riesgo mostrados en las tablas de la 6.17 a la 6.19

Tabla 6.18. Número de sucesos peligrosos para una estructura

N_g	L (m)	W (m)	H (m)	A_d (m ²)	C_d	N_d
3	70	50	15	16161,72	0,50	$24,24 \times 10^{-3}$

Tabla 6.19. Riesgo asociado a daños a seres vivos y con daños físicos

P_a	L_t	R_a	L_a	R_a	P_b
3	70	50	15	16161,72	1
R_p	h_z	r_f	L_f	L_b	R_b
1	5	10^{-3}	5×10^{-2}	$2,5 \times 10^{-4}$	$6,06 \times 10^{-6}$

Al encontrar el riesgo total de la edificación se obtuvo un $R=6,08 \times 10^{-6}$ por lo que la edificación no requiere protección contra descargas atmosféricas.

6.2.2 Áreas externas a las edificaciones y canchas deportivas

6.2.2.1 Tableros y circuitos ramales

Los alimentadores provenientes del transformador llegarán a los tableros T-IE y T-CD, partiendo de ahí los circuitos ramales para la iluminación de las áreas externas y canchas deportivas. Se usarán conductores AWG #12 para alimentar desde la tanquilla, las luminarias del estacionamiento y vialidad. En las tablas de la 6.20 y 6.21 se especifican las características, distribución y protecciones de cada tablero. En las tablas 6.22 y 6.23 se muestran las características de los circuitos ramales.

Tabla 6.20. Tablero Canchas Deportivas

Nombre del Tablero	T-CD	Tensión	120/240
Potencia	8,3 kVA	Grado de Protección	NEMA 3 / IP54
Alimentado por	TX-1	Nº de Circuitos	12

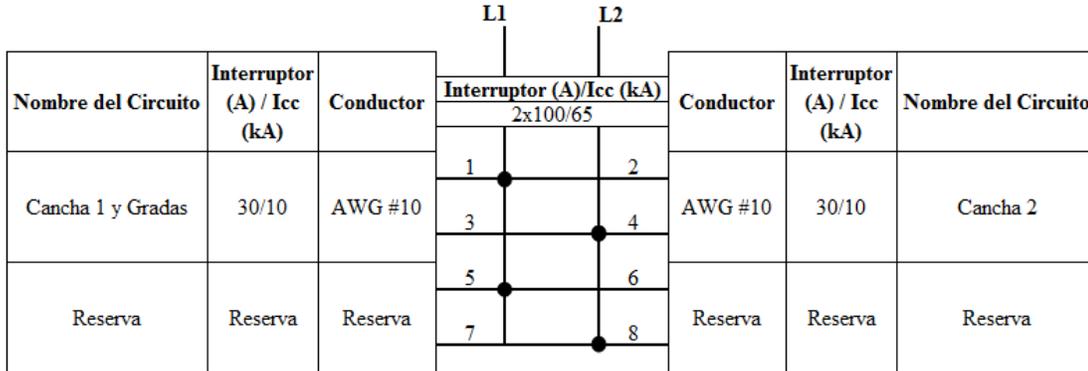


Tabla 6.21. Tablero Iluminación Externa

Nombre del Tablero	T-IE	Tensión	120/240
Potencia	20,4 kVA	Grado de Protección	NEMA 3 / IP54
Alimentado por	TX-1	Nº de Circuitos	24

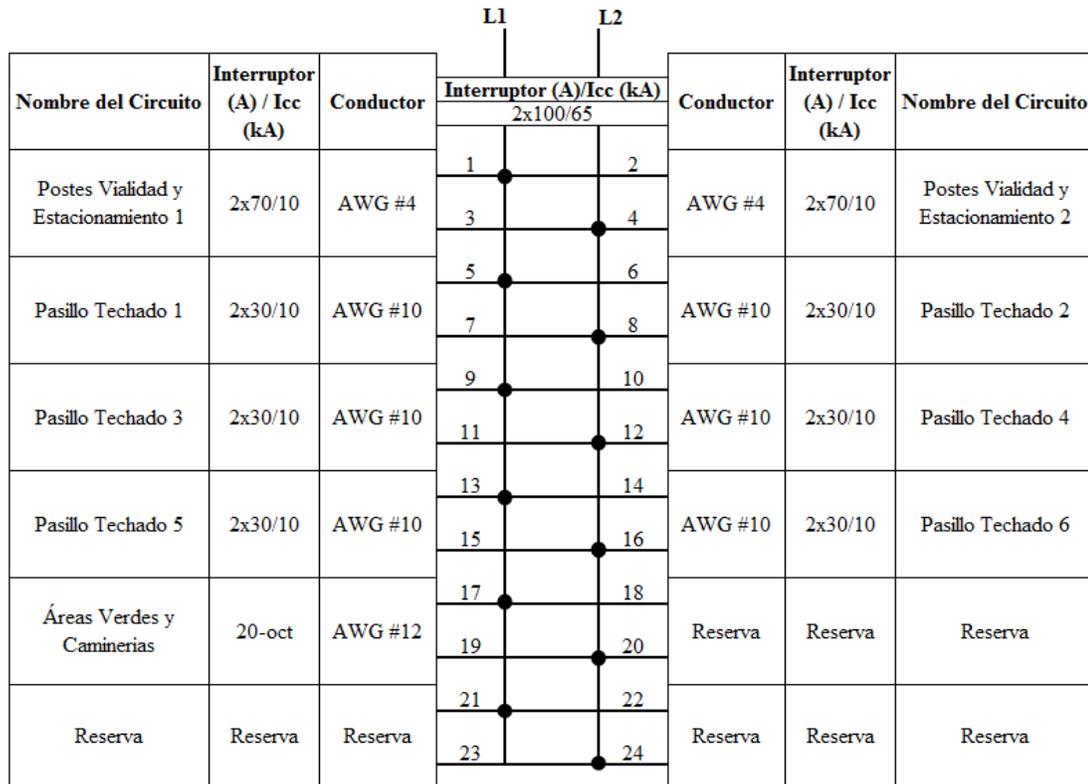


Tabla 6.22. Características de los circuitos ramales de las canchas deportivas

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1 y 3	Cancha 1 y Gradas	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	14,91	2,26
2 y 4	Cancha 2	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	13,84	2,11

Tabla 6.23. Características de los circuitos ramales de la iluminación externa

Circuito	Nombre del Circuito	Conductores	Corriente (A)	ΔV (%)
1 y 3	Estacionamiento y Vialidad 1	2xF (AWG #4) + 1xT (AWG #8)	12,47	2,37
2 y 4	Estacionamiento y Vialidad 2	2xF (AWG #4) + 1xT (AWG #8)	4,86	2,23
5 y 7	Pasillos Techados 1	2xF (AWG #12) + 1xT (AWG #12)	12,5	2,05
6 y 8	Pasillos Techados 2	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	7,29	2,67
9 y 11	Pasillos Techados 3	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	3,64	2,6
10 y 12	Pasillos Techados 4	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	2,78	2,18
13 y 15	Pasillos Techados 5	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	3,24	2,58
14 y 16	Pasillos Techados 6	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	4,63	1,77
17 y 19	Areas Verdes y Caminerias	2xF (AWG #10) + 1xT (AWG #10)	10,47	0,68

Para que las protecciones sean selectivas a la hora de despejar una falla se realizó la coordinación de las protecciones las cuales se muestran en las figuras 6.5 y 6.6 .

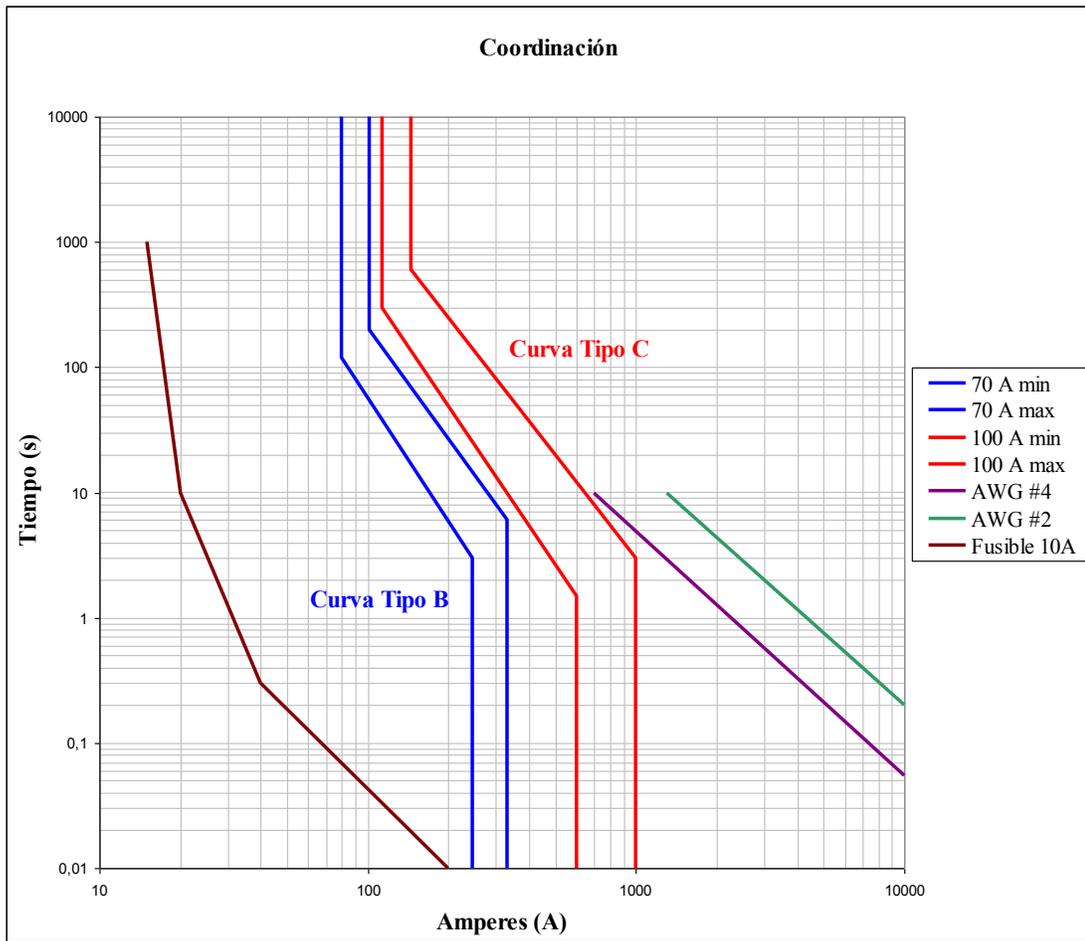


Figura 6.5. Coordinación de protecciones del tablero T-IE

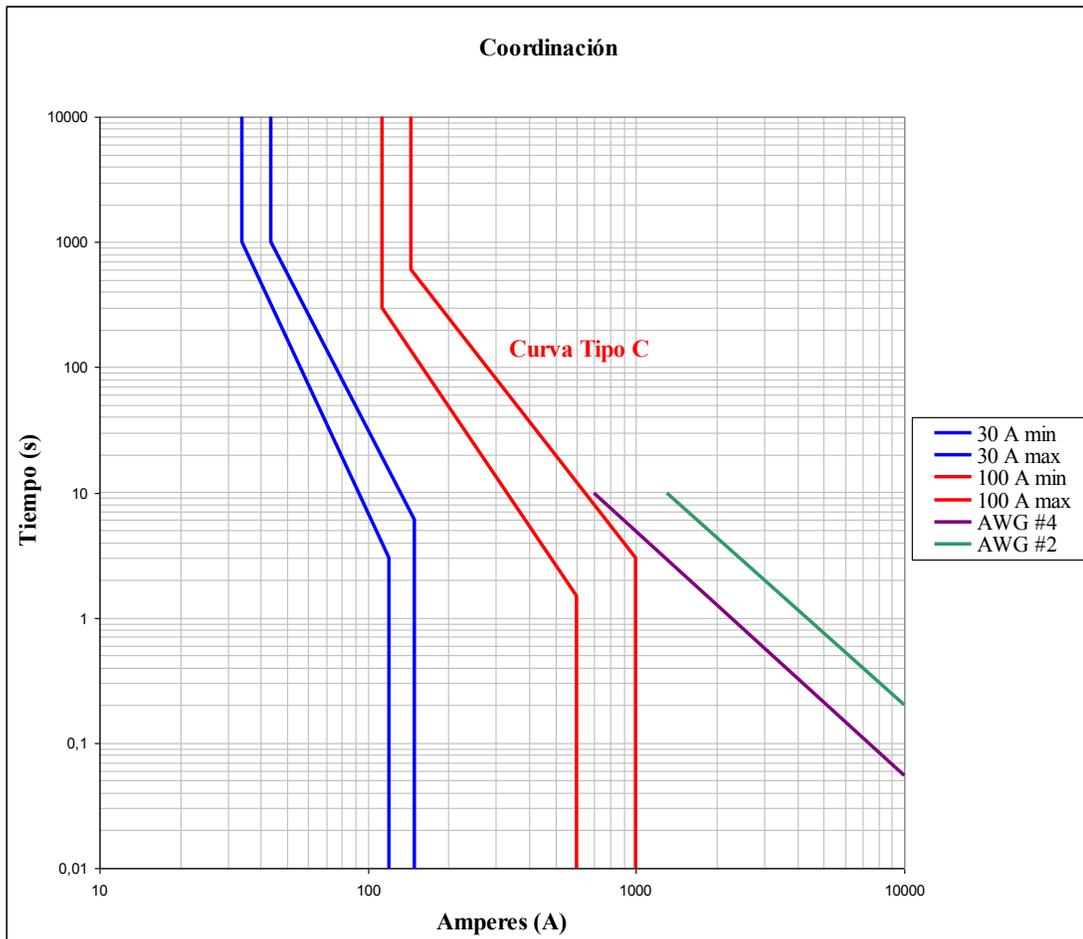


Figura 6.6. Coordinación de protecciones del tablero T-CD

6.2.2.2 Iluminación de las áreas externas

Para la iluminación de las áreas verdes y caminerías de la Plaza del Reloj se usarán luminarias LED con al menos 3500 lúmenes iniciales. Para la vialidad y el estacionamiento se utilizarán luminarias LED con al menos 8000 lúmenes iniciales. Los pasillos techados del conjunto se iluminarán con luminarias LED con al menos 11200 lúmenes iniciales adosadas al techo de los pasillos techados. En el caso de las canchas de usos múltiples se equiparán con luminarias LED, colgadas sobre el área

de juego, con al menos 3000 lúmenes iniciales. La distribución de los puntos para la iluminación de las áreas externas se especifica en los planos.

6.2.2.3 Capacidad de cortocircuito de los conductores

En la tabla 6.24 se muestran las capacidades de cortocircuito calculadas de los conductores utilizados en las áreas externas.

Tabla 6.24. Capacidad de cortocircuito de los conductores utilizados en las áreas externas

Calibre del conductor (AWG/kcmil)	Capacidad de cortocircuito (kA)
#12	2,683
#10	4,266
#4	17,151

6.2.3 Red de distribución

Estará conformada por bancadas que alojaran las tuberías conduit tipo IMC que distribuirán la energía eléctrica por todo el conjunto. El diagrama unifilar se muestra en la figura 6.7. Las características de los conductores y alimentadores se especifican en la tabla 6.25.

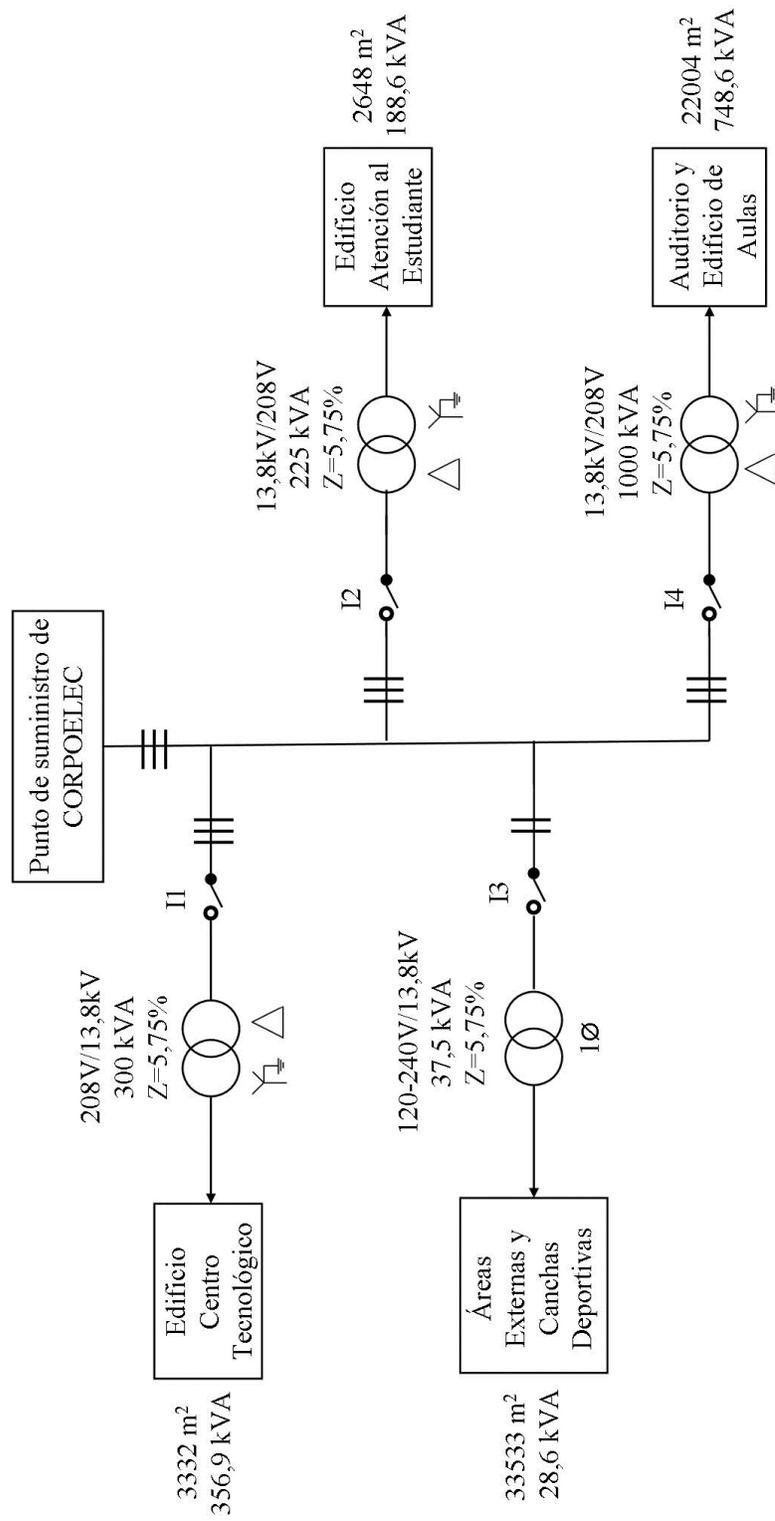


Figura 6.7. Diagrama unifilar de la red de distribución

Tabla 6.25. Conductores del sistema radial y acometida de la red de distribución.

Desde	Hasta	Conductores	ϕ Tubería (")	Corriente de Línea (A)	ΔV (%)
	Distribución	3xF (AWG #2) + 1xN (AWG #2) + 1xT (AWG #8)	3 1/2	51,22	0,13
TX-1	T-IE	3xF (AWG #2) + 1xN (AWG #2) + 1xT (AWG #8)	1 1/4	85,00	0,57
TX-1	T-CD	3xF (AWG #2) + 1xN (AWG #2) + 1xT (AWG #8)	1 1/4	34,50	1,61
TX-2	TG-EAE	6xF (400 kcmil) + 1xN (400 kcmil) + 1xT (AWG #1/0)	4	524,61	0,31
TX-3	TG-EA	15xF (500 kcmil) + 5xN (500 kcmil) + 1xT (250 kcmil)	5x3 1/2	1845,02	0,35
TX-3	TG-AU	3xF (250 kcmil) + 1xN (250 kcmil) + 1xT (AWG #4)	3	232,88	0,84
TX-4	TG-CT	9xF (250 kcmil) + 3xN (250 kcmil) + 1xT (AWG #4)	3x3	713,08	0,79

6.2.3.1 Transformadores

Se instalarán transformadores secos de tipo pedestal (Pad mounted) de 95kV de BIL, con las características especificadas en la tabla 6.26 y en la tabla 6.27 se muestran las corrientes de cortocircuito calculadas para el lado de baja tensión.

Tabla 6.26. Transformadores de la red de distribución.

Transformador	Alimenta	Potencia (kVA)	Nº de fases	Tensión (V) y Conexión
TX-1	Áreas externas y canchas deportivas	37,5	1	13800/120-240 1 \emptyset
TX-2	Edificio Atención al Estudiante	225	3	13800/208 Δ -Y
TX-3	Edificio de Aulas y Auditorio	1000	3	13800/208 Δ -Y
TX-4	Edificio Centro Tecnológico	300	3	13800/208 Δ -Y

Tabla 6.27. Corrientes de cortocircuito

Transformador	Corriente máxima de cortocircuito (kA)
TX-1	2,989
TX-2	12,571

6.2.3.2 Protecciones

Los transformadores tipo pedestal tienen incorporadas protecciones de fábrica por lo que la protección de los transformadores serán especificadas por el fabricante. Debido a las altas corrientes de cortocircuitos obtenidas, se utilizarán, si fuese necesario, fusibles limitadores de corriente para de esta limitar las corrientes de cortocircuito.

Para la protección contra descargas atmosféricas de los transformadores del sistema de distribución se utilizarán descargadores, según norma IEEE C62.22, con las características mostradas en la tabla 6.29.

Tabla 6.28. Características de los descargadores

MCOV (kV)	TOV (kV)	FOW (kV)	LPL (kV)	SPL (kV)
≥ 8,4	≥ 14,5	≤ 87,1	≤ 79,2	≤ 29,6

6.2.3.3 Sistema de puesta a tierra (SPAT)

Para el cálculo del conductor de puesta a tierra se utilizaron los valores de resistividad mostrados en la tabla 6.15.

La elección y profundidad del conductor se hizo según el CEN sección 250.52(A)(4) y 250.53(F). En la tabla 6.30 se muestran las características del conductor del sistema de puesta a tierra.

Tabla 6.29. Características del conductor del sistema de puesta a tierra

Conductor (AWG)	Longitud (m)	Profundidad (m)	Resistividad (Ω-m)	Resistencia del SPAT (Ω)
#2	150	2	311,02	2,5

6.2.4 Planta externa de telefonía

Para el cálculo mas preciso de la planta externa de telefonía, en la tabla 6.28 se muestran los pares telefónicos y líneas telefónicas del Edificio Atención al Estudiante, áreas externas y además se agregaron los pares telefónicos y líneas telefónicas de otras edificaciones del conjunto, las cuales fueron extraídas del TEG “PROYECTO ELÉCTRICO PARA DOS EDIFICACIONES EN LA NUEVA SEDE DE LA CARRERA PROCESOS INDUSTRIALES” del Ingeniero Nicolás Calviño.

Tabla 6.30. Pares telefónicos y líneas telefónicas necesarias en el conjunto

Edificación	Pares telefónicos	Líneas telefónicas
Edificio Atención al Estudiante	20	12
Edificio de Aulas	130	15
Edificio Centro Tecnológico	42	8
Total	192	35

La ubicación de la caja externa de distribución y la central telefónica del conjunto, será convenida con la empresa de telefonía C.A.N.T.V,

6.3 Materiales y construcción

6.3.1 Edificio Atención al Estudiante

6.3.1.1 Tableros

Los tableros estarán contruidos con materiales y acabado que satisfagan, como mínimo, los grados de protección establecidos para cada tablero.

Cada tablero tendrá un conjunto de etiquetas impermeables en idioma español que deberán contener las características de los gabinetes y tableros. Deberán emplearse los nombres usados en el plano del diagrama vertical, para identificar los equipos.

La identificación externa de los gabinetes se colocará en la parte delantera y tendrá la siguiente información: nombre de la instalación, nombre del tablero, nombre del gabinete, fabricante, datos nominales, año de fabricación y serial del equipo, esta información deberá estar acorde a la nomenclatura usada en la figura 7.1. Adicionalmente las puertas de cada gabinete llevarán una etiqueta de advertencia de “Peligro Riesgo Eléctrico” en conformidad a la norma CONVENIN 187-92.

En la parte interna se colocará la tabla de carga de cada tablero identificando así todas las características mostradas en las tablas de carga de cada tablero.

6.3.1.2 Conductores

Los conductores serán de cobre trenzado, tipo THW de 75°C, tensión nominal 600V. Para realizar los empalmes necesarios se deben usar conectores tipo “C” de cobre y arandelas y placas bimetálicas, y para asegurar el aislamiento se recubrirán con cinta aislante.

Para la identificación de cada conductor de un circuito ramal se utilizarán distintos colores para su cubierta aislante, de manera que sea fácil identificar las fases, el neutro y la tierra, el color de la cubierta aislante de cada conductor se especifica en la tabla 6.31.

Tabla 6.31. Identificación de conductores

Conductor	Color
Fase 1	Rojo
Fase 2	Negro
Fase 3	Azul
Fase controlada	Amarillo
Neutro	Blanco
Tierra	Verde

6.3.1.3 Tuberías

Se utilizarán tuberías galvanizadas tipo EMT en las áreas protegidas del ambiente y tipo CONDUIT en las áreas que estén a la intemperie, no se permitirán tuberías flexibles metálicas salvo en los puntos de iluminación o fuerza. Para las luminarias se emplearán tuberías flexibles desde el cajetín ubicado en placa de techo hasta las mismas. Las tuberías deben estar embutidas a lo largo del techo, piso o pared, salvo en los casos que sea imposible embutirla por razones estructurales o de seguridad.

Los extremos de los tubos serán cortados en ángulo recto con el eje, empleando el equipo cortador apropiado y serán escariados para eliminar bordes cortantes antes de colocar el anillo de unión a otra sección de tubo o el conector terminal para la fijación a una caja. En el caso de tuberías roscadas, hechas en sitio deberán tener igual paso y largo que las originales de fábrica.

Los tubos embutidos en placa o rellenos de piso deberán asegurarse firmemente antes del vaciado del concreto y las cajas deberán fijarse al encofrado para asegurar su alineación. Los soportes y colgadores de tubos en instalaciones superficiales deberán ser de acero galvanizado y los sistemas de soporte deberán construirse con un coeficiente de seguridad igual o mayor que 3, incluyendo la reserva para futuras adiciones, que se estima en 20%.

Las tuberías de instalación eléctrica no se soportarán desde tubos o equipos destinados a otras instalaciones, sin la aprobación de la inspección.

Los tramos horizontales de tubo instalados superficialmente serán soportados por medio de abrazaderas colgadas del techo, en caso de un tubo aislado; y con abrazaderas U fijadas a estructuras trapezoidales en caso de tubos paralelos o en hileras. Un procedimiento análogo a este último, se adoptarán para las tuberías que se instalen en trayectos verticales, anclado preferiblemente los perfiles a elementos estructurales como las placas de piso.

Los tubos con diámetro hasta 1” podrán soportarse con abrazaderas adosadas a techo o pared. Las curvaturas de los tubos se harán de forma tal que no resulten dañados los revestimientos de los mismos ni que sus diámetros se reduzcan apreciablemente.

El paso de los tubos, así como los medios usados para su soporte, deberán ser aprobados por el ingeniero civil residente en la obra y por la inspección.

6.3.1.4 Tomacorrientes, cajetines y cajas de paso

Todos los tomacorrientes deberán cumplir en su construcción, materiales y dimensiones con las normas COVENIN 731:1997 y COVENIN 1555:1980. Todos los cajetines y cajas de paso serán de tipo metálico, con tapas metálicas y aquellos cajetines que alojen tomacorrientes o suiches para la iluminación podrán tener tapas metálicas o plásticas. Las cajas de tendido horizontal de tuberías a la vista, estarán soportadas independientemente de los tubos que en ellas terminan y serán suspendidas del techo por varillas metálicas de acero galvanizado o con pernos anclados a pistola.

Si no se indica lo contrario los cajetines que alberguen llaves de interrupción o suiches para la iluminación se instalarán a no menos de 10 cm y no más de 15 cm del marco de las puertas y siempre al lado contrario de las bisagras.

En los ambientes en donde se instale porcelana o cerámica en las paredes, se ajustará la altura de los interruptores o tomas de uso general y especial si fuese necesario, de manera que las tapas de las cajas queden totalmente fuera o dentro de la porcelana o cerámica, pero nunca en ambas zonas.

6.3.1.5 Sistema de puesta a tierra

Se debe proveer tanquillas para los bajantes que se conectan al anillo de puesta a tierra, estos bajantes deben ser de PCV de un diámetro adecuado para la puesta a tierra. Se debe proveer un mínimo de dos puntos de acceso para la medición y pruebas de la resistencia de puesta a tierra. Las uniones se realizarán por medio de soldadura exotérmica.

6.3.2 Iluminación de las áreas externas

En las áreas verdes y caminerías de la Plaza del Reloj se usarán decorativos de 3 metros de altura, para armonizar con la arquitectura y urbanismo de esta zona. Para la vialidad y el estacionamiento se utilizarán postes hexagonales de 7 metros de altura con brazos sencillos de 1,8 metros de alcance y 2 metros de altura.

Cada poste del conjunto tendrá a una distancia no mayor de 1 metro una tanquilla para realizar mantenimiento, conexiones y desconexiones. Las tanquillas se construirán de acuerdo a la norma COVENIN 3625:2000.

El montaje de las luminarias de las canchas de usos múltiples se situará a 10 metros de altura sobre la zona de juego.

6.3.3 Red de distribución

6.3.3.1 Transformadores

Los transformadores deberán cumplir las normas COVENIN 536-1994, IEEE C57.12.00, IEEE C57.12.34, IEEE C57.12.28, IEEE C57.12.29, IEEE C57.12.70, IEEE C57.12.80, IEEE C57.12.90 e IEEE C57.91.

6.3.3.2 Conductores y bancada de tuberías

Las bancadas serán enterradas al menos un metro por debajo del suelo, recubiertas por concreto de baja resistencia, alojarán tuberías conduit tipo IMC galvanizadas con conductores de cobre trenzado, tipo XLPE de 90°C, tensión nominal 15 kV y guardarán una distancia mínima entre ellas de 5 cm y de 7,5 cm de las paredes del canal.

6.3.3.3 Sistema de puesta a tierra

Se debe proveer tanquillas para los bajantes que se conectan al conductor horizontal de puesta a tierra, estos bajantes deben ser de PCV de un diámetro adecuado para la puesta a tierra. Se debe proveer un mínimo de dos puntos de acceso para la medición y pruebas de la resistencia de puesta a tierra. Las uniones se realizarán por medio de soldadura exotérmica.

CAPÍTULO VII

MEMORIA DE CÁLCULO

En este capítulo se muestran los cálculos realizados para la obtención de todas las características de las instalaciones.

7.1 Edificio Atención al Estudiante

7.1.1 Cálculos de iluminación

En las tablas 7.1 y 7.2 se muestran las iluminancias obtenidas de la simulación con DIALux evo 5. En las figuras de la 7.1 y 7.2 se muestran los gráficos de colores falsos obtenidos de la simulación.

Tabla 7.1. Iluminancias de la planta baja

Servicio y Baños		Procesos Académicos	
Em (LUX)	143	Em (LUX)	166
Archivos		Jefe de Sección	
Em (LUX)	357	Em (LUX)	163
Recepción CE		Pasillo CE/EN	
Em (LUX)	182	Em (LUX)	153
Escaleras		Servicios Higiénicos	
Em (LUX)	169	Em (LUX)	166
Sala Principal y Pasillo Principal		Sala de Espera y Recepción EN	
Em (LUX)	148	Em (LUX)	163

Continuación Tabla 7.1.

Orientador		Sala de Descanso	
Em (LUX)	<i>193</i>	Em (LUX)	<i>140</i>
Consultorio 1: Recepción		Consultorio 1	
Em (LUX)	<i>178</i>	Em (LUX)	<i>364</i>
Consultorio 2: Recepción		Consultorio 2	
Em (LUX)	<i>185</i>	Em (LUX)	<i>362</i>

Tabla 7.2. Iluminancias del piso 1

Servicio y Baños		Secretario y Tesoreros	
Em (LUX)	<i>143</i>	Em (LUX)	<i>185</i>
Archivos		Sala de Reuniones JE	
Em (LUX)	<i>363</i>	Em (LUX)	<i>126</i>
Recepción JE		Presidente Estudiantil	
Em (LUX)	<i>184</i>	Em (LUX)	<i>164</i>
Pasillo JE/RE		Servicios Higiénicos	
Em (LUX)	<i>151</i>	Em (LUX)	<i>166</i>
Sala Principal y Pasillo Principal		Sala de Espera y Recepción RE	
Em (LUX)	<i>144</i>	Em (LUX)	<i>186</i>
Sala de Reuniones RE		Oficina del Vicerrector	
Em (LUX)	<i>169</i>	Em (LUX)	<i>193</i>
Oficina del Rector		Jefe de Admin. y Aux. de Admin.	
Em (LUX)	<i>175</i>	Em (LUX)	<i>134</i>



Figura 7.1. Gráfico de colores falsos Planta Baja



Figura 7.2. . Gráfico de colores falsos Piso 1

7.1.2 Caídas de tensión

A continuación se muestra el caculo tipo utilizado para la obtención de las caídas de tensión en un circuito de iluminación con un conductor AWG#10.

$$\Delta V\% = \sum_{i=1}^n S_i * L_i * \frac{(r * \text{Cos}\theta + x * \text{Sen}\theta)}{K * V^2}$$

$$K = 5$$

$$S * L = \frac{(8,47 * 15 + 5,34 * 8 + 4,22 * 7 + 4,22 * 5 + 4,22 * 4 + 4,22 * 2 + 3,3 * 1)}{1000} * \frac{52}{1000}$$

$$S * L = 0.0129$$

$$C = \frac{(r * \text{Cos}\theta + x * \text{Sen}\theta)}{K * V^2} = \frac{(3,9 * 0,9 + 0,207 * 0,44)}{(5 * 0,12 * 0,12)} = 50.02$$

$$\Delta V\% = S * L * C = 0,65$$

7.1.3 Capacidad de cortocircuito de los conductores

A continuación se muestra el cálculo tipo utilizado para la obtención de la capacidad de cortocircuito de un conductor AWG#10 del Edificio Atención al Estudiante.

$$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) * t = 0,0297 * \text{Log}\left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)$$

$$I = A * \sqrt{\frac{0,0297 * \text{Log}\left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)}{t}}$$

$$A = 10383$$

$$T_1 = 75$$

$$T_2 = 150$$

$$t = 0,0166$$

$$I = 10383 * \sqrt{\frac{0,0297 * \text{Log}\left(\frac{150 + 234}{75 + 234}\right)}{0,0166}} = 4266,48[A]$$

7.1.4 Sistema de puesta a tierra

A continuación se muestra el cálculo utilizado para obtener la resistencia de puesta a tierra y la corriente de fusión.

$$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \text{Ln}\left(\frac{32D^2}{ds}\right) = \frac{311,02}{2 * \pi^2 * 55} \text{Ln}\left(\frac{32 * (55)^2}{0,75 * 6,544 * 10^{-3}}\right) = 4,83[\Omega]$$

7.1.5 Protección contra descargas atmosféricas

A continuación se muestran los cálculos realizados para determinar la protección contra descargas atmosféricas del Edificio Atención al Estudiante.

$$N_d = 3 * (70 * 50 + 6 * 15 * 70 + 9 * 3,14 * 15^2) * 0,5 * 10^{-6} = 0,02423775$$

$$P_a = P_b = P_c = 1$$

$$L_a = 10^{-4} * 10^{-2} = 0,000001$$

$$L_b = 1 * 5 * 10^{-3} * 5 * 10^{-2} = 0,00025$$

$$L_c = 0$$

$$R_a = N_d * P_a * L_a = 0,02423775 * 1 * 0,000001 = 2,42378 * 10^{-8}$$

$$R_b = N_d * P_b * L_b = 0,02423775 * 1 * 0,00025 = 6,05944 * 10^{-6}$$

$$R_c = N_d * P_c * L_c = 0$$

$$R = R_a + R_b + R_c = 2,42378 * 10^{-8} + 6,05944 * 10^{-6} = 6,08368 * 10^{-6}$$

$$R_t = 10^{-5}$$

$$R < R_t$$

7.2 Áreas externas y canchas deportivas

7.2.1 Cálculos de iluminación

En la tabla 7.3 se muestran las iluminancias obtenidas de la simulación con DIALux evo 5. En las figuras de la 7.3 y 7.4 se muestran los gráficos de colores falsos obtenidos de la simulación.

Tabla 7.3. Iluminancias de las áreas externas

Vialidad y Estacionamiento		Accesos Vehiculares	
Em	22,00	Em	51,15
Emin	8,39	Emin	13,20
Emax	51,00	Emax	73,70
Um	0,38	Um	0,26
Ug	0,16	Ug	N/A
Pasillos Techados		Zonas Peatonales	
Em	108,10	Em	23,72
Emin	27,70	Emin	4,99
Emax	265,00	Emax	94,00
Um	0,26	Um	0,21
Ug	N/A	Ug	N/A
Zonas Verdes Accesibles		Canchas Deportivas (PA)	
Em	21,96	Em	220,00
Emin	1,15	Emin	110,00
Emax	101,00	Emax	334,00
Um	N/A	Um	0,50
Ug	N/A	Ug	N/A
Canchas Deportivas (TA)		Gradas	
Em	184,00	Em	49,36
Emin	73,10	Emin	8,33
Emax	334,00	Emax	109,00

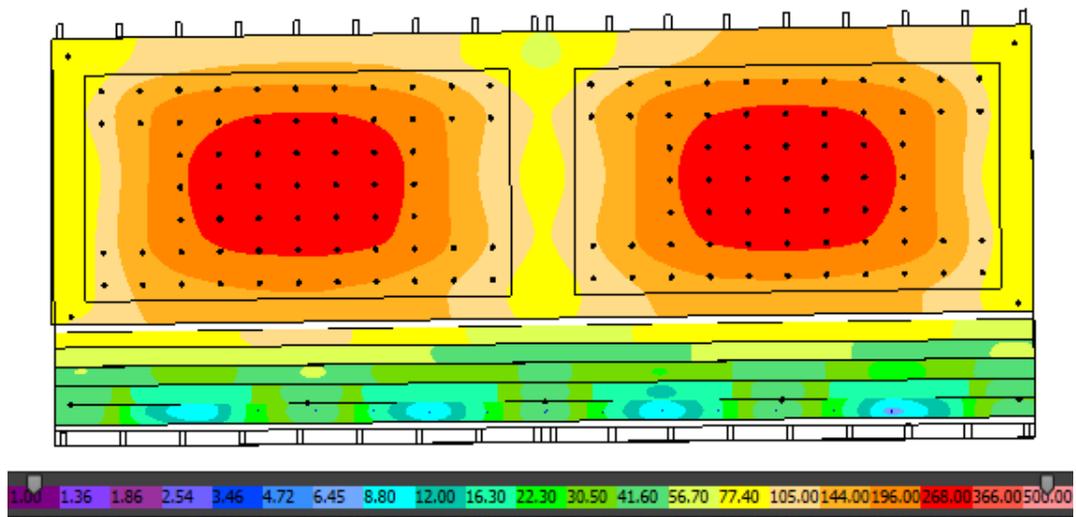


Figura 7.3. Gráfico de colores falsos de las canchas deportivas.

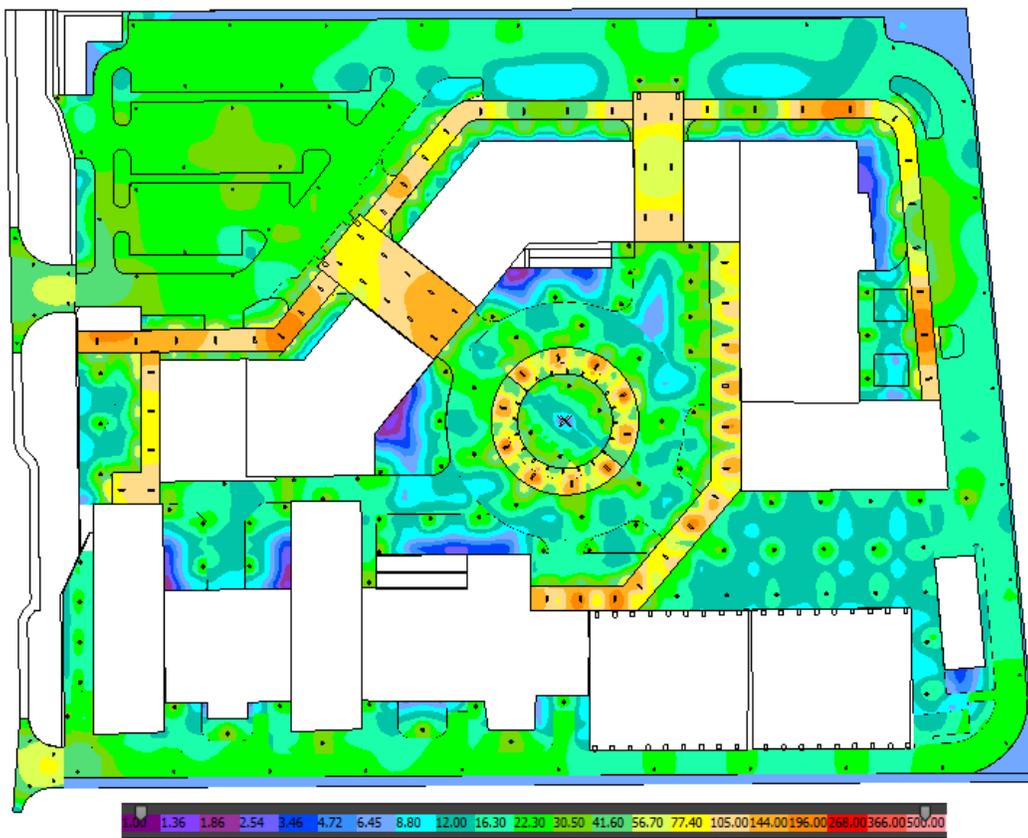


Figura 7.4. Gráfico de colores falsos de las áreas externas.

7.3 Sistema de distribución

7.3.1 Sistema de puesta a tierra

A continuación se muestra el cálculo utilizado para obtener la resistencia de puesta a tierra.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \left(\frac{16L^2}{as} \right) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$$

$$R = \frac{311,02}{4 * \pi * 150} \left(\ln \left(\frac{16 * 150^2}{2 * 6,554 * 10^{-3}} \right) - 2 + \frac{2}{2 * 150} - \frac{2^2}{16 * 150^2} + \frac{2^4}{512 * 150^4} \right)$$

$$R = 2,5[\Omega]$$

7.3.4 Corrientes de cortocircuito

A continuación se muestra el cálculo tipo utilizado para la obtención de las corrientes de cortocircuito del transformador TX-1 y TX-2. En la tabla 7.3 se muestran las corrientes de cortocircuitos obtenidas.

TX - 1

$$I_b = \frac{S}{V} = \frac{37500}{240} = 156.25[A]$$

$$I_{cc} = \frac{V_{pf}}{Z_{TX}} = \frac{1.05}{0,0575} = 19,13[p.u.]$$

$$I_{cc} = 19,13 * I_b = 19,13 * 156,25 = 2989,06[A]$$

TX - 2

$$I_b = \frac{S_{3\phi}}{\sqrt{3} * V_{LL}} = \frac{225000}{\sqrt{3} * 208} = 624,54[A]$$

$$I_{cc(1\phi-T)} = \frac{V_{pf}}{Z^+ + Z^- + Z^0 + 3Z_N}$$

$$I_{cc(1\phi-T)} = \frac{1.05}{0,0575 + 0,0575 + 0,85 * 0,0575} = 6,71[p.u.]$$

$$\begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I^0 \\ I^1 \\ I^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3I_{cc} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$I_A = 3 * 6,71 * I_b = 3 * 6,71 * 624,54 = 12,571[kA]$$

$$I_{cc(3\phi)} = \frac{1.05}{0,0575} = 18,26[p.u.]$$

$$I = 18,26 * 624,54 = 11,40[kA]$$

7.3.6 Protección contra descargas atmosféricas

A continuación se muestra el cálculo utilizado para la obtención de las características de los descargadores a utilizar en el proyecto.

$$MCOV = \frac{1.05 * V_{LL}}{\sqrt{3}} = 8,4[kV]$$

$$TOV = 1,73 * MCOV = 1,73 * 8,4 = 14,5[kV]$$

$$BIL = 95[kV]$$

$$BSL = 34[kV]$$

$$PR1 = \frac{CWW}{FOW} = \frac{1,10 * BIL}{FOW} \geq 1,2$$

$$FOW \leq \frac{1,10 * BIL}{1,2}$$

$$FOW \leq 87,1[kV]$$

$$PR2 = \frac{BIL}{LPL} \geq 1,2$$

$$LPL \leq \frac{BIL}{1,2}$$

$$LPL \leq 79,2$$

$$PR3 = \frac{BSL}{SPL} \geq 1,15$$

$$SPL \leq \frac{BSL}{1,15}$$

$$SPL \leq 29,6[kV]$$

CAPÍTULO VIII

CÓMPUTOS MÉTRICOS Y PARTIDAS

Para la estimación se realizó un cálculo aproximado según la norma COVENIN 2000-92 “Sector construcción mediciones y codificación de partidas para estudios, proyectos y construcción. Parte II. A Edificaciones”. Debido a los cambios continuos de precios debido a la inflación actual en Venezuela, el costo del proyecto se evalúa en Dólares Americanos.

Los precios se obtuvieron de diversos catálogos de compañías distribuidoras de materiales en el extranjero. En la tabla 7.1 se muestra el monto y cantidad de material requerido para la elaboración del proyecto eléctrico.

Tabla 7.1. Partidas del proyecto

REF	Unidad	Materiales	Cant.	Precio Unitario (USD)	Costo total (USD)
E521223023	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 12 AWG (2.32 mm)	4000	1,34	5.360,00
E521223030	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 10 AWG (2.95 mm)	7000	1,4	9.800,00
E521223037	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 8 AWG (3.71 mm)	1000	1,52	1.520,00

Continuación tabla 7.1.

E521223047	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 6 AWG (4.67 mm)	300	1,65	495,00
E521223074	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 4 AWG (5.89 mm)	2000	1,99	3.980,00
E521223095	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 2 AWG (7.42 mm)	1000	2,1	2.100,00
E521223106	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre # 1/0 AWG (9.47 mm)	700	2,2	1.540,00
E521223119	m	I.E. Cable de cobre, trenzado, revestido, THW, calibre 500 MCM (20.65 mm)	5000	2,61	13.050,00
E521213074	kg	I.E. Cable de cobre, trenzado, sin revestimiento, THW, Calibre # 2 AWG (7.40)	60	0,24	14,40
E521229001	m	I.E. Cable telefónico de 1 Pares	300	0,78	234,00
E521229004	m	I.E. Cable telefónico de 4 Pares	50	1,16	58,00
E521229200	m	I.E. Cable telefónico de 200 Pares	200	11,86	2.372,00
E580000102	pza	I.E. Cartucho para soldadura exotérmica	20	176	3.520,00
E512211019	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 3/4 plg (19 mm)	3000	2,15	6.450,00
E512211025	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 1 plg (25 mm)	100	3,02	302,00

Continuación tabla 7.1.

E512211032	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 1 1/4 plg (32 mm)	50	10,43	521,50
E512211038	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 1 1/2 plg (38 mm)	500	19,02	9.510,00
E512211076	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 3 plg (76 mm)	200	29,46	5.892,00
E512211089	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 3 1/2 plg (89 mm)	100	29,46	2.946,00
E512211127	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 5 plg (127 mm)	150	47,14	7.071,00
E512211076	m	I.E. Tubería de hierro galvanizado sin rosca, tipo EMT, embutida diámetro 6 plg (76 mm)	500	59,63	29.815,00
E541111120	pza	I.E. Interruptor simple, con tapa metálica, puente y tornillo, 20A	34	6	204,00
E541121120	pza	I.E. Interruptor doble, con tapa metálica, puente y tornillo, 20A	1	8	8,00
E541241120	pza	I.E. Interruptor (three-way), con tapa metálica, puente y tornillo	6	6,5	39,00
E542211224 0	pza	I.E. Tomacorriente simple con tapa metálica, puente y tornillos, dos (2) fases, 40A	4	8	32,00
E542211115	pza	I.E. Tomacorriente simple con tapa metálica, puente y tornillos, una (1) fases, 15A	7	3	21,00
E542211115	pza	I.E. Tomacorriente doble con tapa metálica, puente y tornillos, una (1) fase, 15A	71	6	426,00

Continuación tabla 7.1.

E531310510	pza	I.E. Cajetines metálicos, salida 3/4 plg, profundidad 1 1/2 plg rectangular 2 x 4 plg (5.1 x 10.2 cm)	123	7	861,00
E531330010	pza	I.E. Cajetines metálicos, salida 3/4 plg, profundidad 2 1/8 plg octogonales 4 plg (10.2 cm)	29	7	203,00
E581330010	pza	I.E. Luminarias LED, General Electric 2'x 4' Recessed Troffer, ET24 Series Powered by Intrinsx	369	240	88.560,00
E531330020	pza	I.E. Luminarias LED, Phillips BDS461 LED24-/830 II TS GR CLO 60P	72	90	6.480,00
E531330030	pza	I.E. Luminarias LED, Phillips BGP382 LWFP GRN80/830 I DM CO GR SP	87	120	10.440,00
E531330040	pza	I.E. Luminarias LED, Phillips BGP491 LLM11200/840 I DTS 9009	54	260	14.040,00
E531330050	pza	I.E. Luminarias LED, Phillips BPK561 DLM3000-/840 PSU WB GR	139	160	22.240,00
E561001020	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 1 x 20 Amp	60	35	2.100,00
E561001060	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 1 x 60 Amp	2	39	78,00
E561001090	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 1 x 90 Amp	2	50	100,00
E561003020	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 3 x 20 Amp	1	330	330,00
E561003030	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 3 x 30 Amp	1	330	330,00

Continuación tabla 7.1.

E561002050	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 2 x 50 Amp	1	330	330,00
E561003090	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 3 x 90 Amp	4	359	1.436,00
E561003250	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 3 x 250 Amp	1	1.945,50	1.945,50
E561003300	pza	I.E. Interruptor termomagnético THHQC 3 x 300 Amp	1	2.790,00	2.790,00
5721112037	pza	Transformador monofásico, pad mounted 13800/240-120, 37,5 kVA	1	2.600,00	2.600,00
5721112225	pza	Transformador trifásico, pad mounted, 13800/208, delta-estrella, 225 kVA	1	5.000,00	5.000,00
5721112300	pza	Transformador trifásico, pad mounted, 13800/208, delta-estrella, 300 kVA	1	6.000,00	6.000,00
5721121000	pza	Transformador trifásico, pad mounted, 13800/208, delta-estrella, 1000 kVA	1	17.000,00	17.000,00
TOTAL					290.544,40

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La necesidad de nuevas obras arquitectónicas, útiles a la comunidad universitaria es algo de suma importancia en Venezuela, la creciente demanda de lugares de estudio ha ido aumentando con el pasar de los años. Este proyecto, se realizó a partir de la información arquitectónica suministrada y se llevo a cabo el cálculo y especificaciones de las instalaciones eléctricas de un edificio y las áreas externas a las edificaciones.

Se identificaron todas las áreas externas a las edificaciones y las del edificio atención al estudiante obteniendo un área total aproximada de 36181 m². Con esta información se realizó la estimación de la demanda de estas áreas, obteniendo así una demanda de 217,2 kVA.

Se establecieron todos los criterios y premisas del proyecto basados en normas nacionales e internacionales. Además se evaluó la incorporación de un grupo de respaldo a la edificación Atención al Estudiante obteniendo como resultado un grupo electrógeno de combustible Diesel, con la adición de un sistema UPS y un panel de transferencia.

Es importante destacar que la memoria descriptiva, de cálculo y especificaciones se realizó con estimaciones propias de los sistemas de ascensores, sistemas hidroneumáticos y de aire acondicionado, debido a la falta de información de dichos sistemas, correspondiente a otras disciplinas. De esta manera se establece la información contenida en este Trabajo Especial de Grado, como un primer acercamiento al proyecto eléctrico del conjunto.

Se recomienda obtener datos certeros de los sistemas de fuerza de la edificación, así como información arquitectónica mas detallada. Todas las disciplinas involucradas en este proyecto deberán aportar las memorias descriptivas y de especificaciones de los todos los sistemas del conjunto, de esta manera se podrán hacer los cálculos y especificaciones de los sistemas descritos en este Trabajo Especial de Grado con mayor exactitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Calviño G. Nicolás M., Trabajo especial de grado, *“Proyecto eléctrico para dos edificaciones en la nueva sede de la carrera procesos industriales”*, Caracas 2015.
- [2] Paz F. Percy F., Trabajo especial de grado, *“Desarrollo de las instalaciones eléctricas del centro integral paseo la castellana”*, Caracas 2012.
- [3] Norma EDC, *“Estimación de cargas y constantes”*.
- [4] ABB, *“Seminario técnico de transformadores”*, disponible en: [http://www02.abb.com/global/coabb/coabb051.nsf/0/2d30aac0778d7d4dc1257aa0005438e4/\\$file/ABB+Tech+Day.pdf](http://www02.abb.com/global/coabb/coabb051.nsf/0/2d30aac0778d7d4dc1257aa0005438e4/$file/ABB+Tech+Day.pdf).
- [5] Código Eléctrico Nacional, FONDONORMA 200:2009 (8va Revisión), Caracas 2009.
- [6] FONDONORMA 159:2008, *“Tensiones normalizadas de servicio”*.
- [7] COVENIN 1555:1980, *“Tomacorrientes y enchufes. Dimensiones y configuración”*.
- [8] COVENIN 2249-93, *“Iluminancias en tareas y áreas de trabajo”*.
- [9] UNE-EN 12193:1999, *“Iluminación en instalaciones deportivas”*.
- [10] COVENIN 3290:1997, *“Alumbrado público. Diseño”*.
- [11] COVENIN 542-99, *“Tableros eléctricos para alumbrado y artefactos de distribución hasta 600V, 1600A y de máximo 42 circuitos ramales con interruptores automáticos en caja moldeada”*.
- [12] FONDONORMA 599-1:2013, *“Protección contra rayos. Parte 1: Principios generales”*.

- [13] FONDONORMA 599-2:2013, “*Protección contra el rayo. Parte 2: Evaluación del riesgo*”.
- [14] FONDONORMA 599-3:2013, “*Protección contra el rayo. Parte 3: Daño físico a estructuras y riesgo humano*”.
- [15] FONDONORMA 599-4:2013, “*Protección contra el rayo. Parte 4: Sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras*”.
- [16] COVENIN 2454:1999, “*Manual de instalaciones telefónicas internas*”.
- [17] COVENIN 391-74, “*Símbolos gráficos aplicados a sistemas de potencia*”.
- [18] COVENIN 3625:2000, “*Alumbrado publico. Construcción*”.
- [19] COVENIN 398: 1984, “*Símbolos gráficos para instalaciones eléctricas en inmuebles*”.
- [20] COVENIN 187-92, “*Colores, símbolos y dimensiones para señales de seguridad*”.
- [21] COVENIN 731: 1997, “*Tomacorrientes y enchufes*”.
- [22] COVENIN 536-1994, “*Transformadores de potencia. Generalidades*”.
- [23] IEEE Std 142-2007, “*Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*”.
- [24] IEEE C57.12.34, “*Standard Requirements for Pad-Mounted, Compartmental-Type, Self-Cooled, Three-Phase Distribution Transformers, 10 MVA and Smaller; High-Voltage, 34.5 kV Nominal System Voltage and Below; Low-Voltage, 15 kV Nominal System Voltage and Below*”.
- [25] IEEE C62.22-2009, “*Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems*”.
- [26] IEEE C57.12.00, “*Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*”.

- [29] IEEE C57.12.28-2005, “*Standard for Pad-Mounted Equipment—Enclosure Integrity*”.
- [30] IEEE C57.12.29-2014, “*Standard for Pad-Mounted Equipment--Enclosure Integrity for Coastal Environments*”.
- [31] IEEE C57.12.70, “*Standard for Standard Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers*”.
- [32] IEEE C57.12.80, “*Standard Terminology for Power and Distribution Transformers*”.
- [33] IEEE C57.12.90-2010, “*Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*”.
- [34] IEEE C57.12.91, “*Standard Test Code for Dry-Type Distribution and Power Transformers*”.
- [35] EATON INDUSTRIES, S.L. “*INFORME TECNICO: IT-EE08(11/11)*”, España 2011.

ANEXOS

(Planos)