



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA**



**DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA UNIVERSIDAD
NACIONAL EXPERIMENTAL DE LAS FUERZAS ARMADAS, UBICADA
EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA.**

**AUTOR:
JULIO GELVEZ A.**

BARBULA, ABRIL 2.008.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA**



**DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA UNIVERSIDAD
NACIONAL EXPERIMENTAL DE LAS FUERZAS ARMADAS, UBICADA
EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA.
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**AUTOR:
JULIO GELVEZ A.**

BARBULA, ABRIL 2.008.

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA.**

CERTIFICA DE APROBACION

Los abajo firmantes miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LAS FUERZAS ARMADAS, UBICADA EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA”**, realizado por el bachiller: Julio Gelvez Acevedo, C.I: 15.608.666, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Juan Carlos Ataya
Tutor Académico

Jurado

Jurado

Bárbula, Abril 2008.

AGRADECIMIENTOS

Gracias, A mi Padre Celestial por esta oportunidad. Dios creo al hombre para que existiese y existen los hombres para que tengan gozo.

A mis padres por su constancia, amor y ejemplo.

A mis hermanos, por la incondicional ayuda.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron para que esta meta se convirtiera en una deliciosa realidad.

A todos gracias por su apoyo.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
INDICE GENERAL	ii
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
INDICE DE APENDICES	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPITULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivo General	4
1.4 Objetivos Específicos	4
1.5 Alcance	5
1.6 Recursos	6
1.7 Resultados Esperados	7
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes	8
2.2 Bases Teóricas	9
2.2.1 Instalaciones Eléctricas	10
2.2.1.1 Objetivo de una Instalación Eléctrica	10

2.2.1.2	Clasificación de las Instalaciones Eléctricas	11
2.2.1.3	Elementos de una Instalación Eléctrica	13
2.2.1.4	Medidas de Seguridad en Instalaciones Eléctricas	16
2.2.2	Sistemas de Puesta a Tierra	18
2.2.2.1	Puesta a Tierra de Sistemas de bajo Voltaje	22
2.2.2.1.1	Sistema Tipo TN-S	22
2.2.2.1.2	Sistema Tipo TN-C	23
2.2.2.1.3	Sistema Tipo PNB	24
2.2.2.1.4	Sistema tipo TT	24
2.2.2.1.5	Sistema tipo IT	25
2.2.2.2	Arreglos de puesta a Tierra	25
2.2.3	Tableros de Distribución	27
2.2.4	Corto Circuito	28
2.2.5	Coordinación de Protectores	28
2.2.6	Iluminancia	30
2.2.6.1	Flujo Luminoso	31
2.2.6.2	Luminancia	32
2.2.6.3	Criterios de Calidad	32
2.2.6.4	Coefficientes de Uniformidad	32
2.2.7	Sistemas de Aires Acondicionado	33
2.2.7.1	Instalaciones de los Equipos	33
2.2.7.2	Cálculo de la potencia Frigorífica necesaria	34
2.2.7.3	Diferencia entre Compacto, Split y Multi Split	36
2.3	Definición de Términos	40

CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1	Nivel de la Investigación	50
3.2	Diseño de Investigación	51
3.3	Técnica de Recolección de Datos	52
3.4	Fases de la Investigación	52

	3.4.1 Fase 1: Diseño de los sistemas de iluminación interna y externa	52
y	simulación de los lugares de interés por medio del software Dialux.	
	3.4.1.1 Simulación de un salón usando el software Dialux	52
	3.4.1.2 Sistemas de iluminación de menor importancia	55
	3.4.2 Fase 2: Escoger la capacidad del banco de transformación por medio del estudio general de cargas de la edificación y diseño de tableros de distribución.	55
	3.4.2.1 Cargas de Iluminación	56
	3.4.2.2 Tomas de Uso General	56
	3.4.2.3 Tomas de Uso Especial y Motores	57
	3.4.2.3.1 Trituradores de Basuras, Congeladores y otros	57
	3.4.2.3.2 Aires Acondicionados	57
	3.4.2.3.3 Relación de Potencias en las Cargas Alimentadas	58
	3.4.2.4 Métodos para determinar el calibre de conductores	59
	3.4.2.4.1 Capacidad de Corriente	59
	3.4.2.4.1.1 Corriente de Carga Monofásica	59
	3.4.2.4.1.2 Corriente de Carga M (Ic) 3 hilos	59
	3.4.2.4.1.3 Corriente de C. Trifásica (Ic)4 hilos	60
hilos	3.4.2.4.2 Caída de Tensión	60
	3.4.2.5 Diseño de las acometidas para motores	60
	3.4.2.5.1 Corriente de diseño (Id) para un solo motor	61
	3.4.2.5.1.1 Corriente de diseño (Id) para varios motores	61
	3.4.2.6 Aplicación de factores de demanda	61
	3.4.2.7 Balance de circuitos dentro de los tableros	62

3.4.2.8	Cálculos de la potencia del transformador	62
3.4.3	Fase 3: Diseñar las canalizaciones para las señales de voz y datos	62
	y acometida para la alimentación eléctrica de la Edificación.	
3.4.3.1	Canalizaciones para las señales de voz y datos	62
3.4.3.2	Acometida para la Alimentación eléctrica en la Edificación	63
3.4.3.2.1	Nivel de Cortocircuito	63
3.4.4	Fase 4: Realizar la coordinación de protecciones y sistemas de puesta a tierra del diseño eléctrico de la edificación	64
3.4.4.1	Dimensionamiento de las protecciones	64
3.4.4.1.1	Corriente de protección (Ip) para usos generales	64
	y motores menores de 1Hp.	
3.4.4.1.2	Corriente de protección (Ip) para motores de 1Hp (potencias medias)	65
3.4.4.2	Coordinación de protecciones principales de los tableros	65
3.4.4.2.1	Cálculo de Corriente de cortocircuito	65
3.4.4.2.2	Coordinación de protecciones	65
3.4.4.3	Sistema de puesta a tierra del sistema eléctrico de la Edificación	66
CAPITULO IV: RESULTADOS POR FASES		
4.1 FASE 1		
4.1.1	Simulación de la iluminación de salones	68
4.1.2	Simulación de la iluminación de la biblioteca o sala de lectura, cocina, restaurante y cancha deportiva	75
4.2 FASE 2		
4.2.1	Sección 220 CEN 2004	78

4.2.2 Estudio General de Cargas	79
4.2.2.1 Cargas de Iluminación y tomacorrientes de uso general	79
4.2.2.1.1 Factores de demanda por cargas de iluminación	80
en proyectos educacionales CEN 220.34 y 220.22	
4.2.2.1.1.1 Aplicación de factores de demanda	80
Para el tablero asignado a control de	
Estudios (TCE)	
4.2.2.2 Tomas de Uso Especial	80
4.2.2.3 Aires Acondicionados	80
4.2.2.4 Resultados del Estudio de Cargas	82
4.2.2.5 Diseño y balance de circuitos dentro de los tableros	87
4.2.2.6 Capacidad del Transformador de Potencias	87
4.2.2.6.1 Conexión del Transformador de potencias	87
4.3 FASE 3	
4.3.1 Acometida Telefónica	90
4.3.2 Red de datos	91
4.3.3 Acometida para la alimentación eléctrica de la edificación	91
4.3.3.1 Circuito de Alta Tensión	91
4.3.3.1.1 Acometida de Alta Tensión	91
4.3.3.1.2 Capacidad de Carga	92
4.3.3.1.3 Caída de Tensión	92
4.3.3.1.4 Nivel de Cortocircuito	93
4.3.4 Bancada de Alta Tensión	95
4.3.4.1 Circuito de baja tensión	96
4.3.4.1.2 Alimentador Principal	96
4.4 FASE 4	
4.4.1 Coordinación de Protectores	96

4.4.1.1 Coordinación para TA1	99
4.4.2 Sistema de puesta a tierra	100
4.4.2.1 Conductor de aterramiento	101
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	104
BILIOGRAFIA	106
ANEXOS	108
APENDICES	134

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
2.1 Sistema tipo TN – S Típico	22
2.2 Alimentación TN – CT Típico	23
2.3 Sistema PAB típico	24
2.4 Sistema TT. La alimentación se pone a tierra en un punto.	24
2.5 Sistema IT típico. Fuente aislada de tierra a través de alta impedancia	25
2.6 Esfera o radio de influencia de un electrodo simple	26
2.7 Electrodo s puestos a tierra	27
2.8 Ejemplo de variación de iluminancia	30
2.9 Ecuación símbolo y unidad de la iluminancia	30
2.10 Diferencia entre flujo e intensidad luminosa	31
2.11 Intensidad Luminosa	31
2.12 Aparato de Ventana	36
2.13 Unidad Split	36
2.14 Encastrable de Conductos	37
2.15 Consola de techo	38
2.16 Consola de Suelo	38
2.17 Consola Mural	39
2.18 Cassette	39
3.1 Triangulo de Potencia	58
3.2 Circuito Monofásico 2 hilos	59
3.3 Circuito Monofásico 3 hilos	59
3.4 Circuito Trifásico 4 hilos	60
4.1 Presentación redering de salones	69
4.2 Hoja de datos de la luminaria de Philips	70
4.3 Hoja de resumen de los resultados de la iluminación	72
4.4 Ubicación de las luminancias	73
4.5 Diagrama de iluminancias dentro del salón	74

4.6 Conexión del transformador trifásico 13.800/220/127V (Dy1)	89
4.7 Esquema de Alta Tensión	93
4.8 Bancada de Alta Tensión Tipo A2C	95
4.9 Figura explicativa de la tabla 4.18	99
4.10 Figura ilustrativa del sistema propuesto	101

INDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
2.1 Conductor de electrodo puesta a tierra en sistemas de corriente alterna	26
2.2 Orientación para elegir la potencia	35
3.1 Niveles de iluminación de centros educacionales sugerido por Philips	40
4.1 Resultados de cargas de iluminación y cantidad de circuitos por tablero	77
4.2 Factores de demanda por cargas de iluminación	80
4.3 Resultados del estudio de cargas en TSM	82
4.4 Resultados del estudio de cargas en TC	82
4.5 Resultados del estudio de cargas en TA2	83
4.6 Resultados del estudio de cargas en TL	83
4.7 Resultados del estudio de cargas en TA1	84
4.8 Resultados del estudio de cargas en TCE	84
4.9 Resultados del estudio de cargas en TS1	85
4.10 Resultados del estudio de cargas en TS2	85
4.11 Resultados del estudio de cargas en TB	85
4.12 Resultados del estudio de cargas en TAAOFCE	86
4.13 Resultados del estudio de cargas en TD	86
4.14 Resultados del estudio de cargas en TRES	87
4.15 Tabla resumen del estudio de carga en los tableros	88
4.16 Distancias y especificaciones de los subalimentadores	97
4.17 Corrientes de corto circuito resultantes	98
4.18 Coordinación de tiempo de disparos de los brekeres involucrados para Cortocircuito en la barra asociada a TS1	99

INDICE DE ANEXOS

ANEXO

- A.1** Presentación tridimensional de la biblioteca o salón de lectura
- A.2** Diagrama de gama de grises para mostrar la iluminancia de la biblioteca
- A.3** Ubicación de luminarias dentro del recinto
- A.4** Resumen de resultados para la iluminancia de la biblioteca
- A.5** Presentación Tridimensional de la cocina
- A.6** Resumen de la simulación de iluminación de la cocina principal
- A.7** Ubicación de luminarias en la cocina principal
- A.8** Presentación tridimensional del área de mesas en el restaurante para Turistas
- A.9** Hoja resumen de los resultados de la simulación para la iluminación en el área de mesas
- A.10** Presentación tridimensional de la cancha múltiple
- A.11** Ubicación y dirección de reflectores de la cancha
- A.12** Diagrama de iluminancia en la cancha múltiple
- B.1** Diagrama unifilar
- B.2** Diagrama vertical
- C.1** Esquemas de tableros.
- D .1** Hoja de datos para cables tipo TDI
- E.** Cable para la acometida en alta tensión
- F.** Corriente de falla en transformador trifásico
- G.** Resultados de la coordinación de protecciones
- H.1** Resistencia de puesta a tierra de sistemas usando diferentes medidas de Barras Coperweld
- H.2** Tabla para escoger la toma del cable del sistema de puesta a tierra Simple
- H.3** Caja de inspección y protección de la barra de puesta a tierra
- I** Otros planos

INDICE DE APENDICES

APENDICE

- A.** Curvas de tiempo para los breakers y fusible de alta tensión.
- B.** Capacidades de corriente en (A) de conductores monopolares de cobre para baja tensión.
 - B.1.** Especificaciones del cable THHN
 - B.2.** Especificaciones del cable THW
- C.** Capacidades de corriente en (A) de conductores monopolares de cobre media tensión, aislados de a 15 KV.
- D.** Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para canalizaciones y equipos.
- E.** Tabla de conductores Iconel
- F.** Capacidad de distribución en A.m, para conductores monopolares de cobre con aislante TTU sistema trifásico 208/120V, 60Hz y temperatura del conductor 75°C $\Delta V = 2\%$.
- G.** Máximo numero de conductores de igual calibre en tuberías, trabajos nuevos: tipos THW Y TTU.
- H.** Transformador pad mounted de 750 KVA

INTRODUCCION

Actualmente, La Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA) es una institución Universitaria de las [Fuerzas Armadas de Venezuela](#) que forma profesionales a nivel técnico, universitario y de postgrado. El 26 de abril de 1999, el Presidente de la República [Hugo Rafael Chávez Frías](#), mediante el Decreto N° 115, en ejercicio de la atribución que le confiere el Art. 10 de la Ley de Universidades, en Consejo de Ministros y previa opinión favorable del Consejo Nacional de Universidades, decretó la creación de la UNEFA, con sede principal en la Región Capital y núcleos en varios lugares del país.

Asimismo, se ha emprendido un proceso de expansión, dando cabida a una necesidad de diseño de nuevos núcleos, como el que se pretende llevar a cabo en las inmediaciones de la Playa Juventud ubicada en Pampatar, Avenida El Cristo, sector Caranta, Estado Nueva Esparta.

Es así como se hace necesario determinar el proyecto de electrificación del recinto, es decir se requiere diseñar el sistema de recepción y distribución de la energía eléctrica. El objetivo de la investigación es plantear y desarrollar la organización del sistema eléctrico de la instalación así como las canalizaciones para los sistemas de voz y datos de ese moderno núcleo universitario. Además el proyecto incluye la planimetría de dichas instalaciones en el software Autocad y la

simulación de iluminación interior de salones, biblioteca y laboratorio y exteriores como cancha múltiple en el Software Dialux, en esta simulación solo se usará el mobiliario tridimensional que proporciona dicho software.

Por las características que posee el trabajo, se clasifica como un proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta para la especificación de las puestas a punto de la parte eléctrica en el contexto de una institución universitaria y de esta manera satisfacer las necesidades del usuario de dicha institución.

Dicha investigación será organizada y presentada de la siguiente manera: Capítulo I, denominado El Problema, enmarca el planteamiento y formulación del problema a estudiar, los objetivos de la investigación, la justificación de la investigación. El capítulo II o Marco Teórico, consta de los antecedentes de la investigación, las bases teóricas relacionadas con el tema. El capítulo III, muestra los aspectos metodológicos del trabajo, se presenta el tipo de investigación utilizada, se especifican las fases del estudio. En el capítulo IV, se presenta el análisis y se explica la ejecución de cada fase del proyecto. Por último en el capítulo V, se especifican las conclusiones del estudio, junto con las recomendaciones finales.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA) es una institución Universitaria de las [Fuerzas Armadas](#) de [Venezuela](#) que forma profesionales a nivel técnico, universitario y de postgrado. Esta institución posee una matrícula de 200.000 estudiantes alrededor del país y según su página en Internet se ha convertido en la universidad con más estudiantes en Venezuela. [1]

Esta institución fue fundada en 1974, por decreto de [Rafael Caldera](#), con el nombre de Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armadas Nacionales (IUPFAN). El 26 de abril de 1999, el Presidente de la República [Hugo Rafael Chávez Frías](#), mediante el Decreto N° 115, en ejercicio de la atribución que le confiere el Art. 10 de la Ley de Universidades, en Consejo de Ministros y previa opinión favorable del Consejo Nacional de Universidades, decretó la creación de la UNEFA, con sede principal en la Región Capital y núcleos en varios lugares del país, por lo que dicha institución adquirió el carácter de universidad experimental, estatus que le confirió estructura dinámica y autonomía organizativa, académica, administrativa, económica y financiera, pasó además a formar parte del Consejo Nacional de Universidades, ampliando y profundizando de este modo sus objetivos, alcances académicos y competencias curriculares en Venezuela.[2]

Asimismo, según lo establecido en los artículos 62 y 72 de la constitución nacional, el estado tiene el deber de impulsar una educación profesional que este al alcance de todos los venezolanos y por tal razón, la UNEFA, a tono con las exigencias del país, ha emprendido un proceso de expansión, dando esto cabida a una necesidad de diseño de nuevos núcleos, como el que se pretende llevar a cabo en las inmediaciones de la Playa Juventud ubicada en Pampatar, Avenida El Cristo, sector Caranta, Estado Nueva Esparta, Dicho núcleo tiene como objetivo preparar al estudiantado en las áreas de Turismo y gastronomía nacional e internacional, todo

esto en un ámbito teórico práctico, interaccionando con los turistas y público en general en las inmediaciones de esta hermosa playa.[3]

Ante esta urgente e importante necesidad se requiere construir una infraestructura adecuada, para dar cabida a una población de aproximadamente 1500 estudiantes. En la actualidad ya se ha desarrollado el diseño de la construcción civil, el cual posee 6700 metros cuadrados de construcción entre áreas interiores y exteriores y consiste en una edificación de tres niveles (un sótano y dos pisos) con áreas de estacionamientos, canchas deportivas, salones, laboratorios de computación, restaurantes, baños, decanato, jardines, etc. Según el proyecto civil aprobado, esta construcción quedará ubicada a orillas de la playa y presentará un diseño moderno en donde cada nivel de la edificación se asentará sobre una sección de una rivera montañosa la cual finaliza en la costa playera del sector Caranta. [4]

Por tanto, se hace necesario determinar el proyecto de electrificación del recinto, es decir se requiere diseñar el sistema de recepción y distribución de la energía eléctrica así como las canalizaciones para los sistemas de voz y datos de ese moderno núcleo universitario. Cabe destacar que en este tipo de construcciones, en donde existe una variedad de espacios, necesidades y continuidad de uso, el diseño de los sistemas de distribución eléctrica juega un papel muy importante y es por ello que se necesita un diseño que sea económico y que cumpla con toda la normativa referente a este tipo de proyectos. [5]

A pesar de la importancia de tener un diseño del sistema eléctrico para una instalación educativa de este tipo, La Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA) no cuenta con uno para ser implementado en su nueva sede ubicada en Porlamar, Venezuela.

Es evidente que de no realizarse el diseño del sistema eléctrico en esta nueva sede UNEFA, no se cumplirán ninguno de los objetivos de esta casa de estudio ya

que no se contaría con el funcionamiento del material tecnológico necesario para llevar a cabo una enseñanza adecuada, afectando esto a 1500 estudiantes además del personal docente y obrero que labore en esta casa de estudio.

Ante esta necesidad presentada por el Estado Venezolano y por los requerimientos del estudiantado nacional se propone realizar como proyecto de grado el diseño del sistema eléctrico así como las canalizaciones para los sistemas de voz y datos de la Nueva Sede UNEFA ubicada en Pampatar, Avenida El Cristo, sector Caranta, Estado Nueva Esparta.

1.2 JUSTIFICACIÓN:

La edificación diseñada para la nueva sede UNEFA Pampatar presenta varios ambientes en donde se realizarán diferentes actividades que requieren la instalación de diversas cargas eléctricas, por lo que la primera ventaja en la realización del proyecto será que La Universidad Nacional Experimental de la Fuerzas Armadas obtendrá un diseño adecuado, seguro, de bajo mantenimiento y confiable a través del cual pueda distribuirse la energía eléctrica necesaria en cada uno de los espacios para así apoyar el proceso educativo del estudiantado en esta sede. Esto es importante ya que por medio de este proyecto de grado se obtendrá un diseño que resguarde la gran inversión realizada por el estado venezolano además de proteger la vida de los usuarios.

Como segunda ventaja en la ejecución del presente trabajo de grado es que la Universidad de Carabobo aumentará su interrelación con otras instituciones educativas además de cumplir con su compromiso social en la preparación y prestación del recurso humano necesario para impulsar y garantizar el desarrollo de la nación. Esto es de gran relevancia ya que la Universidad de Carabobo mediante su apoyo a proyectos de este tipo demuestra su solidaridad al proceso educativo nacional y su compromiso con el desarrollo tecnológico y turístico en Venezuela.

Una tercera ventaja que justifica la realización del proyecto es que mediante el mismo se obtendrá un diseño, una metodología y una investigación que pueda ser utilizada a futuro para el desarrollo de proyectos similares, los cuales son comunes en el área de la ingeniería eléctrica.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3 OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar el sistema eléctrico para la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas, ubicada en el Estado Nueva Esparta.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1- Diseñar los sistemas de iluminación interna y externa y simulación por medio del software Dialux de salones, oficinas y canchas deportivas.
- 2- Escoger la capacidad del banco de transformación por medio del estudio general de cargas de la edificación y diseño de tableros de distribución.
- 3- Diseñar las canalizaciones para las señales de voz y datos y acometida para la alimentación eléctrica de la edificación.
- 4- Realizar la coordinación de protecciones y sistema de puesta a tierra del diseño eléctrico de la edificación.

1.5 ALCANCE:

La realización del presente trabajo de grado abarcará el diseño de las instalaciones eléctricas desde el punto en media tensión, así como las protecciones en media y baja tensión, banco de transformación, acometida, balance de circuitos en los tableros, sistemas de iluminación interior y exterior, tomas de uso general y especial para oficinas, habitaciones, baños, comedor, restaurante, sistemas de aire acondicionado así como las canalizaciones para los sistemas de voz y datos. Además el proyecto incluye la planimetría de dichas instalaciones en el software Autocad y la simulación de iluminación interior de salones, biblioteca y laboratorio y exteriores como cancha múltiple en el Software Dialux, en esta simulación solo se usará el mobiliario tridimensional que proporciona dicho software.

Cabe destacar que el mencionado proyecto no abarca el diseño de los sistemas contra incendio, dicho diseño se propone para ser realizado en otro estudio aparte. Tampoco abarcará la implementación del diseño, ni su análisis económico, presupuesto o cálculos métricos.

El diseño tendrá como prioridad la seguridad física de los usuarios y de las instalaciones.

El proyecto abarcará el cumplimiento de las normas y códigos respectivos.

La propuesta incluirá criterios de reserva del veinte por ciento a fin de poder sustentar posibles expansiones.

En el alcance de este proyecto no se contempla el sistema de protección contra descargas atmosféricas y la ingeniería de detalles ya que el mismo será realizado luego por la empresa contratista.

1.6 RECURSOS:

Para la elaboración del proyecto la contratista asignada ha proporcionado los planos civiles de la edificación además de ofrecer su ayuda para cualquier otra información o datos que se requieran en función de aclarar las necesidades y prioridades del diseño buscado.

Además se cuenta con un tutor metodológico y un tutor académico con experiencia en el área de proyectos de iluminación y canalizaciones eléctricas.

Cabe destacar que también se tiene como recurso la experiencia obtenida en 3 meses como pasante en el Metro de Valencia en la Gerencia de Desarrollo Ferroviario y la experiencia que el autor esta adquiriendo como ayudante de ingeniero electricista en la contratista Cadelec y en trabajos particulares.

1.7 RESULTADOS ESPERADOS:

Se busca obtener como resultados los siguientes puntos:

1. Los cálculos de iluminación interior y exterior y simulación de los espacios de interés (salones, biblioteca, cancha) usando el software Dialux.
2. El estudio general de cargas en la edificación.
3. Ubicación del tablero principal y los secundarios.
4. Tabla de factores de demanda que deben aplicarse a fin de sensibilizar la carga y capacidad del banco de transformación.
5. Diseño del tablero principal y tableros secundarios además del balance de los circuitos dentro de los mismos.
6. Diseño de la acometida principal y los alimentadores de los circuitos ramales.
7. Diseño de las canalizaciones para los sistemas de voz y datos dentro del recinto.
8. Coordinación de protecciones del sistema propuesto en media y baja tensión.

9. Planos en Autocad que comprendan la ubicación, dentro del recinto de las tomas de uso general, tomas de uso especial, tableros principal y secundarios, ubicación de las canalizaciones para los sistemas de voz y datos y ubicación de luminarias interiores y exteriores.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES:

A continuación se presentan una serie de trabajos realizados, los cuales guardan relación con el presente estudio, dichas investigaciones servirán para sustentar el tema en cuestión, además de analizar los paradigmas o modelos utilizados, así como conceptualización relevante para el desarrollo y logro de los objetivos planteados. En este sentido se destacan:

En un trabajo realizado por el Ingeniero Nestor Quadri (2002), llamado **“Proyecto Eléctrico en edificios”** El autor explica el procedimiento y criterios seleccionados para llevar a cabo el diseño de instalaciones eléctricas, además muestra planos y explicaciones para realizar los cálculos de caída de tensión entre otros. [8]

Dicho trabajo constituyó un antecedente importante, ya que con la información aportada, se amplían los conocimientos en todo lo que se refiere a procedimientos y técnicas para diseñar instalaciones eléctricas en edificios.

Además en un trabajo realizado por Paulo H y Matos A (2001) denominado **“Remodelación del sistema eléctrico de una institución de educativa”** los autores plantean que un sistema eléctrico no sólo se encarga de la iluminación y de hacer funcionar los equipos que allí se encuentran, sino que éste debe estar perfectamente

diseñado por la importancia de las labores rutinarias de estas instituciones. Los autores dedicaron el capítulo I a proporcionar una visión general de las cargas eléctricas inmersas en una estructura educativa, ya en el capítulo II plantean normas, conceptos, criterios, antecedentes que dan estructura al trabajo. En los capítulos siguientes se diseñó la propuesta del sistema, logrando así el objetivo planteado. [9]

Dicha investigación aporta información relevante, ya que por medio de este trabajo se conocen las cargas involucradas en una institución educativa, además se observan algunos criterios eficaces usados comúnmente a fin de obtener diseños eléctricos seguros para los usuarios y para la edificación. Por otra parte por medio de dicho trabajo se observó la nomenclatura usada en el levantamiento de planos eléctricos y técnicas usadas en la realización de los mismos.

En un trabajo realizado por el departamento de construcción arquitectónica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (2006) llamado “**Luminotecnia arquitectónica y urbana**” se definen los factores fundamentales en el campo de iluminación además que se realiza una clasificación de luminarias y se establecen las recomendaciones para iluminar espacios de distinta índole con diferentes tipos de luminarias. [10]

La mencionada investigación proporcionó algunas recomendaciones para alumbrar instalaciones educativas y proporcionó tablas que explican los niveles de iluminación en los distintos espacios de una unidad educativa.

Además, en el proyecto de Rafael Doblás Holgado (2004), titulado “**Instalación eléctrica e iluminación de un complejo deportivo**” Se muestran los procedimientos y normativas necesarias para realizar la iluminación de un complejo deportivo y se realizan las simulaciones de la iluminación en lugares tales como piscinas, canchas entre otras. [11]

Dicho proyecto constituyó un antecedente importante, ya que mediante la información aportada se tomaron referencias y técnicas adecuadas para realizar la

iluminación de espacios exteriores como el de la cancha múltiple y jardines de la sede universitaria en cuestión.

2.2 BASES TEORICAS:

En el transcurrir de los años, la industria eléctrica ha venido evolucionando trayendo consigo grandes deleites al ser humano que a su vez ha sabido aprovechar esta forma de energía en múltiples aplicaciones para satisfacción de sus necesidades, estos grandes avances son consecuencias del esfuerzo y voluntad de muchas personas, desde científicos, ingenieros, técnicos y hasta del usuario común que ha aprendido su mejor uso. Es importante conocer todo lo referente a la electricidad, incluyendo la seguridad en el uso de la misma. Es así como, la [seguridad](#) de una instalación eléctrica desde los criterios de [diseño](#) hasta su puesta en utilización es [materia](#) fundamental para evitar [accidentes](#). Asimismo, para la ejecución de cualquier proyecto de electrificación se debe llevar a cabo antes, una revisión documental, la cual ilustrará al investigador en el tema.

Por tanto, en todo estudio es importante la búsqueda de teorías que respalden la información y complementen la estructura del trabajo. A continuación se presentan algunas conceptualizaciones estrechamente relacionadas al tema en cuestión:

2.2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento.

Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los

conductores y su aislamiento cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará. [12]

2.2.1.1 OBJETIVO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica.

Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes:

- SEGURIDAD CONTRA ACCIDENTES E INCENDIOS

Ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.

- EFICIENCIA Y ECONOMÍA

En este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.

- ACCESIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN

Es necesario ubicar adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionabilidad y la estética.

- MANTENIMIENTO

Con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

2.2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios. Si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución se tendría que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución.

Si se clasifican a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse: extra alta tensión, alta tensión, mediana tensión y baja tensión. Las instalaciones eléctricas se clasifican como residenciales, comerciales e industriales, las cuales se explican por sí mismas.

Tomando en cuenta la anterior clasificación y considerando las características de los locales o de las áreas en donde se desarrollarán las instalaciones, estas pueden denominarse como:

TOTALMENTE VISIBLES.

En este caso, todas las partes componentes de la instalación eléctrica se encuentran a la vista y sin ningún elemento que le sirva como protección contra esfuerzos mecánicos, ni como protección en contra del medio ambiente.

VISIBLES ENTUBADAS.

Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso si existe protección mecánica y contra los factores ambientales.

PROVISIONALES.

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etcétera.

DE EMERGENCIA.

Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora. Es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.

PARCIALMENTE OCULTAS.

Se localiza este tipo de instalación en naves industriales donde parte de la canalización va por pisos y muros y la restante por armaduras; en edificios de bancos, oficinas y centros comerciales que cuentan con falso plafón.

TOTALMENTE OCULTAS.

En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los tomacorrientes, de los interruptores y de los centros de carga o tableros. Poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación.

A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.

Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse. Las canalizaciones deberán cerrar

herméticamente. Por ejemplo, se desarrollan este tipo de instalaciones en molinos de trigo, minas de tiro, gaseas, plantas petroquímicas, etc. [12]

2.2.1.3 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

INTERRUPTOR:

Es el utensilio capaz de abrir o cerrar un circuito eléctrico, existiendo diversos tipos según la intensidad.

PULSADOR:

Es el que cierra un circuito en un corto espacio de tiempo (mientras se oprime), intercalado generalmente en la instalación de un timbre.

CONMUTADOR:

Es un tipo especial de interruptor que permite abrir o cerrar un circuito desde diversos puntos.

ENCHUFE:

Es el destinado a efectuar la conexión de los distintos aparatos a la corriente eléctrica; suelen ser de diversa tipología: monofásico, trifásico, o con toma de tierra.

PUNTO DE LUZ:

La energía eléctrica se transforma lumínica; a nivel domestico, los puntos de luz serán de tipo incandescente (bombillas) o fluorescente (tubos). Comercial o industrialmente existen otra gama de aparatos luminosos.

ACOMETIDAS:

Es la parte de la instalación comprendida entre la red general de distribución de la compañía suministradora y el arranque de la instalación del edificio, mediante la caja general del conjunto; las acometidas se pueden clasificar según:

- La tensión, alta y baja según su valor sea mayor o menor a 1.000 v.
- El trazado, áreas y subterráneas.

En general las acometidas de alta tensión se emplean para edificaciones que precisen cargas importantes o donde se situó un transformador. Las de baja tensión se usaran en las edificaciones de menor importancia, y corrientemente, en las de uso domestico, precisando menores precauciones que las anteriores. Se tienden a eliminar las de tipo aéreo por las subterráneas pero el factor económico hace que coexistan las dos soluciones.

La normativa reguladora viene especificada en el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ", que se complementa con las normas particulares de las empresas suministradoras; tendrán generalmente poca potencia y su trayecto será reducido, empleándose entre tres fases y neutro con las siguientes tensiones normalizadoras: red trifásica a 220 voltios: tensión en tres fases: 220 v. ; tensión entre fase y neutro: 127 V. ; derivación monofásica: 127 V.; derivación bifásica y trifásica:220 v. Red trifásica 338 V.: tensión entre fases, 380 v, tensión entre fase y neutro, 220 v, derivaciones monofásicas: 220 v, derivación trifásica: 380 v.

Las acometidas aéreas de baja tensión son la más económica y de gran extensión. Se construirá el amarre mediante porte o palomilla empotrada en la obra y a una vuelta de 6 a 8 m del suelo; las subterráneas ofrecen la ventaja de su mayor seguridad y limpieza, pero en contra, es una solución que requiere un mayor costo; los conductores penetran en el edificio mediante entubación y sellado de los mismos a través de cimientos y muros.

PUESTA DE TIERRA:

Para proteger las instalaciones y a sus usuarios, se establece que en todas las edificaciones de nueva planta se ejecute un circuito formado por un anillo cerrado de conductor de cobre desnudo 35 mm² de sección, enterrado en el fondo del cimiento. En edificaciones ya construidas se ejecutarán las puestas a tierra mediante el hincado, en zona común, de un electrodo (pica) ubicado en una arqueta específica.

Es importante mencionar la prohibición de hacer regatas en paredes estructurales para empotrar las instalaciones; estas discurrirán por tabiques, techos y cielos rasos, evitando al máximo su colocación bajo el pavimento.

2.2.1.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Al realizar una instalación eléctrica deben tenerse en cuenta los dos peligros principales enunciados: descarga eléctrica e incendio o explosión. Afortunadamente en los últimos años han aparecido nuevos materiales y dispositivos que han perfeccionado los sistemas de seguridad.
- Los equipos e instalaciones eléctricas deben construirse e instalarse evitando los contactos con fuentes de tensión y previendo la producción de incendio. Al seleccionar los materiales que se emplearán hay que tener en cuenta las tensiones a que estarán sometidos.
- El control de estas operaciones, así como la puesta en funcionamiento de estos equipos, debe estar a cargo de personal con experiencia y conocimientos. Especialmente cuando se trate de instalaciones de alta tensión eléctrica es necesario impedir que accidentalmente alguna persona o material tome contacto con los mismos. Esto puede lograrse ya sea cercando el lugar peligroso o instalando en lugares elevados o en locales separados a los cuales sólo tengan acceso ciertas personas. Debe ponerse atención a este peligro cuando se realicen trabajos de reparación, pintura, etc. en las vecindades y se quiten provisoriamente las medidas de seguridad.

- Al instalar los equipos eléctricos debe dejarse lugar suficiente alrededor de los mismos como para permitir no sólo el trabajo adecuado sino también el acceso a todas las partes del equipo para su reparación, regulación o limpieza.
- Los lugares donde existan equipos de alta tensión no deben usarse como pasaje habitual del personal.
- Los conductores se señalarán adecuadamente, de manera que sea fácil seguir su recorrido. Deben fijarse a las paredes firmemente y cuando vayan dentro de canales, caños, etc., tendrán, a intervalos regulares, lugares de acceso a los mismos.
- Los conductores estarán aislados mediante caucho, amianto, cambray, etc. en el caso de que no puedan aislarse completamente, por ejemplo: cables de troles, los conductores deben protegerse para impedir contactos accidentales.
- Es preferible que los conductores se ubiquen dentro de canales, caños, etc. para impedir su deterioro.
- Es necesario que los fusibles estén también resguardados. Esto puede hacerse de varias formas, por ejemplo: encerrándolos o permitiendo el acceso a las cajas sólo al personal autorizado.
- Cuando los fusibles funcionen con alto voltaje es conveniente que estén colocados dentro de un receptáculo o sobre un tablero de distribución y sean desconectables mediante un conmutador. Estos conmutadores podrán accionarse desde un lugar seguro, teniendo un letrero que indique claramente cuando se conectan o desconectan los fusibles.
- Los conmutadores deben instalarse de manera tal que impidan su manipulación accidental.
- Los tableros de distribución se utilizan para controlar individualmente los motores. Para evitar accidentes conviene que estén blindados, encerrados los elementos conectados a fuentes de alta tensión eléctrica para evitar el acceso de personas no autorizadas. El piso alrededor de los mismos debe estar aislado

y aquellos elementos conectados a fuentes de alta tensión deben tener pantallas aislantes que permitan su reparación o regulación sin tocarlos.

- Los circuitos de cada uno de los elementos del tablero deben ser fácilmente individualizables y de fácil acceso. Es conveniente poner a tierra las manivelas.
- Para realizar reparaciones debe cortarse el pasaje de electricidad.
- Los motores eléctricos deben aislarse y protegerse, evitando que los trabajadores puedan entrar en contacto con ellos por descuido. Cuando funcionen en lugares con exceso de humedad, vapores corrosivos, etc., deben protegerse con resguardos adecuados.
- Si bien es preferible no utilizar lámparas eléctricas portátiles, cuando no sea posible reemplazarlas por sistemas eléctricos fijos se las proveerá de portalámparas aislados con cables y enchufes en perfectas condiciones y los mismos deberán ser revisados periódicamente.

Los aparatos para soldadura y corte mediante arco eléctrico deben aislarse adecuadamente, colocando los armazones de los mismos conectados a tierra. Las ranuras para ventilación no deben dejar un espacio tal que permita la introducción de objetos que puedan hacer contacto con los elementos a tensión.

2.2.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas esta relacionada en primer lugar con la seguridad. El sistema de puesta a tierra se diseña normalmente para cumplir con dos funciones de seguridad. La primera es establecer conexiones equipotenciales, toda estructura metálica conductiva expuesta que puede ser tocada por una persona, se conecta a través de conductores de conexión eléctrica.

La mayoría de los equipos eléctricos se aloja en el interior de cubiertas metálicas y si un conducto energizado llega a entrar en contacto con éstas, la cubierta

también quedara temporalmente energizada. La conexión eléctrica es para asegurar que, si tal falla ocurriese, entonces el potencial sobre todas las estructuras metálicas conductoras expuestas sea virtualmente el mismo. En otras palabras, la conexión eléctrica iguala el potencial en el interior del local, de modo que las diferencias de potencial resultantes sean mínimas. Que este modo se crea una plataforma equipotencial.

Para el CEN el propósito de colocar un sistema puesto a tierra esta definido de la siguiente forma: *“La puesta a tierra de los sistemas y conductores de circuito se hace con el fin de limitar las tensiones debidas a rayos, fallas a tierra, sobretensiones transitorias de línea o contactos accidentales con líneas de alto voltaje, así como estabilizar la tensión durante condición normales de operación”*. Pág75

A continuación se presentan las razones más frecuentes por las cuales se recomienda tener un sistema eléctrico con puesta a tierra:

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Evitar incendios provocados por materiales volátiles o la combustión de gases al proveer un camino efectivo y seguro para la circulación de corrientes de fallas, descargas atmosféricas y estáticas, así eliminar los arcos y elevadas temperaturas en los equipos eléctricos, que pueden provocar tales incendios.
- Facilitar el buen desempeño de los equipos. En los sistemas o redes de computación una buena puesta a tierra no sólo mantiene la seguridad del personal y provee de un camino de baja impedancia para las corrientes de falla, sino que también mantiene en mismo nivel de potencial de tierra en todas las unidades del sistema, si estas están conectadas entre sí a tierra al

mismo tiempo. Si tienen varios sistemas de alimentación en AC, cada uno con su tierra separada se puede producir ruido en el sistema de puesta a tierra conectado a las computadoras. En este caso se utiliza una malla de referencia de señales para igualar el voltaje en un mayor rango de frecuencia. Las carcasas de las computadoras se conectarán a esta malla y a la barra de tierra del sistema. La malla se conectará también a la barra de tierra principal.

- Asegurar que seres vivos presentes en la vecindad de los equipos eléctricos o electrónicos no queden expuestos a potenciales inseguros, en régimen de operación normal o en condiciones de falla.
- Mantener los voltajes del sistema dentro de los límites razonables bajo condiciones de falla.

Si una persona está en contacto simultáneamente con dos piezas de una estructura metálica expuesta, el conductor de conexión eléctrica debería garantizar que la persona no reciba un choque eléctrico, haciendo que la diferencia de potencial entre los equipos sea insuficiente para que esto ocurra. El mismo principio se aplica en el interior de las grandes subestaciones, industrias, comercios, viviendas e incluso con especial tratamiento en los hospitales.

La segunda función de un sistema de puesta a tierra es garantizar que, en el evento de una falla a tierra, toda la corriente de falla que se origine, pueda retornar a la fuente de una manera controlada. Por una forma controlada se entiende que la trayectoria de retorno está permitida, de tal modo que no ocurra daño al equipo o lesión a las personas. La conexión a tierra no es de capacidad infinita e impedancia nula. Sin embargo, la impedancia del sistema de tierra debería ser lo bastante baja de modo que pueda fluir suficiente corriente de falla a tierra para que operen para interrumpir el flujo de corriente.

El diseñador de la protección calcula normalmente el valor requerido de impedancia a través de programas de análisis de fallas y este valor debe comunicarse a los responsables del diseño del sistema de puesta a tierra. Además, la elevación del potencial que experimentara el sistema de puesta a tierra mientras ocurre la falla, debería ser limitada a un valor pre-establecido.

Dichas disposiciones obligan a que toda red eléctrica de una propiedad, de tener un sistema de puesta tierra, cuya función sea la de limitar elevaciones de potencial producidas por perturbaciones eléctricas y/o fallas a tierra, cuyos efectos podrían implicar riesgos de producir shocks eléctricos a personas o chispas que eventualmente originen incendios. Sin embargo las prescripciones del Código Eléctrico Nacional no garantizan en su totalidad el logro de dichos objetivos, ya que existen situaciones particulares, en las que a pesar de que se cumpla con el código se podrían producir las condiciones de riesgo antes mencionadas.

Se denomina puesta a tierra de una instalación dada a la unión eléctrica intencional entre todas las masas metálicas de la misma y un electrodo dispensor enterrado en el suelo, que suele ser generalmente una jabalina, placa o malla de cobre o hierro galvanizado (o un conjunto de ellas), con el fin de conseguir una unión con la menor resistencia eléctrica posible entre las masas y la tierra. Si esta unión se realiza sin interposición de impedancia (o resistencia) alguna, se dice que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

La instalación de un sistema de puesta a tierra permite la protección de las personas y los bienes contra los efectos de las caídas de rayos, descargas estáticas, señales de interferencia electromagnética y contactos indirectos por corriente de fuga a tierra. Por lo tanto, la ejecución directa de la misma brinda importantes beneficios al evitar pérdidas de vidas, daños materiales e interferencias con otras instalaciones.

[12]

2.2.2.1 PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE

El principio subyacente es tomar primero todas las precauciones razonables para evitar un contacto directo con las partes eléctricas vivas y, en segundo lugar; proporcionar medidas de protección contra contactos indirectos. Esto último implica puesta a tierra, conexión equipotencial efectiva y un sistema de protección que remueva la condición de falla. Los métodos para efectuar una conexión a tierra en bajo voltaje reciben definiciones estándar. Cada uno se identifica por un código que contiene las siguientes letras:

T: tierra, conexión directa a tierra.

C: combinada

N: neutro

S: separada

2.2.2.1.1 SISTEMA TIPO TN-S:

En este tipo, el neutro de la fuente tiene un único punto de conexión a tierra en el transformador de alimentación. [13]

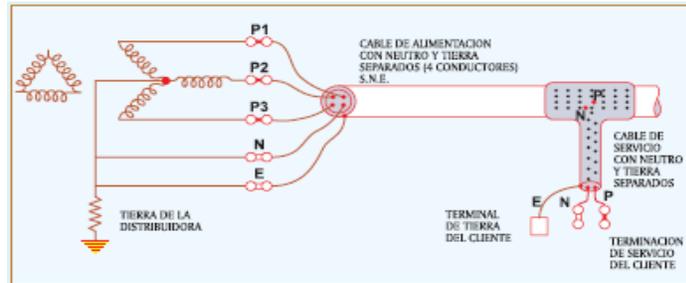


Figura 2.1

Sistema tipo TN-S típico

Los cables de alimentación tienen neutro separado del conductor de tierra de protección. Generalmente el conductor de neutro es un cuarto conductor y el conductor de tierra es la vaina o cubierta protectora (conductor PE).

2.2.2.1.2 SISTEMA TIPO TN-C.

En este tipo, el neutro de la alimentación se pone a tierra en varios puntos. El cable de alimentación tiene una pantalla metálica externa que combina neutro y tierra, con una cubierta de PVC (se denominan cables CNE).

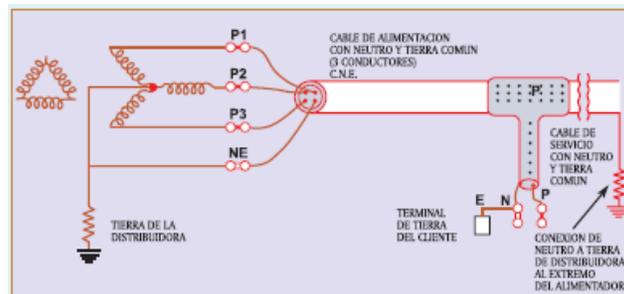


Figura 2.2

Alimentación TN-C típica. (Tierra protectora múltiple)

La alimentación en el interior de la instalación del cliente debiera ser TN-S, es decir; el neutro y la tierra separados, conectados sólo en la posición de servicio.

2.2.2.1.3 SISTEMA TIPO PNB:

Este es una variación del sistema TN-C en que el cliente dispone de un Terminal de tierra conectado al neutro de la alimentación pero el neutro se conecta a tierra en un único punto, normalmente cerca del punto de alimentación al cliente. Se reserva el uso de este arreglo cuando el cliente tiene un transformador particular.

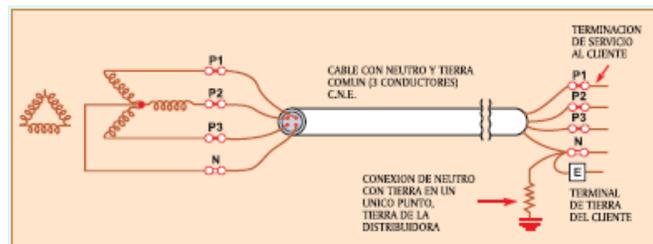


Figura 2.3

Sistema PNB típico. Cliente tiene transformador propio

2.2.2.1.4 SISTEMA TIPO TT:

Este es un sistema donde la alimentación se pone a tierra en un único punto, pero la instalación del cliente, la pantalla del cable y las partes metálicas expuestas

están conectadas a tierra vía un electrodo separado, que es independiente del electrodo de alimentación.

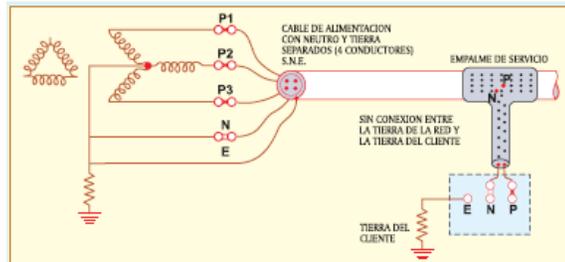


Figura 2.4
Sistema TT típico. La alimentación se pone a tierra en un punto

2.2.2.1.5 SISTEMA TIPO IT

Este es un sistema que no tiene conexión directa entre partes vivas y tierra pero con las partes conductivas expuestas de las instalaciones conectadas a tierra.

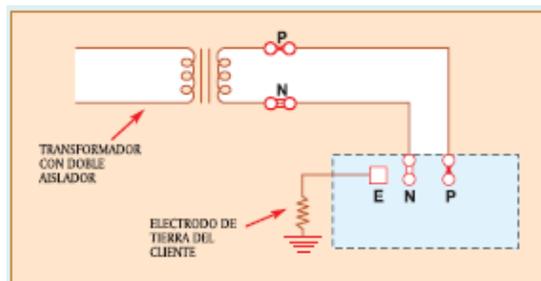


Figura 2.5
Sistema IT típico. Fuente aislada de tierra o conectada a tierra a través de alta impedancia.

2.2.2.2 ARREGLOS DE PUESTA A TIERRA:

La resistencia de tierra de un electrodo esta compuesta de tres factores:

- La resistencia del propio electrodo (metal).
- La resistencia de contacto del electrodo con la tierra.
- La resistencia del suelo, desde la superficie del electrodo hacia fuera, en el espacio por donde circula la corriente, tierra circundante, desde el electrodo hacia el infinito.

La resistencia del electrodo y su conexión es muy baja ya que los electrodos están fabricados de un material bastante conductor y bajo en resistencia, como el cobre. La resistencia de contacto del electrodo con la tierra también es bastante baja si el electrodo esta libre de pintura, grasa, etc., y el electrodo esta firmemente enterrado. La figura 2.10 muestra un electrodo simple con su radio de acción o influencia.



Figura 2.6.

Esfera o radio de influencia de un electrodo simple.

A continuación se muestra una tabla en donde se especifican el calibre del conductor del electrodo puesto a tierra para sistemas de corriente alterna:

Tabla 2.1. Conductor del electrodo puesta a tierra en sistemas de corriente alterna.

Calibre del mayor conductor de entrada a la acometida o calibre equivalente de conductores en paralelo		Calibre del conductor al electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio con recubrimiento de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubrimiento de cobre [±]
2 o < 1 o 1/0 2/0 o 3/0	1/0 o < 2/0 o 3/0 4/0 o 250 Kcmil	8 6 4	6 4 2
> de 3/0 a 350 Kcmil	> de 250 Kcmil a 500 Kcmil	2	1/0
> de 350 Kcmil a 600 Kcmil	> de 500 Kcmil a 900 Kcmil	1/0	3/0
> de 600 Kcmil a 1100 Kcmil	> de 900 Kcmil a 1750 Kcmil	2/0	4/0
> de 1100 Kcmil	> de 1750 Kcmil	3/0	250 Kcmil

Fuente: CEN 2.004 Tabla 250 - 66

Existen Dos tipos de sistemas de puesta a tierra; simples y complejos. Los simples consisten en un electrodo aislado enterrado. Este sistema es el más utilizado y se puede encontrar en sitios residenciales. Los sistemas complejos consisten en un conjunto de electrodos interconectados, mallas, platos de tierra y lazos o anillos de tierra. Estos últimos son instalados normalmente en subestaciones, oficinas centrales y centro de telecomunicaciones. [13]

A continuación la figura 2.7 muestra algunos ejemplos de los sistemas de puesta a tierra más utilizados.

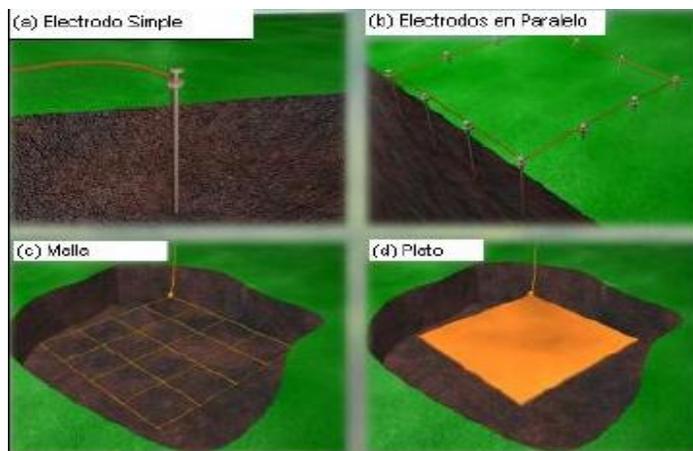


Figura 2.7.

Electrodos puestos a tierra. (a) Electrodo simple, (b) Electrodos en paralelo, (c) Malla y (d) Plato.

2.2.3 TABLEROS DE DISTRIBUCION:

Un tablero de distribución es un panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductores de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

Los tableros de alumbrado y distribución son usados para dividir una instalación eléctrica de baja tensión, en varios circuitos de menor capacidad y protegerlos individualmente contra sobrecargas y cortocircuito a través de un interruptor termomagnético. [14]

2.2.4 CORTOCIRCUITOS:

Un cortocircuito es toda conexión accidental o intencional, a través de una impedancia o resistencia relativamente baja, de dos o más conductores o más punto de un circuito, los cuales normalmente están a tensiones diferentes.

Las corrientes que circulan durante un cortocircuito están limitadas, solo por la impedancia de los elementos del sistema entre las fuentes de energía y el punto de

falla. Las causas de los cortocircuitos son múltiples. En líneas subterráneas se deben principalmente a la ruptura del aislamiento causadas por movimientos del terreno, humedad.

2.2.5 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES:

Las funciones básicas de un sistema de protección y coordinación, son prevenir los riesgos de vida y propiedad, minimizar los daños del sistema y sus componentes y limitar la extensión y duración de la interrupción del servicio, sin importar el tipo de anomalía que este provocando la suspensión del servicio ni su ubicación. El sistema de protección de los equipos y/o instalaciones del sistema eléctrico tiene como objetivos:

- Detectar las fallas para aislar los equipos o instalaciones falladas tan pronto como sea posible.
- Detectar y alertar sobre las condiciones indeseadas de los equipos para dar las alertas necesarias; y de ser el caso, aislar al equipo del sistema.
- Detectar y alertar sobre las condiciones anormales de operación del sistema; y de ser el caso, aislar a los equipos que puedan resultar perjudicados por tales situaciones.

La coordinación de dispositivos de protección es el proceso de ajustar en derivación los diferentes dispositivos de sobrecorriente de un sistema. El método para derivar estos ajustes es por medio o haciendo uso de las curvas de tiempo – corriente de los dispositivos de protección.

Coordinar la protección significa definir los tiempos de operación de la protección para permitir la actuación debidamente priorizada de los dispositivos de protección, minimizando los tiempos de actuación y garantizando una apropiada graduación en los tiempos de actuación de todas las protecciones, tanto las principales

como las de respaldo. La coordinación de la protección está determinada por la necesaria graduación de tiempos para la correcta y oportuna actuación de todas las protecciones.

Para establecer los criterios de ajuste y coordinación de la protección se debe considerar lo siguiente:

– Las protecciones principales y de respaldo cuando sean protecciones unitarias solamente requieren ajustes con respecto a las características de operación de los correspondientes equipos; y en consecuencia, en el presente documento solamente se menciona de manera general algunas recomendaciones para este ajuste.

– Las protecciones principales y de respaldo cuando sean protecciones graduadas serán ajustadas de acuerdo a las consideraciones de cada caso.

– Las protecciones preventivas y las protecciones incorporadas en los equipos serán ajustadas de acuerdo a los criterios de cada proyecto y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, las cuales están vinculadas a las garantías proporcionadas por éstos.

2.2.6 ILUMINANCIA:

A fin de entender este concepto, imagínense una linterna alumbrando una superficie muy cerca y después la alejamos de la Superficie: [15]



Figura 2.8
Ejemplo de variación de iluminancia.

Iluminancia	Símbolo: E	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
$E = \frac{\Phi}{S}$	Unidad: lux (lx)	

Figura 2.9
Ecuación, símbolo y unidad de la iluminancia.

En el ejemplo de la linterna (ver figura 2.8) se puede ver que la iluminancia depende de la distancia del foco al objeto iluminado. Es algo similar a lo que ocurre cuando se oye alejarse a un carro; al principio se oye alto y claro, pero después va disminuyendo hasta perderse.

Hay un concepto implícito que es la intensidad de la Iluminación que de alguna manera tiene que ver con el flujo luminoso p.e.

2.2.6.1 FLUJO LUMINOSO:

El flujo luminoso da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por el contrario, si se piensa en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que se necesita conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.



Figura 2.10
Diferencia entre flujo e intensidad luminosa

Se conoce como **intensidad luminosa** al [flujo luminoso](#) emitido por unidad de [ángulo sólido](#) en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Intensidad luminosa	Símbolo: I	
	Unidad: candela (cd)	

Figura 2.11
Intensidad luminosa

2.2.6.2 LUMINANCIA:

Hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz ([flujo luminoso](#) o [intensidad luminosa](#)) o sobre la luz que llega a una superficie ([iluminancia](#)). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia. Tanto en el caso que veamos un foco luminoso como en el que veamos luz reflejada procedente de un cuerpo la definición es la misma.

Por tanto, se llama **luminancia** a la relación entre la [intensidad luminosa](#) y la [superficie aparente](#) vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y

su unidad es la cd/m^2 . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ($1 \text{ sb} = 1 \text{ cd}/\text{m}^2$) o el nit ($1 \text{ nt} = 1 \text{ cd}/\text{cm}^2$).

2.2.6.3 CRITERIOS DE CALIDAD

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m , L_{AV}), los [coeficientes de uniformidad](#) (U_0 , U_L), el [deslumbramiento](#) (TI y G) y el [coeficiente de iluminación de los alrededores](#) (SR).

2.2.6.4 COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medido a lo largo de la línea central).

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_m}$$

Ecuación 2.1. Fuente <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html>

$$U_L = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

Ecuación 2.2. Fuente <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html>

2.2.7 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Cuando se habla de sistemas de aires acondicionado se presenta gran diversidad de modelos para elegir, todo tipo de tamaños y frigorías. Pero, aunque los sistemas sean infinitos, existen (de acuerdo a estudios de mercado) los más aconsejados o convenientes: el Split Fijo es uno de ellos, además de ser el aire acondicionado más demandado del mercado, es el más económico en su instalación y mantenimiento. Compuesto por una unidad interior y otra exterior que se conectan a través de un tubo, se instala en el techo o en la pared (según el modelo) [16]

2.2.7.1 INSTALACION DE LOS EQUIPOS

Un equipo de aire acondicionado doméstico tipo SPLIT esta formado por 2 unidades, una interior y otra exterior. Entre estas dos unidades se deben tirar las líneas frigoríficas compuestas por dos tubos de cobre y unas mangueras eléctricas que unen los dos equipos. Estas líneas se ocultan tras una canaleta. También se debe tener prevista la conducción del desagüe de los condensados de la unidad interior. Estos condensados son el resultado de la alta capacidad de los equipos para reducir el nivel de humedad del aire constituyendo un factor decisivo en la calidad del confort.

Asimismo, el instalador buscará la ubicación más adecuada para la instalación del equipo asegurándose de que el confort sea el indicado y que las molestias y el impacto en la estética de la estancia sean las mínimas. Si las características de la estancia hacen muy difícil la instalación de un equipo tipo SPLIT o bien se opta por un equipo con movilidad entre estancias, los TRANSPORTABLES NO REQUIEREN DE INSTALACION, y reúnen las ventajas del confort al más alto nivel para la climatización residencial o de oficinas y comercios.

2.2.7.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA NECESARIA

En el cálculo de la potencia frigorífica necesaria para absorber el calor de un recinto intervienen numerosos factores: superficie de las paredes, el techo, temperatura exterior, superficie acristalada, orientación de la habitación, sombras exteriores, ubicación geográfica, época del año, materiales de construcción... etc.

En la práctica se utiliza como base del cálculo unas 100 frigorías por metro cuadrado. Es decir, un recinto de 40 m² necesitaría un aparato de 4000 frigorías. Esta es una recomendación orientativa, para obtener mas precisión se recomienda consultar a un profesional que analice su local y efectúe un cálculo más preciso o utilizar programas de cálculo específicos.

Por otro lado, si el recinto tiene una gran carga térmica por disponer de una gran superficie acristalada o por el color oscuro de la pared exterior que absorbe más radiación o el recinto esta en una zona calurosa, etc., se recomienda incrementar la base del cálculo de 100 a 130 frigorías metro cuadrado.

En caso de habitaciones muy soleadas o áticos se deben incrementar los valores en 15%. Si existen fuentes de calor (como por ejemplo, la cocina) hay que aumentar la potencia en 1 Kw. [17]

Tabla 2.2: Orientación para elegir la potencia [18]:

Superficie a refrigerar (m²)	Potencia de refrigeración (en Kw)
9-14	1,5
15-20	1,8
20-25	2,1
25-30	2,4
30-35	2,7
35-40	3,0
40-50	3,6

50-60	4,2
-------	-----

Fuente: (<http://guia.mercadolibre.com.ar/consejos-comprar-instalar-un-aire-acondicionado-12758-VGP>)

2.2.7.3 DIFERENCIA ENTRE COMPACTO, SPLIT, Y MULTI-SPLIT.

Un equipo **compacto** es aquél que consta dentro de su carcasa de todos los elementos necesarios para que funcione. Un buen ejemplo es un *aparato de ventana*. (Ese armatoste ruidoso que encima te tira una gota de agua cuando entras a un bar). El equipo hecha aire frío dentro del local, y caliente fuera. [18]



Figura 2.12
Aparato De Ventana

Un equipo **split** (en español partido) es aquél que consta de 2 aparatos para que funcione, uno interior (unidad interior) y otro exterior (unidad exterior). ¿Quién no ha visto alguna vez una u. exterior debajo de una ventana? (esa especie de armario con uno o dos ventiladores que le sale un tubo blanco hacia el interior de la vivienda)



Figura 2.13

Unidad Split

Un equipo **multi-split** es en realidad varios equipos split con la particularidad de que las unidades exteriores están integradas dentro de la misma carcasa. Dependiendo del nº de unidades interiores de que conste así se denominará: **2x1** = 2 unidades interiores, **3x1** = 3 unidades interiores y **4x1** = 4 unidades interiores, etc.

Los equipos **compactos** suelen ser **encastrables** en el falso techo y los **split** y **multi-split** suelen ser **consolas** de **suelo**, **techo** o **murales**. En las viviendas se suelen instalar equipos split o multi-split y en los locales comerciales compactos.

La siguiente clasificación afecta a la estética del equipo y del sitio físico que ocupa la instalación:

- **Encastrable** es un equipo para montar oculto en el falso techo (generalmente en el cuarto de baño si se trata de una vivienda), la distribución del aire se lleva a cabo

mediante conductos generalmente ocultos también en el falso techo, aunque en algunos locales comerciales están a la vista. Pueden ser **compactos** o **split**. La instalación de este tipo de aparato implica una obra grande (escayolistas, albañiles, etc.) ya que si existe falso techo hay que tirarlo, y si no, ponerlo después para ocultar la instalación, pero una vez instalado podemos decir que es **la mejor instalación posible** (bajo mi punto de vista) y revaloriza considerablemente una vivienda.



Figura 2.14

Encastrable De Conductos

- **Consola de techo** (su propio nombre lo indica) va montada a la vista colgada del techo. Son de gama comercial por su potencia demasiado alta para una vivienda y son de tipo **split**. Es una opción bastante económica siempre que no prime la estética.



Figura 2.15

Consola De Techo

- **Consola de suelo** (también lo indica el nombre) va montada generalmente apoyada en el suelo pegada a la pared, tiene el inconveniente de ocupar sitio dentro de la

estancia, espacio valioso hoy en día teniendo en cuenta el precio del metro cuadrado construido. Son de tipo **split** o **multi-split**.



Figura 2.16

Consola De Suelo

- **Consola mural** es la tendencia actual, quizá por el tema del espacio, va montada en la pared cerca del techo, las dimensiones se reducen al máximo, y se integran bien (si están instaladas bien y con buen criterio) en la decoración. Son más caras que las **consolas tipo suelo** y pueden ser **split** o **multi-split**.



Figura 2.17

Consola Mural

- **Cassette** es un equipo que se suele montar en locales comerciales y oficinas. Requiere que el local tenga (o vaya a tener) falso techo, ya que solo es visible la parte

del equipo que retorna / impusa el aire, quedando el resto del equipo oculto por el falso techo. Se integra muy bien en la decoración y suele ser de tipo **split**.



Figura 2.18

Cassette

2.3 DEFINICION DE TERMINOS:

ACCESIBLE: (REFERIDO A INSTALACIONES): Que se puede retirar o ver sin dañar la estructura del inmueble o su acabado o que no está permanentemente encerrado por la estructura o el acabado del inmueble.

ACCESORIOS: Parte de una instalación eléctrica proyectado fundamentalmente para desempeñar una función mecánica, no eléctrica.

ACOMETIDA (SERVICE): Conductores y equipos para dar energía desde un sistema de suministro eléctrico, al sistema de alambrado de una edificación, o propiedad servida.

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA (SERVICE LATERAL): Los conductores de la acometida subterránea entre el circuito de la calle, incluyendo cualquier tramo de tubería vertical en un poste u otra estructura o entre los transformadores, y el primer

punto de conexión a los conductores de entrada de acometida en una caja terminal, medidor u otra caja de capacidad adecuada ubicada dentro o fuera de la pared del inmueble. Donde no hay caja terminal, medidor u otra caja de capacidad adecuada, el punto de conexión será considerado como el punto de entrada de los conductores de la acometida dentro del inmueble.

ACTIVO (CONDUCTOR): Eléctricamente conectado a una fuente de potencial o eléctricamente cargado de manera que presente una diferencia de potencial con respecto a tierra.

AUTOMÁTICO: Auto-actuante, que funciona por sus propios mecanismos cuando se le acciona mediante un medio impersonal, como por ejemplo una variación de intensidad de la corriente, de la presión, temperatura o configuración mecánica.

BTU: British Thermal Unit. Unidad térmica inglesa. Es la cantidad de calor necesario que hay que sustraer a 1 libra de agua para disminuir su temperatura 1° F. Una BTU equivale a 0,252 Kcal.

CABLE DE ACOMETIDA: Los conductores de la acometida.

CANALIZACIÓN: Un conducto cerrado diseñado especialmente para contener conductores, cables o barras y sólo con las funciones adicionales permitidas en este Código. Las canalizaciones pueden ser metálicas o de material aislante y el término incluye:

Tubo metálico rígido.

Tubo rígido no metálico para uso eléctrico.

Tubo metálico intermedio.

Tubo metálico flexible hermético a los líquidos.

Tubo metálico flexible.

Tubo metálico eléctrico (EMT).

Ductos bajo el piso.

Canalizaciones en pisos celulares de concreto.

Canalizaciones en pisos celulares metálicos.

Canalizaciones de superficie.

Canales metálicos con tapa.

Canalizaciones de barras colectoras.

Bandejas portacables.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: La corriente nominal que un conductor puede transportar en forma permanente, en las condiciones en que se le usa, sin exceder su temperatura nominal.

CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN NOMINAL: La máxima corriente a tensión nominal que un dispositivo de protección contra sobrecorriente puede interrumpir, bajo condiciones especificadas de ensayo. Los equipos para interrumpir otras magnitudes de corriente que no sean fallas, pueden tener su capacidad de interrupción expresada en otras magnitudes nominales como HP, o corriente de rotor bloqueado.

CALOR SENSIBLE: Es el calor empleado en la variación de temperatura, de una sustancia cuando se le comunica o sustrae calor.

CALOR LATENTE: Es el calor que, sin afectar a la temperatura, es necesario adicionar o sustraer a una sustancia para el cambio de su estado físico. Específicamente en psicometría, el calor latente de fusión del hielo es $h_f = 79,92$ Kcal/kg.

CALOR TOTAL (ENTALPÍA): Es la suma del calor sensible y el latente en kilocalorías, por kilogramo de una sustancia, entre un punto arbitrario de referencia y la temperatura y estado considerado.

CALORÍA: Una caloría es la cantidad de calor que tenemos que añadir a 1 grm. de agua a 15°C de temperatura para aumentar esta temperatura en 1°C. Es equivalente a 4 BTU.

CARGA CONTINUA: Carga cuya corriente máxima se prevé que se mantiene durante tres horas o más de la acometida.

CONDUCTOR AISLADO: Conductor rodeado de un material de composición y espesor aceptados como aislante eléctrico por el C.E.N.

CONDUCTOR DESNUDO: Conductor que no tiene cubierta ni aislante eléctrico de ninguna especie.

CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA DE LOS EQUIPOS: El conductor que se usa para conectar las partes metálicas de equipos que no transportan corriente, las canalizaciones u otras cubiertas, al conductor puesto a tierra del sistema, al conductor del electrodo de puesta a tierra, o ambos; en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

CONVERSIÓN DE WATIOS A FRIGORÍAS: Multiplicar los watios de potencia del equipo por 0,86 (ejemplo 1.000 watios/hora = 860 frigorías/hora).

COP (Coefficient of Performance): Coeficiente de prestación. Es el coeficiente entre la potencia calorífica total disipada en vatios y la potencia eléctrica total consumida, durante un periodo típico de utilización.

CORTACORRIENTE: Conjunto formado por un soporte para fusible con un portafusible o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (hilo fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento no fusible.

CUERPO NEGRO: Radiador térmico que absorbe completamente sin distinción de longitud de onda, dirección y polarización, todas las radiaciones incidentes.

CURVA ISOCANDELA / M^2 : Lugar geométrico de todos los puntos de una superficie en los cuales la luminancia es constante, para una determinada posición de la fuente luminosa y el observador con relación a dicha superficie.

CURVA ISOLUX: Lugar geométrico de todos los puntos de una superficie en los cuales la luminancia tiene valor constante.

DESLUMBRAMIENTO: Condiciones de visión en los cuales se siente incomodidad, reducción en la capacidad de distinguir objetos a causa de una distribución inadecuada de las luminarias

FACTOR DE DEMANDA: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga total conectada al mismo.

FUSIBLE: Dispositivo de protección contra sobrecorrientes con una parte fundible que abre el circuito con el paso de la sobrecorriente a través del mismo. El fusible comprende todas las partes que forman una unidad que puede efectuar las funciones descritas y puede ser o no el único dispositivo requerido para su conexión en el circuito eléctrico.

FLUJO LUMINOSO: Energía luminosa radiada al espacio por unidad de tiempo. Unidad: *Lumen*.

FRÍO: El frío, por definición, no existe. Es simplemente una sensación de falta de calor.

FRIGORÍA: Una frigoría es la cantidad de calor que tenemos que sustraer a 1 kg. de agua a 15° C de temperatura para disminuir esta temperatura en 1° C. Es equivalente a 4 BTU.

GABINETE: Caja diseñada para montaje de superficie o embutida, provista de un marco o pestaña en las cuales hay o pueden colocarse puertas de bisagra.

GASES REFRIGERANTES: En el ciclo de refrigeración circula un gas refrigerante (para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante) que pasa por diversos estados o condiciones.

HUMEDAD: Es la condición del aire con respecto a la cantidad de vapor de agua que contiene.

HUMEDAD ABSOLUTA (DENSIDAD DEL VAPOR): Es el peso del vapor de agua por unidad de volumen de aire, expresada en gramos por metro cúbico de aire.

HUMEDAD ESPECÍFICA: Es el peso del vapor de agua por unidad de peso de aire seco, expresada en gramos por kilogramo de aire seco.

HUMEDAD RELATIVA: Es la relación entre la presión real del vapor de agua contenida en el aire húmedo y la presión del vapor saturado a la misma temperatura. Se mide en tanto por ciento.

INSTALACIÓN DE UNA EDIFICACIÓN O PROPIEDAD (SISTEMA): Instalación interior y exterior de circuitos de potencia, iluminación, mando y señalización, junto con todos los accesorios, herrajes y dispositivos asociados, tanto en instalación permanente como provisional, que van desde el punto de la acometida de la compañía de servicio o la fuente de un sistema derivado separadamente, hasta la toma o

salidas de corriente. Dicha instalación no incluye los cables internos de los aparatos, dispositivos, motores, controladores, centros de control de motores o equipos similares.

INTENSIDAD LUMINOSA: Flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

ILUMINANCIA: Relación entre el flujo luminoso recibido por un elemento de superficie y área de dicho elemento. Unidad: *Lux*.

INTERRUPTOR: Dispositivo capaz de cerrar, dejar pasar e interrumpir determinadas corrientes.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE UN CIRCUITO: Dispositivo de maniobra capaz de conectar, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito y también cerrar y conducir por un tiempo definido, e interrumpir corrientes producidas bajo condiciones anormales definidas, tales como las de cortocircuito.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO/DISYUNTOR: Dispositivo proyectado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

INTERRUPTORES (SUICHE) DE USO GENERAL: Dispositivo diseñado para usarse en circuitos de distribución y ramales de uso general. Su capacidad se establece en Ampere y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

LÁMPARA: Fuente luminosa artificial.

LUMINANCIA: Es la relación entre el flujo luminoso reflejado por un elemento de superficie en una dirección determinada y el área aparente de ese elemento para un observador situado en la citada dirección. Unidad: candela/m².

LUMINARIA: Aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz emitida por las lámparas.

LUX: Unidad de iluminancia. Iluminancia de una superficie de 1 m² que recibe en forma uniforme el flujo de 1 lumen.

NORMAS UNE, ARI Y ASHRAE (CAPACIDAD): Son las frigorías hora producidas por un acondicionador a 35° C (95° F) de temperatura seca exterior y 23,8° C (75° F) de temperatura húmeda exterior, con el aire de la habitación, retornando al acondicionador a 26,6° C (80° F) de temperatura seca y 19,4° C (67° F) de temperatura húmeda.

PARTES ACTIVAS (LIVE PARTS): Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de descarga eléctrica.

PUENTE DE UNIÓN EN UN CIRCUITO: La conexión entre dos o más partes de un conductor en un circuito, para mantener la capacidad de corriente requerida del circuito.

PUESTO A TIERRA EFECTIVAMENTE: Conectado a tierra de manera permanente a través de una conexión de puesta a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja, y capacidad de corriente suficientemente alta, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no cause la aparición de tensiones peligrosas que puedan provocar riegos a personas o a equipos conectados.

SALTO TÉRMICO: Es toda diferencia de temperaturas. Se suele emplear para definir la diferencia entre la temperatura del aire de entrada a un acondicionador y la de salida del mismo, y también para definir la diferencia entre la temperatura del aire en el exterior y la del interior.

SECCIONADOR ROMPECARGA: Seccionador que puede conducir, soportar e interrumpir corrientes de un cierto valor especificado.

SOBRECARGA: Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal; o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento de persistir por tiempo suficiente, causa daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

SOBRECORRIENTE: Cualquier valor de corriente, sobre la corriente nominal del equipo, o sobre la capacidad de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser originada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra. Un equipo o conductor, bajo ciertas y determinadas condiciones puede ser adecuado para una corriente mayor que la nominal; por lo cual los requisitos para la protección contra sobrecorriente se especifica para condiciones particulares.

SUICHE: Un suiche es un dispositivo de accionamiento manual utilizado para constituir un medio de conectar directamente conductores en carga a una fuente de alimentación.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN: Un panel sencillo, armazón o conjunto de paneles, en donde están instalados suiches, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras y generalmente instrumentos, ya sean en el frente, detrás o en ambas partes. Los cuadros de distribución normalmente son accesibles por el frente y por atrás.

TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO: Es la temperatura a que debe descender el aire para que se produzca la condensación de la humedad contenida en el mismo.

TENSIÓN NOMINAL: Valor nominal asignado al circuito o sistema para la denominación de su clase de tensión. Ej.: 120/240V, 480 Y/277V, 600V, etc. La tensión real a la cual funciona el circuito, varía dentro de una banda que permita un funcionamiento satisfactorio del equipo.

TOMACORRIENTE: Dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de un sólo enchufe. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos. Uno múltiple es un dispositivo con dos o más tomacorrientes.

UNIDAD DE INTENSIDAD LUMINOSA: Es la intensidad luminosa emitida por una superficie de 1/600.000 metros cuadrados de un cuerpo negro a la temperatura de congelación del platino y una presión de 101.325 Newton por metro cuadrado, en la dirección normal de dicha superficie.

UNIDAD DE FLUJO LUMINOSO: Flujo emitido en un ángulo sólido unitario por una fuente puntual cuya intensidad luminosa sea de una candela.

ZONA DE CONFORT: Son unas condiciones dadas de temperatura y humedad relativa bajo las que se encuentran confortables la mayor parte de los seres humanos. Estas condiciones oscilan entre los 22° y los 27° C. (71-80° F) de temperatura y el 40 al 60 por 100 de humedad relativa.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO:

3.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:

Según textos consultados el nivel de investigación está relacionado al grado de complejidad y profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. Con respecto a la presente investigación, esta se puede enmarcar dentro de las características del tipo descriptivo, debido a que en este nivel los conocimientos se encuentran en un nivel intermedio. Para Arias F. (2004) en su texto “*El proyecto de investigación*” la investigación descriptiva es aquella que:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos que se refiere. (p.22)

Por tanto, se puede mencionar que el estudio cumple con estas características, debido a que se buscará describir y conceptualizar todos los requerimientos necesarios para la realización idónea del sistema eléctrico y canalizaciones para los sistemas de voz y datos de la nueva sede UNEFA Nueva Esparta, y así lograr un óptimo funcionamiento de los equipos y por supuesto lograr los máximos niveles de seguridad tanto para el personal que labora en la institución, así como para los estudiantes.

Así mismo, por las características que posee el presente trabajo es evidente que cumple con las especificaciones de proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta para la especificación de las puestas a punto de la parte eléctrica en el contexto de una institución universitaria y de esta manera satisfacer las necesidades planteadas. Con respecto a este punto; “*El Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales*” de la UPEL definen este tipo de investigación como:

El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones

o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. (p. 16)

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño de investigación se concibe como la estrategia general que toma el investigador para dar respuesta a los objetivos o tareas planteadas. Con respecto a la presente investigación las estrategias empleadas se enmarcan dentro del tipo documental, en su tipo de proyecto factible. Para Arias F, (2004) en su texto “El proyecto de investigación” define la investigación documental como: *“Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”* (p. 25)

Por tanto, es evidente que la investigación cumple con el mencionado concepto, ya que se produjo un análisis detallado de distintos documentos como trabajos de grado, textos especializados, fuentes electrónicas, además de fuentes “vivas” que aportaron información vital para el desarrollo del mismo.

3.3 TECNICA Y RECOLECCION DE DATOS:

Por la naturaleza del trabajo, es decir, por su diseño de investigación documental su técnica para la recolección de datos será el análisis documental y de contenido, utilizando como técnica principal de procesamiento el análisis de la documentación y el parafraseo de las fuentes consultadas. Otra de las técnicas es la observación directa que permitirán conocer la estructura y el funcionamiento actualizado del diseño de instalaciones eléctricas para así poder corregir y proponer un modelo eficiente y confiable. Los textos tratados se detallan en la sección de referencias bibliográficas y se hará uso de softwares tales como autocad para el

levantamiento de los planos eléctricos y de Dialux para el cálculo de la iluminación de los lugares donde el nivel de alumbrado es importante.

3.4. FASES DE LA INVESTIGACION:

3.4.1 FASE 1: Diseño de los sistemas de iluminación interna y externa y simulación de los lugares de interés (salones, biblioteca, cancha, cocina y restaurante) por medio del software Dialux.

En esta primera fase se procedió a tomar los planos de los lugares en donde la iluminación es de importancia para los usuarios estos son salones de clase, biblioteca, restaurante, cocina y cancha múltiple. Se procederá de la siguiente manera.

Se abrieron los planos en Autocad y de los planos civiles de la edificación se realizo un corte de las áreas referentes a salones, biblioteca, restaurante, cocina y la cancha y se prepararon y se guardaron en formato DXF en lugar de DWG de tal manera que pudieran exportarse al Simulador Dialux 4.1.

3.4.1.1 Simulación de la iluminación de un salón usando el software Dialux

A continuación se explicará como se realizó la simulación de la iluminación en uno de los salones, y sabiendo que para los otros lugares como biblioteca, restaurante, cocina y cancha el procedimiento es de igual validez y podrá extrapolarse dicho procedimiento a tales espacios.

Asimismo, se accedió al Software Dialux 4.1. para diseño de iluminación interior y exterior y se importo el archivo DXF referente a los salones, se armo en dos y tres dimensiones el salón y se instaló en el salón el mobiliario requerido, al realizar esto, el producto obtenido fue un salón con las dimensiones físicas y el mobiliario muy aproximado a como seria el salón en la realidad.

Una vez hecho lo mencionado anteriormente, se procedió al uso de la siguiente tabla dada por la compañía internacional Philips la cual es un ente de importancia internacional dedicado al alumbrado en general:

Tabla 3.1 Niveles de iluminación de Centros de Estudios, sugeridos por Philips (en Lux).

Niveles de iluminación de Centros de Estudios (en Lux).			
Recintos	Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
Aulas, iluminación general	300	500	750
Laboratorios	300	500	750
Aulas de arte	500	750	1.000
Aulas de manualidad	300	500	750
Depósitos	100	180	250
Estacionamientos	150	180	250
Pasillos	150	180	250
Cocina	400	500	600
Área de mesas	100	150-180	250

Fuente: www.philips.com

Cabe destacar que con la normativa de niveles de iluminación sugeridos por la compañía Philips se obtuvieron los valores referenciales de iluminación para un salón

universitario cabe destacar que estos valores sugeridos por la empresa Philips dependen de la naturaleza del lugar a iluminar es decir del detalle visual que requiera la tarea a realizar dentro de cada espacio.

Este dato de lux requeridos se introduce en el asistente y se procedió a escoger la luminaria adecuada tomando como criterios las características luminotécnicas, durabilidad, calidad y disponibilidad de dicha luminaria en el mercado nacional. Cuando se seleccionan luminarias para determinar el número de ellas que se precisan hay que tener en cuenta que el Factor de Utilización, indica que fracción de flujo luminoso emitido por las lámparas, incide sobre las superficies a iluminar. El valor del Factor de Utilización depende del rendimiento lumínico.

A lo largo de esta fase del proyecto se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Iluminancias demandadas.
- Uniformidad de la repartición de las iluminancias.
- limitación del deslumbramiento.
- Contrastes de luminancias.
- Color de luz y reproducción cromática.
- Selección del tipo de iluminación (sistemas).
- Selección de las fuentes de luz (lámparas).

Una vez que se realice esto se procedió a correr la simulación en el software Dialux y se obtuvo los siguientes resultados:

- El nivel de iluminación del salón para la luminaria escogida.
- Ubicación de luminarias

- Los vatios por metro cuadrado consumidos al utilizar este tipo de luminarias.

- El diagrama de colores falsos, el cual muestra cuantitativamente el despliegue de la iluminación dentro del ambiente y representa ese valor con un color, lo cual es de gran utilidad para la observación de los resultados

- El rendering o presentación tridimensional del lugar una vez instaladas y encendidas las luminarias.

- Además configurando el Output pueden obtenerse otros datos que se deseen para otro tipo de estudio y análisis.

Con el mismo procedimiento pueden obtenerse las simulaciones para los demás espacios tales como laboratorio, restaurante, cocina y cancha deportiva y de esta manera llegar a los resultados de interés para el diseño de los sistemas de iluminación.

3.4.1.2 Sistemas de iluminación de menor importancia

Para el diseño de estos sistemas se calculará primero los VA consumidos por área a iluminar usando la siguiente ecuación

$VA \text{ por área} = VA/m^2$ (para obtener los lux adecuados al área). Área (m^2)

Luego,

Cantidad de luminarias = $VA \text{ por área} / VA$ requeridos por luminaria (dato obtenido del simulador)

Luego al obtener la cantidad de luminarias por área se uso el software autocad para realizar la distribución simétrica de las mismas dentro de dicha área.

Al completar esta fase ya se tiene el diseño de iluminación y la potencia demandada por dicho concepto.

Por ultimo en esta fase al terminar estas tareas se trabajo con el software autocad para realizar la planimetría de los sistemas de iluminación.

3.4.2 FASE 2: Escoger la capacidad del banco de transformación por medio del estudio general de cargas de la edificación y diseño de tableros de distribución.

En esta fase se dividió la edificación en regiones donde a cada una se le asigno un tablero de distribución ubicado de tal forma que estuviera aproximadamente en el centro de la región a fin de evitar grandes caídas de tensión en los circuitos ramales. Luego de esto, se estudiaron los propósitos de las áreas a electrificar y se contabilizaron los consumos de potencia de cada una de las cargas eléctricas dentro de dicha región para así obtener el consumo de potencia de cada tablero.

Para este estudio de cargas realizado en cada tablero se aplicaron los criterios y normas establecidos en el código eléctrico nacional en su última edición y además se refirió otras normas de origen internacional. Para la obtención de potencias se procedió de la siguiente manera:

3.4.2.1 Cargas de iluminación:

La demanda de potencia por concepto de iluminación dentro de cada ambiente y por tablero se obtuvo de la fase uno.

3.4.2.2 Tomas de Uso General.

La sección 220 – 3 (9) del CEN 2004 que corresponde a la carga máxima por tomacorriente indica que: *“El cálculo para tomacorrientes se hará considerando no menos de 180 VA por cada tomacorriente simple o múltiple”*. Partiendo de estas consideraciones, se calcularan la máxima cantidad de tomacorrientes que puede contener cada circuito y sabiendo que el diseño estará realizado para tomas dobles.

Capacidad de salida de un tomacorriente 180 VA

Para este tipo de canalizaciones el calibre de conductor escogido fue calibre número 12 THW con capacidad de conducción igual a 25 A y están conectadas a una tensión de 120V.

Para obtener el valor referencial de corriente por punto se aplicó la ecuación 3.1.

$$\text{Valor ref/punto} = \text{VA (por toma)}/\text{tensión nominal} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Para determinar la cantidad de tomas de uso general pertenecientes a un circuito y considerando un 20% de reserva se procedió con la siguiente ecuación:

$$\text{NTUG} = \text{Icond12} * 0.8 / (\text{valor ref/punto}) \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$\text{Número de tomas de uso general} = \text{NTUG}$$

Icond12 = Capacidad de corriente del conductor calibre número doce con aislamiento thw = 25 A

3.4.2.3 Tomas de uso especial y motores

Cuando se definió los circuitos ramales para cargas que contienen motores tales como los sistemas de aire acondicionado, trituradores de basura, etc. se procedió de la siguiente manera:

3.4.2.3.1 Trituradores de basura congeladores y otros

Se investigó la potencia de varios equipos comerciales y se le sumó un valor del veinte por ciento más a fin de tener flexibilidad en el diseño.

3.4.2.3.2 Aires acondicionados

Sabiendo que la altura promedio es de tres metros se cuantifico la capacidad de los equipos de aire acondicionado tomando 12000 BTU por cada 15 metros cuadrados, (para mayor información ver capítulo dos sección de cómo calcular la capacidad de un aire acondicionado). Además se tomo en consideración los siguientes aspectos:

- Casos donde hay cocina u otro equipo con emisión alta de calor se le sumo 6000 BTU por cada uno, según lo sugerido por la empresa internacional proveedora de equipos de aire acondicionado CARRIER en su pagina de Internet. [19]

- En los casos con ventanales grandes se le sumó un quince por ciento a la capacidad de refrigeración obtenida.

Una vez realizado el procedimiento de los puntos anteriores se obtuvo la potencia consumida por cada una de las cargas dentro de la región asociada a un tablero y para proseguir con la obtención del calibre de los conductores saliente de los tableros se procedió de la siguiente manera:

3.4.2.3.3 Relación de potencias en las cargas alimentadas

Una vez obtenidas las diferentes potencias de cada una de las cargas alimentadas algunas estaban expresadas en potencia activa por lo que se llevo cada una a valores de potencia aparente.

Potencia Aparente: Haciendo uso del triangulo de potencia se obtiene:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Ecuación 3.5

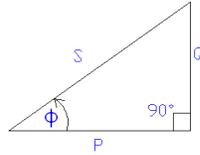


Figura 3.1

Triangulo de Potencia.

Potencia Activa:

$$P = S \cdot \cos(\phi)$$

Ecuación 3.6

Potencia Reactiva:

$$Q = S \cdot \sin(\phi)$$

Ecuación 3.7

En este punto ya se obtuvo todas las cargas expresadas en valores de potencia aparente usando los procedimientos anteriores y se procedió a determinar el calibre del conductor saliente de tablero.

3.4.2.4 Métodos para determinar el calibre de conductores:

3.4.2.4.1 Capacidad de Corriente

3.4.2.4.1.1 Corriente de Carga Monofásica (Ic) 2 hilos:

$$I_c(A) = \frac{P(W)}{V_N \cdot \cos(\theta)}$$

Ecuación 3.8

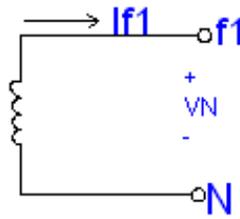
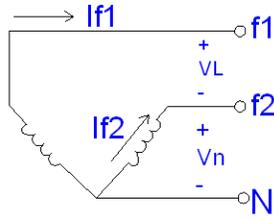


Figura 3.2

Circuito Monofásico 2 hilos.

3.4.2.4.1.2 Corriente de Carga Monofásica (Ic) 3 Hilos:

$$I_c(A) = \frac{P(W)}{V_L \cdot \cos(\theta)} \quad \text{Ecuación 3.9}$$



If1 = Ic Corriente de carga.
 V_L = Tensión de Línea
 V_n = Tensión de Fase

Figura 3.3

Circuito Monofásico 3 hilos.

3.4.2.4.1.3 Corriente de Carga Trifásica (Ic) 4 Hilos:

$$I_c(A) = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos(\theta)} \quad \text{Ecuación 3.10}$$

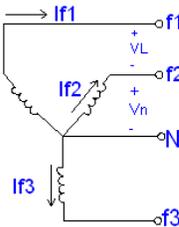


Figura 3.4

Circuito Trifásico 4 hilos.

3.4.2.4.2 Caída de Tensión:

$$\%CDV = \frac{KVA \times L (R \cos \phi + X \sin \phi)}{10 \times (KV)^2} \quad \text{Ecuación 3.11}$$

%CDV	:	Porcentaje de la caída de tensión.
cos(Ø)	:	Factor de potencia fp = 0.9
L	:	Longitud del circuito en m.
R	:	Resistencia del conductor en Ω/m
X	:	Reactancia del conductor Ω/m
KV	:	Tensión del sistema

3.4.2.5 Diseño de las acometidas para motores

Una vez obtenida la capacidad de los aires acondicionados, de los trituradores de basura, refrigeradores y otros motores el procedimiento para determinar el calibre de conductores es el siguiente:

3.4.2.5.1 Corriente de Diseño (Id) para Un Solo Motor:

El CEN 2.004, en la sección 430 – 22 dentro de sus disposiciones generales, indica que el circuito ramal que se encargue de alimentar un solo motor deberá tener como mínimo una capacidad no menor al 125 por ciento de la corriente a plena carga del motor.

$$Id(A) = 1.25 * Ic \quad \text{Ecuación 3.12}$$

Id = Corriente de Diseño.

Ic = Corriente de Plena Carga

3.4.2.5.1.1 Corriente de Diseño (Id) para Varios Motores:

El CEN 2.004, en la sección 430 – 24 dentro de sus disposiciones generales, indica que el circuito ramal que se encargue de los conductores que alimentan varios motores y otras cargas deben tener una capacidad mínima igual a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo.

$$I_d(A) = 1.25 \cdot I_{mm} + \sum I_{ci} \quad \text{Ecuación 3.13}$$

I_{mm} = Corriente del motor mayor.

$\sum I_{ci}$ = Sumatoria de las Corriente de

Plena Carga de los motores restantes.

3.4.2.6 Aplicación de factores de demanda

Una realizadas todas las tareas referentes a esta fase explicadas anteriormente se procedió a levantar las tablas donde se represento todas las cargas asignadas a cada tablero y dependiendo del tipo de carga se aplicaron distintos factores de demanda a fin de hacer un diseño ajustado a la potencia demandada por los usuarios y evitar un sobredimensionamiento del diseño.

3.4.2.7 Balance de circuitos dentro de los tableros:

En este punto se procedió a balancear las cargas de los circuitos salientes de los tableros de distribución, para ello se levantaron los diagramas de balance en el software EXCEL cabe destacar que para el balance de todas las cargas se permito un desbalance máximo de un cinco por ciento.

3.4.2.8 Calculo de la potencia del transformador

Una vez obtenida la demanda diversificada de cada tablero se sumaron las mismas y a dicho resultado se le adiciono un treinta y cinco por ciento por concepto de reserva y de una ampliación proyectada para futuro.

3.4.3 FASE 3: Diseñar las canalizaciones para las señales de voz y datos y acometida para la alimentación eléctrica de la edificación.

3.4.3.1 Canalizaciones para las señales de voz y datos:

Esta tarea consistió en tomar los planos de la edificación los cuales estaban contenidos en el software autocad y se procedió de la siguiente manera:

- Se estudio cada ambiente dentro del edificio y se determino cuantas tomas para señales de voz y datos requiere cada ambiente.
- Se dibujo en los planos la ubicación de los puntos requeridos.
- Se dibujo la trayectoria de los ductos y cajas de paso requeridos para instalar el cableado.
- Se investigo el tipo de cable usado en la actualidad para el transporte de estas señales.

3.4.3.2 Acometida para la alimentación eléctrica de la edificación:

Para la realización de este punto se utilizó la capacidad del banco de transformación obtenido al final de la fase dos y de acuerdo al nivel de tensión en baja y alta (13800/208V) Se obtuvo el calibre de la acometida de alimentación de la edificación aplicando los procedimientos explicados en la fase dos para determinar el calibre de un cable los cuales son:

- Capacidad de corriente.
- Caída de tensión
- Nivel de cortocircuito: Se aplicó este método adicional llamado selección por nivel de cortocircuito, dicho procedimiento consiste en calcular la sección transversal en *circular mils* del cable a usar a fin de que este pueda soportar los esfuerzos térmicos a la hora de un cortocircuito dentro de las instalaciones de la universidad. A continuación se esboza el procedimiento seguido:

3.4.3.2.1 Nivel de Cortocircuito:

En el momento de un cortocircuito la alta corriente de falla aumenta considerablemente la temperatura del conductor, circunstancia que afecta de manera directa a la capacidad térmica que pueda tener el aislante que esta bajo el régimen de falla, es por ello que la siguiente ecuación permite determinar en CM (circular mil) el área de la sección transversal del conductor que debe resistir una falla por un lapso de tiempo sin que se vea afectado el aislante del mismo.

$$\frac{I}{A} = \sqrt{\frac{0,0297 \cdot \log \frac{T_1 + 234,5}{T_0 + 234,5}}{t}} \quad \text{Ecuación 3.14}$$

Donde:

- I : Corriente de cortocircuito en Ampere.
- A: Área en Circular mil (CM).
- t: Duración del cortocircuito en segundos.
- To: Temperatura inicial del conductor en grados centígrados.
- T1: Temperatura final del conductor en grados centígrados.

3.4.4 FASE 4: Realizar la coordinación de protecciones y sistema de puesta a tierra del diseño eléctrico de la edificación.

3.4.4.1 Dimensionamiento de las protecciones

3.4.4.1.1 Corriente de Protección (Ip) para usos generales y motores menores de 1 HP:

Una vez calculado la corriente de carga y agregando un veinte por ciento de reserva y haciendo uso de la tabla 310 – 16 del CEN 2.004, se selecciono por capacidad de corriente el conductor con capacidad próxima superior a la corriente de carga. Con esta selección y la corriente de diseño se procedió al cálculo de la corriente de protección que permitirá seleccionar la capacidad del dispositivo de protección adecuado para cada circuito.

$$I_p(A) = \frac{I_d + I_{cond}}{2} \quad \text{Ecuación 3.15}$$

- I_d = Corriente de Diseño.
- I_{cond} = Corriente del conductor.
- I_p = Corriente de protección

Cabe destacar que la I_p debe ser mayor en al menos un 20 por ciento de la corriente de trabajo o plena carga.

3.4.4.1.2 Corriente de Protección (Ip) para motores mayores de 1 HP (potencias medias):

Para dimensionar este tipo de protección contra sobrecarga, el código nacional eléctrico establece en su sección 430.32 (1) lo siguiente:

- Para motores con un factor de servicio de 1,15 o mayor

$$I_p = 1.25 I_{pc}$$

- Para los demás motores

$$I_p = 1.25 I_{pc}$$

3.4.4.2 Coordinación de protecciones principales de los tableros

3.4.4.2.1 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito:

Para seleccionar las protecciones requeridas en baja tensión y sus respectivas corrientes máximas de cortocircuito se necesita conocer los niveles de cortocircuito en los lugares donde las protecciones estarían ubicadas. Cabe destacar que donde los alimentadores de los tableros son mayores de 50 metros de longitud se les colocan a dichos tableros interruptores principales.

A fin de conocer las corrientes de cortocircuito en los lugares de interés se utilizó un método presentado por la empresa internacional Westinghouse en un trabajo realizado por la división técnica. Dicho trabajo se llama en inglés "How to calculate Fault Currents"

Este método es un procedimiento gráfico y tiene validez para interruptores de baja tensión hasta 600 Voltios.

3.4.4.2 Coordinación de protecciones

Una vez conocidas las corrientes de cortocircuito y las corrientes nominales de cada interruptor se escogió el tipo de breaker adecuado (Ki, Ji, Li, HQP, etc).

La coordinación se realizará usando las gráficas de tiempo de los dispositivos de protección y comprobando que al momento de una falla el disparo de las protecciones sea tal que solo salga de servicio el área bajo falla.

3.4.4.3 Sistema de Puesta a Tierra del sistema eléctrico de la edificación:

De acuerdo al CEN 250-24 Cuando dos o más edificios están alimentados por un sistema puesta a tierra desde un solo equipo cada edificio deberá tener un electrodo de puesta a tierra.

En esta fase se investigo la norma que establece el valor máximo de resistencia del punto a tierra para este tipo de instalaciones.

Se investigo el tipo de sistemas de puesta a tierra existentes en la actualidad y se eligió el más adecuado para este tipo de diseño.

El sistema de puesta a tierra escogido fue el *sistema de aterramiento simple* con electrodo enterrado el cual es el más usado en instalaciones de este tipo debido a la facilidad de instalación y a su bajo costo de implementación en comparación con las otras alternativas.

Una vez elegido, el tipo de sistema de puesta a tierra a implementar en este proyecto se siguió el procedimiento de cálculo para jabalinas COPPERWELD basándose en la norma IRAM 2281 (Norma de origen Europeo).

Además, el cálculo del conductor de puesta a tierra para equipos y canalizaciones se eligió de acuerdo al Código eléctrico nacional en su sección 250.122.

- Malla de puesta a tierra:

A fin de calcular el calibre del conductor que formará la malla se usó la siguiente ecuación:

$$A_{mm^2} = (I * K_f * \sqrt{T_c}) / 1,9740 \quad \text{Ecuación 3.16}$$

Donde

I= Corriente de cortocircuito.

K_f= Constante de fusión para el cobre.

T_c=Temperatura final del conductor después de la falla.

Luego para saber la longitud del conductor se aplicó la expresión de Laurent:

$$L = R_s / (R_d - R_s / (4\sqrt{S/3.1416})) \quad \text{Ecuación 3.17}$$

Donde :

R_s= Resistencia del suelo en Ohm*metro

R_d=Resistencia deseada en Ohm (menor de 5 ohmios)

S=Superficie que cubre la malla (Se tomó 9 metros cuadrados)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS POR FASES

En el presente capítulo se explica con detalle la ejecución de cada una de las fases de la investigación. Dichas fases se presentan a continuación:

4.1.FASE 1: Diseño de los sistemas de iluminación interna y externa y simulación de los lugares de interés (salones, biblioteca, cancha, cocina y restaurante) por medio del software Dialux.

4.1.1 Simulación de la iluminación de salones:

Primeramente se procedió a importar desde autocad a Dialux 4.1 el plano del salón, luego se levantó el lugar y el mobiliario en tres dimensiones siguiendo las especificaciones del plano arquitectónico. Obteniéndose lo siguiente:

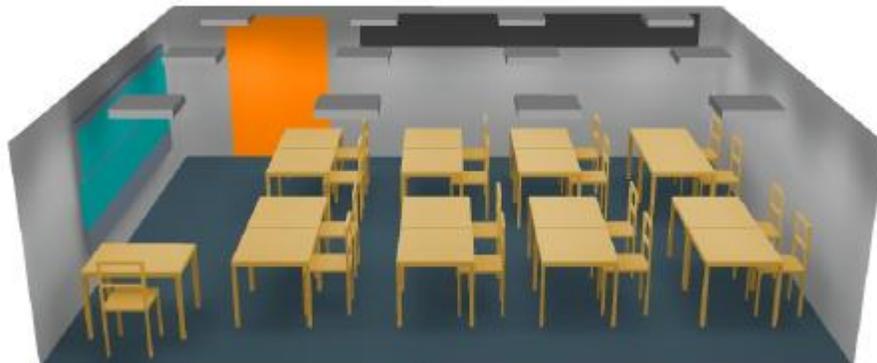


Figura 4.1

Presentación tridimensional o rendering de salones.

La luminaria escogida para la iluminación de salones, pasillos, oficinas y demás espacios interiores fue:

*Philips Impala TBS160 3*TL-D18W*

Dicha luminaria fue escogida por las siguientes razones:

- Alto rendimiento.
- Disponibilidad en el mercado.
- Bajo consumo de potencia.
- Emisión de luz adecuada para la distancia entre el cielo raso y el plano útil.

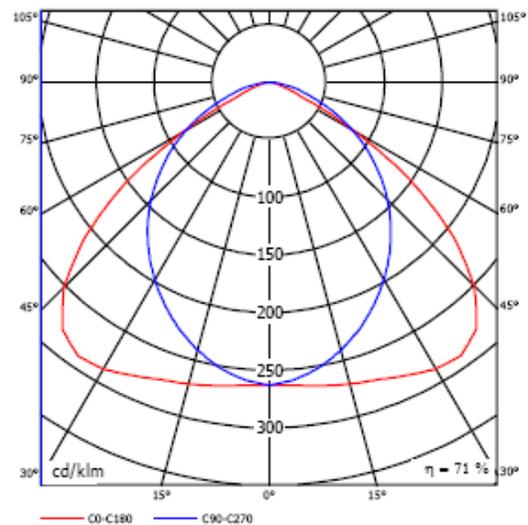
A continuación se muestra la característica luminotécnica de dicha luminaria:

Proyecto elaborado por Julio Gelvez
 Teléfono
 Fax
 e-Mail Julio_Gelvez@hotmail.com

Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON M2 / Hoja de datos de luminarias

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

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 53 89 98 100 70

Emisión de luz 1:

Figura 4.2 Hoja de datos de la luminaria Impala de Philips.

Una vez escogida la luminaria y con la información suministrada en la tabla 3.1 se simuló en el Software Dialux a fin de obtener la cantidad de luminarias y la posición adecuada de dichas luminarias para así obtener la iluminación adecuada según la normativa internacional.

La iluminancia media conseguida en cada salón fue de 541 Lux en el plano útil, valor que cumple lo sugerido por la compañía Philips en la tabla 3.1.

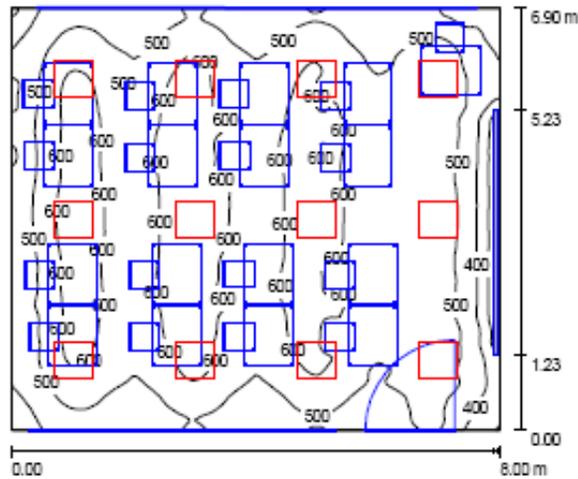
A continuación se muestran los resultados de interés, para la simulación de la iluminación de salones los cuales son:

- El salón con el diagrama de isolíneas que muestran los niveles de iluminancia en diferentes lugares del salón.
- Iluminancia media, mínima y máxima en Lux en el salón.
- Lista de piezas o cantidad de luminarias a utilizar
- Dimensiones del Salón.
- Eficiencia energética expresada en Vatios por metro cuadrado para este tipo de luminarias.
- Potencia consumida por luminaria y por el conjunto para obtener la iluminación adecuada del espacio en cuestión.
- Ubicación de las luminarias a fin de obtener el nivel de iluminancia deseado, dicho factor es de gran importancia a la hora de la implementación.
- Diagrama de escala en grises, el cual permite al observador conocer rápidamente el desarrollo lumínico dentro de la habitación a iluminar.

A continuación se muestran dichos resultados:

Proyecto elaborado por Julio Gelvez
 Teléfono
 Fax
 e-Mail Julio_Gelvez@hotmail.com

Salones impares (1,3,5,7,9,11,13) / Output en hoja simple



Altura del local: 2.300 m, Altura de montaje: 2.380 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:88

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	541	213	678	0.39
Suelo	8	302	90	481	0.30
Techo	78	152	79	226	0.52
Paredes (4)	86	219	1.16	392	/

Plano útil:
 Altura: 0.800 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	ϕ [lm]	P [W]
1	12	Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON M2 (1.000)	4050	70
			total: 48600	840

Valor de eficiencia energética: $15.22 \text{ W/m}^2 = 2.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.20 m^2)

Figura 4.3

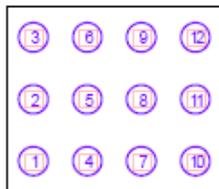
Hoja resumen de los resultados obtenidos de la simulación.

Proyecto elaborado por Julio Gelvez
 Teléfono
 Fax
 e-Mail Julio_Gelvez@hotmail.com

Salones impares (1,3,5,7,9,11,13) / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON M2

4050 lm, 70 W, 1 x 3 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).

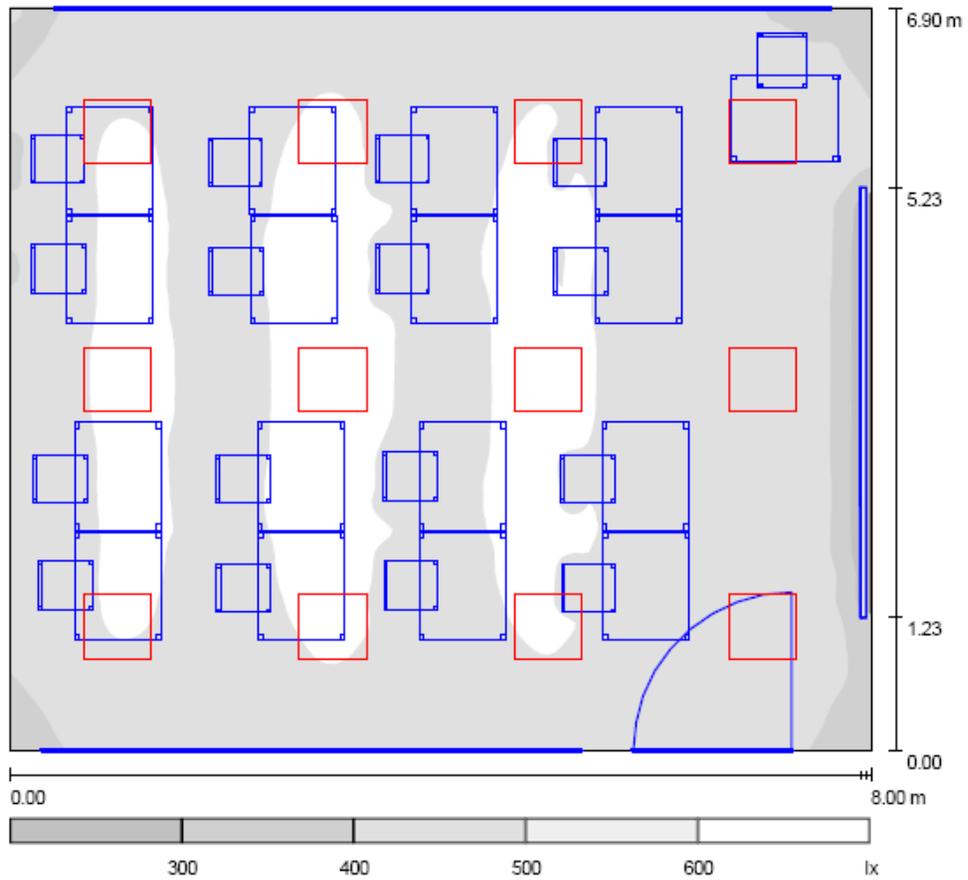


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.000	1.150	2.380	0.0	0.0	90.0
2	1.000	3.450	2.380	0.0	0.0	90.0
3	1.000	5.750	2.380	0.0	0.0	90.0
4	3.000	1.150	2.380	0.0	0.0	90.0
5	3.000	3.450	2.380	0.0	0.0	90.0
6	3.000	5.750	2.380	0.0	0.0	90.0
7	5.000	1.150	2.380	0.0	0.0	90.0
8	5.000	3.450	2.380	0.0	0.0	90.0
9	5.000	5.750	2.380	0.0	0.0	90.0
10	7.000	1.150	2.380	0.0	0.0	90.0
11	7.000	3.450	2.380	0.0	0.0	90.0
12	7.000	5.750	2.380	0.0	0.0	90.0

Figura 4.4

Ubicación de las luminarias

Salones impares (1,3,5,7,9,11,13) / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 58

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
541

E_{min} [lx]
213

E_{max} [lx]
678

E_{min} / E_m
0.39

E_{min} / E_{max}
0.31

Figura 4.5

Diagrama de iluminancias dentro del salón.

4.1.2 Simulación de la iluminación de la biblioteca o sala de lectura, cocina, restaurante y cancha deportiva.

Para la simulación de cada uno de estos lugares se procedió de igual manera a lo anteriormente explicado caso de los salones, los resultados obtenidos se muestran en el anexo A.

Cantidad de vatios por metro cuadrado obtenidos en la simulación:

De las simulaciones resultantes en los puntos 4.1.1 y 4.1.2 se pudo observar lo siguiente:

- Al usar la luminaria escogida, para obtener una iluminancia media de 500 Lux es necesario de 15,22 W/m² mientras que para obtener 180 Lux es de 5,61 W/m²

Considerando un Factor de potencia de 0,9 y una reserva del veinte por ciento se obtuvo los siguientes factores para el cálculo de la demanda total en iluminación:

Para obtener 500 Lux de iluminancia media se requirió de 21VA/m² mientras que para 180 Lux 8 VA/m²

4.1.3 Iluminación de lugares de menor interés.

Para la iluminación de los lugares en donde la misma no juega un papel crítico se procedió de acuerdo a lo explicado en el punto 3.4.1.2 de la fase uno del capítulo 3. Cabe destacar que la luminaria escogida para la iluminación de pasillos y otros fue la misma que en los salones, es decir:

*Philips Impala TBS160 3*TL-D18W*

Al proceder de acuerdo a lo explicado en el punto 3.4.1.2 se obtuvo la cantidad de luminarias por ambiente las cuales pueden verse en el plano general de los sistemas de iluminación mostrado en el anexo B.

Procedimiento para conseguir la demanda por concepto de iluminación:

Para mostrar el procedimiento efectuado a fin de conseguir el consumo de potencia por cargas de iluminación acopladas a cada tablero se mostrara el cálculo de la demanda en iluminación en el tablero TCE asignado para el área referente a control de estudios:

Las áreas con requerimientos de 500 Lux son la oficina del decano con un área de 17,8m² y las demás oficinas con un área equivalente a 156m².

El área total con requerimiento de 500 Lux será:

$$17,8\text{m}^2+156\text{m}^2=173,8 \text{ m}^2$$

Además el área de pasillo y escalera los cuales tenían un requerimiento de 180 Lux fue de 147,02m²

El Área total a iluminar fue igual a:

$$173,8\text{m}^2+147,02\text{m}^2=321\text{m}^2$$

Usando los factores explicados en el punto 4.1.3 la potencias aparentes en iluminación para estas áreas serán:

$$\text{VA (ilum. Oficinas)}=173,8 \text{ m}^2* 21 \text{ VA/m}^2=3649,8 \text{ VA}$$

$$\text{VA (ilum.Pasillos y escaleras)}= 147,02 \text{ m}^2*8 \text{ VA/m}^2= 1176,16 \text{ VA}$$

Para una carga total de potencia instalada en el tablero TCE de:

$$3649,8\text{VA}+1176,16\text{VA}=4826 \text{ VA}$$

Y la cantidad de circuitos fue:

$$\text{Cant}=(4826\text{VA}/120\text{V})/20\text{A}= 2$$

Se uso 20 A como capacidad del calibre 12 THW a fin de guardar el veinte por ciento de reserva.

Para el cálculo de iluminación en las áreas referentes a los demás tableros se procedió de igual manera y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4.1 Resultados de Cargas de iluminación y cantidad de circuitos por tablero.

TABLERO	Totales por Tablero (VA)	Cantidad de circuitos de 120v y cable # 12 thw
TSM	4490	2 (2245 va/cu)
TC	5500	3 (1833 va/cu)
TA2	10997	5 (2200 va/cu)
TL	5704	3 (1902 va/cu)
TA1	13469	6 (2245 va/cu)
TCE	4826	2 (2413 va/cu)
TS1	10109	5 (2022 va/cu)
TS2	15379,3	8 (2 de 1408,7 va/cu y 6 de 2094 va/cu)
TRES	6397,34	4 (3 de 1466 va/cu y 1 de 2000 va/cu)
TOTAL	76871.64	

Fuente: El Autor. 2008

4.2 FASE 2: Escoger la capacidad del banco de transformación por medio del estudio general de cargas de la edificación y diseño de tableros de distribución.

Para el desarrollo de esta fase se siguió el procedimiento y especificaciones del punto 3.4.2, además se tomo en cuenta las siguientes recomendaciones expresadas en el código eléctrico nacional en su última edición.

4.2.1 Sección 220 C.E.N 2.004:

En la sección 220 de este capítulo II del C.E.N 2.004, se aboca específicamente al cálculo del número de circuitos ramales necesarios, alimentadores y de acometidas de las instalaciones eléctricas. Previamente al cálculo del número de circuitos ramales es necesario conocer como esta conformada la carga, es decir, las características de consumo KW, su tensión en V, factor de potencia fp porque son ellos los que a través de las ecuaciones que los relacionan los que permitirán calcular los valores de la corriente de consumo que tienen todos los equipos que formarán parte del inmueble y también permitirán realizar los cálculos de las protecciones de los equipos contra sobretensiones y sobrecorriente.

El C.E.N 2.004 a partir de la sección 220-3 sobre el Cálculo de los Circuitos Ramales, explica las recomendaciones a seguir, a continuación se hace mención de las indicaciones del código:

- En caso de las cargas continuas y no continuas la capacidad nominal del conductor que pertenecerá a este circuito ramal no debe ser menor a la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua ($I_{\text{conductor}} = I_{\text{no continua}} + 125\% * I_{\text{continua}}$) además el C.E.N 2.004 Indica: *“El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una*

capacidad máxima igual o mayor que la de la carga no continua más el 125% de la carga continua”.

- Se hace mención de otras cargas que deben ser tomadas en consideración, como motores que tienen un tratamiento específico explicado en las secciones 430 – 440 y las salidas de tomacorrientes o tomas de uso general (TUG) que son fijadas con un máximo por salida de 180VA.

4.2.2 Estudio general de cargas

4.2.2.1 Cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general.

- Cargas de iluminación:

Este tipo de cargas fueron calculadas en la fase uno y dichos resultados se encuentran en la tabla 4.1 obtenida en la fase 1.

- Tomas de uso general:

Para determinar la cantidad de tomas de uso general por circuito se procedió de acuerdo a 3.4.2.2 y usando la ecuación 3.1 se obtuvo:

13 tomas dobles de uso general con cable THW calibre 12 y con una reserva del veinte por ciento.

Luego de esto se fijó dentro de los planos la cantidad de tomas de uso general y por lo tanto la potencia instalada debido a dicho concepto en cada tablero.

4.2.2.1.1 Factores de demanda para cargas de iluminación en proyectos educacionales según CEN 220.34 y 220.22

Según el código eléctrico nacional en las secciones 220.34 y 220.22 establece que para este tipo de proyecto los factores de demanda para tomas de uso general e iluminación son los siguientes:

Tabla 4.2. Factores de demanda para cargas de iluminación.

Carga conectada en VA	Factor de demanda (porcentaje)
Los primeros 33 VA/m ²	100
Desde 33 a 220 VA/m ²	75
Resto	25

Fuente: Código eléctrico nacional.2004

Esta sección del CEN se aplico a cada uno de los tableros, a continuación se muestra un ejemplo de la aplicación de esta sección al tablero TCE

4.2.2.1.1.1 Aplicación de factores de demanda para el tablero asignado a control de estudios (TCE)

De acuerdo a la cantidad de tomas de uso general requerida se tienen tres circuitos de tomas de uso general de 2340 VA cada uno para un total de 7020 VA instalados. Por lo que el total de la potencia aparente en cargas de iluminación y tomas de uso general en el tablero TCE es:

$$VA_{\text{total}} (\text{TUG} + \text{Ilum}) = 4826\text{VA} + 7020\text{VA} = 11846\text{VA}$$

La potencia aparente por metro cuadrado fue:

$$VA = 11846\text{VA} / 321\text{m}^2 = 37 \text{ VA/m}^2$$

Y se aplico el factor de demanda de la siguiente manera:

$$33\text{VA}/\text{m}^2 * 1 = 33 \text{ VA}$$

$$4 \text{ VA}/\text{m}^2 * 0.75 = 3 \text{ VA}$$

Por lo que la demanda total una vez aplicado el factor de demanda fue:

$$(33\text{VA} + 3\text{VA}) * 321\text{m}^2 = 11556\text{VA}$$

En lugar de 11846VA.

4.2.2.2 Tomas de uso especial:

Este tipo de tomas se fijó en 120 o 208 voltios monofásicos dependiendo de las necesidades del ambiente y se proyectaron para las demandas requeridas dependiendo del tipo de ambiente. La potencia eléctrica de este tipo de cargas, el calibre del conductor utilizado y la protección así como otros resultados dentro de los tableros se muestran en el anexo C

4.2.2.3 Aires acondicionados

Una vez aplicado el procedimiento del punto 3.4.2.3.2 se obtuvieron las capacidades de refrigeración de los diferentes equipos y asumiendo un factor de potencia de 0.9 se obtuvo la potencia aparente de cada equipo.

La capacidad de refrigeración, la potencia aparente de cada equipo, el calibre del conductor y su protección dentro de cada tablero se presenta en el anexo C.

4.2.2.4 Resultados del estudio de cargas:

Los resultados del estudio de cargas por tablero se presentan a continuación:

Tablero ubicado en el tercer piso:

Tabla 4.3: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TSM

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (2 CTOS) (2245VA C/U) (120V)	4490.0	4490.0
TUG (2 CTOS) (2340VA C/U) (120V)	4680.0	4680.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	9170.0	9170.0
TOTAL AL APLICAR FD	8652.0	8652.0
TUE(208 V) (2000VA C/U) (2CTOS)	4000.0	0.0
3AA(BIBLIOTECA)(48000BTU)(TECHO) (8530VA C/U) (208V)	25590.0	0.0
25% MOT MAYOR	2133.0	0.0
TOTAL	40375.0	8652.0

Fuente: El Autor.2008

Tableros ubicados en el segundo piso:

Tabla 4.4: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TC

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (3CTOS)(1834VA C/U) (120V)	5500.0	5500.0
TUG (1CTO) (2340VA) (120V)	2340.0	2340.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	7840.0	7840.0
TOTAL AL APLICAR FD	7840.0	7840.0
6TUE(120 V) (2000VA C/U) (6CTOS)	12000.0	12000.0
4AA(48000BTU)(TECHO) (8530VA C/U) (208V)	34120.0	0.0
25% MOT MAYOR	8530.0	0.0
TOTAL	62490.0	19840.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.5: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TA2

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (5CTOS) (2200VA C/U) (120V)	10997.0	10997.0
TUG (3CTOS) (2340VA C/U) (120V)	7020.0	7020.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	18017.0	18017.0
TOTAL AL APLICAR FD	18017.0	18017.0
2TUE(208 V) (2CTOS) (2000VA C/U)	4000.0	0.0
2TUE(120 V) (3000VA C/U) (2CTOS)	6000.0	6000.0
8 AA(48000BTU)(TECHO) (8530VA C/U) (8 CTOS) (208V)	68240.0	0.0
25% MOT MAYOR	2133.0	0.0
TOTAL	98390.0	24017.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.6: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TL

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (3CTOS) (120V) (1902va c/u)	5704.0	5704.0
TUG (1cto) (2340VA)	2340.0	2340.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	8044.0	8044.0
TOTAL AL APLICAR FD	8044.0	8044.0
1 TUE(208 V)	3600.0	3600.0
1 AA(OFICINA)(9000BTU)(SPLIT DE PARED)	1600.0	1600.0
4AA(BIBLIOTECA)(48000BTU)(TECHO)(8530VA) (208V)	34120.0	0.0
25% MOT MAYOR	8530.0	0.0
TOTAL	55894.0	13244.0

Fuente: El Autor.2008

Tableros ubicados en el primer piso:

Tabla 4.7 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TA1

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (6CTOS) (2245VA C/U) (120V)	13469.0	13469.0
TUG (4CTOS) (2340VA C/U)	9360.0	9360.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	22829.0	22829.0
TOTAL AL APLICAR FD	22829.0	22829.0
2 TUE (2CTOS) (4000VA C/U) (208 V)	8000.0	0.0
8AA(SALONES)(48000BTU)(TECHO) (8530VAC/U)	68240.0	0.0
25% MOT MAYOR	2130.0	0.0
TOTAL	101199.0	22829.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.8 RESULTADOS DELESTUDIO DE CARGAS EN TCE

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (2CTOS) (2413VA C/U)	4826.0	4826.0
TUG (3CTOS) (2340VA C/U)	7020.0	7020.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	11846.0	11846.0
TOTAL AL APLICAR FD	11556.0	11556.0
TUE(208 V)	0.0	0.0
1 AA(OFICINA)(12000BTU)(SPLIT DE PARED) (208V)	2130.0	2130.0
2AA(SALON)(36000BTU)(TECHO)(6400VA C/U) (208V)	12800.0	0.0
25% MOT MAYOR	1600.0	0.0
TOTAL	28086.0	13686.0

Fuente: El Autor.2008

Tableros ubicados en el sótano:

Tabla 4.9: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TS1

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION INT (5CTOS) (2022VA C/U) (120V)	10109.0	10109.0
TUG (1CTO) (120V)	1440.0	1440.0
CARGAS DE ILUMINACION EXT (5CTOS) (208V) (3600VA C/U)	18000.0	0.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	29549.0	11549.0
TOTAL AL APLICAR FD	29549.0	0.0
TOTAL	29549.0	11549.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.10: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TS2

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (2CTOS) (1409VA C/U)	15379.0	15379.0
TUG (2CTOS) (2340VA C/U) (120V)	4680.0	4680.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	20059.0	20059.0
TOTAL AL APLICAR FD	20059.0	20059.0
6 AA(12000BTU)(2130VA/CU)(208v)	12780.0	0.0
25% MOT MAYOR	533.0	0.0
TOTAL	33372.0	20059.0

Fuente: El Autor.2008

Tableros ubicados en las inmediaciones:**Tabla 4.11:** RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TB

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION	1000.0	1000.0
TUG	1500.0	1500.0

SUB TOTAL DE ILUMINACION	2500.0	2500.0
TOTAL AL APLICAR FD	2500.0	2500.0
BOMBA SIST-HIDRO(2*7,5HP) (0.5=fd)	9000.0	0.0
BOMBA CONTRA INCENDIO	30000.0	0.0
OTROS (fd=0.5)	4500.0	0.0
25% MOT MAYOR	7500.0	0.0
TOTAL	53500.0	2500.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.12 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TAAOFCE

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
1AA(120000BTU)TRIFASICO	19000.0	0.0
25% MOT MAYOR	4800.0	0.0
TOTAL	23800.0	0.0

Fuente: El Autor.2008

Tabla 4.13 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TD

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION	2500.0	2500.0
TUG	4500.0	4500.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	7000.0	7000.0

Fuente: El Autor.2008

Tablero del Restaurante:

Tabla 4.14 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARGAS EN TRES

DESCRIPCION	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
CARGAS DE ILUMINACION (3CTOS) (1466VA C/U) (120V)	6397.0	6397.0
TUG (2CTOS) (2340VA C/U) (120V)	4680.0	4680.0
SUB TOTAL DE ILUMINACION	11077.0	11077.0

TOTAL AL APLICAR FD	11077.0	11077.0
8 TUE(120 V) (1600VA C/U) (8CTOS)	12800.0	12800.0
3 TUE(208V MONOFASICO) (3CTOS) (3000VA C/U)	9000.0	0.0
5AA(48000BTU)(TECHO) (8530VA C/U) (208V)	42650.0	0.0
25% MOT MAYOR	2020.0	0.0
TOTAL	77547.0	23877.0
TOTAL AL APLICAR(CEN220.36)(FD=0.8)	62040.0	19102.0

Fuente: El Autor.2008

4.2.2.5 Diseño y balance de circuito dentro de los tableros:

Al momento de balancear las cargas en las fases de los tableros se tomo como limite máximo de desbalance un cinco por ciento. El balance y diseño final de cada tablero se muestra en el anexo C. Cabe destacar que la capacidad de corriente de los breakers dentro de cada uno de estos tableros se calculó de acuerdo a lo establecido en CEN 430.32, es decir 1,25 % la corriente a plena carga.

4.2.2.6 Capacidad Del Transformador De Potencia:

Con la información de la tabla 4.3 a la 4.14 se obtuvo la demanda total en las fases y el neutro, a continuación se presenta una tabla resumen del estudio de carga en cada tablero:

Tabla 4.15: Tabla resumen del estudio de carga en los tableros

TOTALES DEL ESTUDIO DE CARGA GENERAL	CARGA EN VA	
	FASES	NEUTRO
TSM	40375	8652
TC	62490	19840

TA2	98390	24017
TL	55894	13244
TA1	101199	22829
TCE	28086	13686
TS1	29549	11549
TS2	33372	20059
TD	7000	4500
TAAOFCE	23800	0
TB	53500	2500
TRES	62040	19102
TOTAL	595.695	159.978

Fuente: El Autor. 2008.

Demanda de los tableros una vez aplicado los factores de demanda:

Demanda total en las fases= 595695 VA

Demanda total en el neutro= 159978 VA

Capacidad del banco de transformación = Demanda en las fases(VA)/1.15=517.996VA

Capacidad del banco de transformación (35% reserva)=699294 VA

El centro de transformación estará conformado por una unidad del tipo pad mounted, en niveles de tensión 13.8/127-220V, con conexiones (Δ -Y aterrada) del tipo radial, cuenta con tres cortacorrientes utilizados como protección contra sobrecorrientes y su capacidad se indica a continuación:

Transformador Trifásico Padmounted =750 KVA

Porcentaje de Reserva: 35 por ciento

4.2.2.6.1 Conexión del Transformador de Potencia:

Para los transformadores de potencia trifásicos, SENECA (dicha compañía que usa la normativa CADAFE) en su norma de diseño de conexión de transformadores, propone la conexión Δ - Y aterrada (DY1), con niveles de tensión 13.800/208/120V. En la figura 4.6 se presenta la conexión del primario y secundario para transformadores.

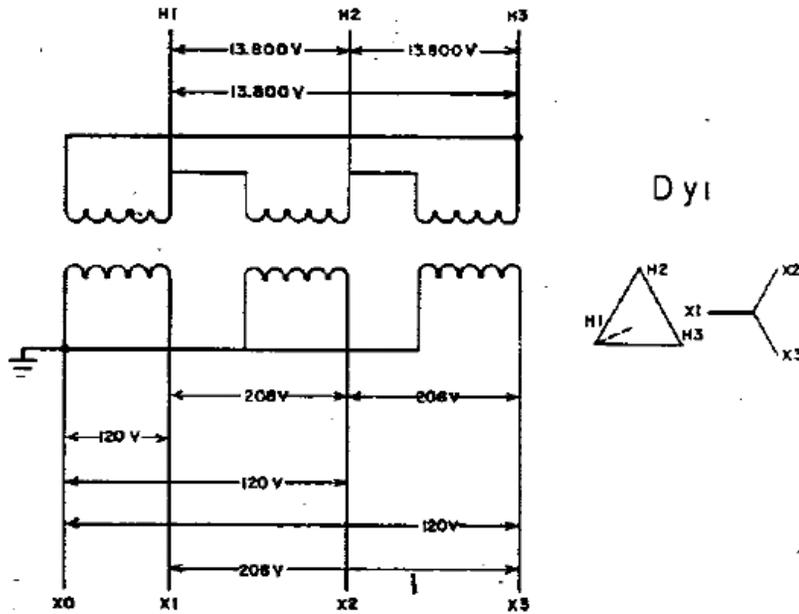


Figura 4.6

Conexión del transformador trifásico 13.800/208/120V (Dy1).

4.3 FASE 3: Diseñar las canalizaciones para las señales de voz y datos y acometida para la alimentación eléctrica de la edificación.

4.3.1 Acometida telefónica:

Debido a los requerimientos del edificio se selecciono para la acometida telefónica un cable del siguiente tipo:

TDI de 20 pares que cumpliera con las siguientes normas:

UL 444 / IEC 189 / CANTV 3357-L

El cual posee las siguientes características:

Numero de pares =20

Espesor de la cubierta (en mm)=1,10

Peso aproximado (Kg/Km)=158

Instalado en un ducto de cuatro pulgadas, más detalles sobre este tipo de conductor se encuentran el en anexo D.2

Dicho cable va a un gabinete de central telefónica.

La presentación de la canalización para la acometida telefónica se presenta en el anexo D.

4.3.2 Red de datos:

De acuerdo a la descripción de cada ambiente se fijó los puntos de conexión y se dibujo la trayectoria de las canalizaciones a lo largo de la edificación hasta el rack de datos. El resultado de este punto de la fase se muestra en el anexo D.2

4.3.3 Acometida para la alimentación eléctrica de la edificación.

4.3.3.1 Circuito de Alta Tensión:

En esta sección se procederá a realizar los cálculos correspondientes a:

La red prevista en la fase anterior tiene las siguientes características:

- Tensión 13.8KV / 208-120V.
- Número de Fases 3.
- Frecuencia 60 Hz.
- Máxima caída de tensión $\Delta V = 1\%$. (Establecido por la empresa de suministro eléctrico SENECA para acometidas subterráneas).
- Conexión del Banco de Transformación Δ - Y aterrada.
- $MVA_{acc} = 500KVA$

4.3.3.1.1 Acometida de Alta Tensión:

Se alimentara desde una línea aérea en nivel 13.8KV, propiedad de la compañía de electricidad SENECA. La acometida que se diseñó es de forma subterránea desde la línea de 13.8KV hasta el centro de transformación ubicado en el área posterior de la edificación como se indicó en los planos, en el anexo B, los conductores se escogieron de acuerdo a los siguientes métodos de selección de calibre de conductores:

1. Capacidad de Carga.
2. Caída de Tensión
3. Cortocircuito.

4.3.3.1.2 Capacidad de Carga:

El calibre del conductor de alta tensión vino dado directamente por la capacidad máxima del banco de transformación y se uso la siguiente ecuación:

$$750 \text{ KVA}/(1.73*13800\text{V})=31,4 \text{ A}$$

A nivel comercial el calibre mínimo producido en Venezuela para conductores de 15 KV es el calibre # 2, que tiene una capacidad de corriente de 155A, la temperatura de operación es de 90°C y el aislamiento es de tipo XLPE, ver el anexo E.

4.3.3.1.3 Caída de Tensión:

De acuerdo con la norma de regulación de tensión en el sistema de distribución de SENECA para áreas urbanas, la caída de voltaje no debe exceder el 1 por ciento.

Para el caso del diseño existe una distancia de 40 metros, para el alimentador entre la línea de distribución y el centro de transformación.

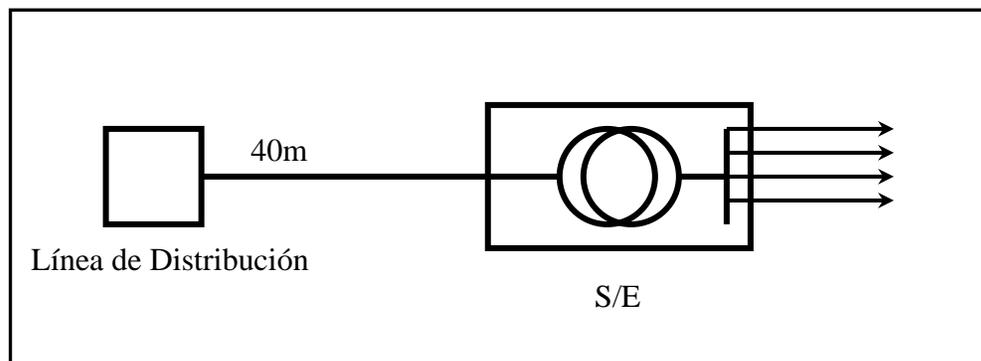




Figura 4.7.

Esquema de alta tensión.

Tomando como referencia el diagrama unifilar de la figura 4.7 y usando la tabla del apéndice E, la caída de tensión para la línea de alta fue:

$$\%CdV = \frac{750KVA \cdot 40m \cdot 0,6345}{10 \times (13,8)^2}$$

$$\%CdV = 0,099 \%$$

Lo cual cumple con la norma de CADAFE que establece una caída de tensión máxima del uno por ciento.

4.3.3.1.4 Nivel de Cortocircuito:

La magnitud de la corriente que puede circular por un cable en condiciones normales de operación esta limitada por el régimen de temperatura continúa del aislamiento. Sin embargo en condiciones de fallas ocurre un aumento súbito de la temperatura del conductor, lo cual somete el aislante por corto periodo de tiempo a esfuerzos térmicos. La potencia de cortocircuito en el punto de conexión es de 500 MVA dicha información fue dada por la empresa SENECA.

La corriente de cortocircuito trifásica fue 21 KA, en el punto de entrega, el tiempo de interrupción de esta falla se estimo en 0.01 s.

Con estas consideraciones se hizo uso de la ecuación 3.5 con la que se obtuvo el área en circular mil (CM) del conductor que debe seleccionarse para que pueda

soportar el nivel de cortocircuito descrito anteriormente. Al usar la ecuación 3.5 se obtuvo

$$A = 62.276 \text{ CM} = 31,56 \text{ mm}^2$$

Dicho valor de sección transversal se busco en la tabla para este tipo de conductores en el anexo E, el cual correspondió a un conductor calibre numero dos por lo que la solución total por fase fue:

1 cable-N°2-Cu-XLPE-15KV

Es decir:

1*N°2-XLPE-Cu 15KV

En el anexo E se encuentra la hoja de especificaciones para este tipo de cable.

4.3.4 Bancada de Alta Tensión:

La longitud de dicha bancada es de 22 metros aproximadamente, para su diseño se tomo en consideración la norma de CADAPE en la que indica los

distintos tipos de bancadas de concreto de normalizadas para alta tensión, para este diseño se selecciono el tipo A2C. El diámetro del ducto es de 4".

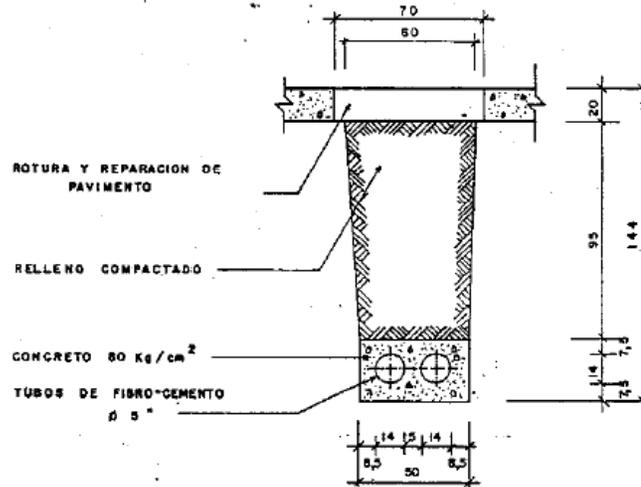


Figura 4.8.

Bancada de Alta Tensión tipo A2C-4" PVC.

4.3.4.1 Circuito de baja Tensión:

4.3.4.1.2 Alimentador Principal:

-Calibre del cable para las fases:

Para determinar la capacidad corriente del conductor de baja tensión se usó la ecuación 3.10:

$$I_d = 750 \text{KVA} / (1.73 * 220 \text{V}) = 1968 \text{ A}$$

Se dividió esta corriente en 5 conductores por fase donde la descripción por fase fue:

5 conductores calibre 500 Kcmil-THHN-90°C-CU-600V

-Calibre del cable para el neutro:

Según el CEN 220.22

$$I_n = 200 \text{A} * 1 + 1882 \text{A} * 0,7 = 1517 \text{ resultando 4 conductores calibre 400 Kcmil}$$

-Calibre del conductor de tierra:

Según el CEN 250.66 y sabiendo que el área equivalente de los conductores en paralelo es mayor a 1100 Kcmil, fue: 1 conductor 3/0

Solución: (5*500Kcmil F+4*400 Kcmil N)-Cu-THHN-600V+ 1*3/0 T Cu desnudo.

Los cuales se dispondrán en una canal con tapa estriada, dicha canal hasta el tablero principal tendrá 2 metros de distancia.

4.4 FASE 4: Realizar la coordinación de protecciones y sistema de puesta a tierra del diseño eléctrico de la edificación.

4.4.1 Coordinación de protecciones:

Para escoger las protecciones se procedió primeramente a calcular las corrientes de cortocircuito en los puntos de interés para ello se aplicó lo explicado en el punto 3.4.4.2.1 del capítulo tres.

Para un transformador como el escogido con una capacidad de transformación de 750 KVA y una impedancia interna de 5,5% se hizo uso de la gráfica dada por la Westinghouse en el anexo F.

Para entrar en las gráficas se procedió primeramente a definir los alimentadores de los tableros y la distancia entre el tablero principal y cada uno de los tableros, dicha información se encuentra compendiada a continuación:

Tabla 4.16: Distancias y especificaciones de los subalimentadores.

DIAMETROS DE DUCTOS

Nombre del tramo		Distancia del tab-transf (pies)	Conductores de las Fases (AWG/Kcmil)	DE SUB ALIMENTADORES(Pulgadas)
DE TP A	TSM	30	1/0	2
DE TP A	TC	26	4/0	3
DE TP A	TA2	205	400	4
DE TP A	TL	314	300	4
DE TP A	TA1	198	400	4
DE TP A	TCE	330	2/0	3
DE TP A	TS1	86	2	2
DE TP A	TS2	350	3/0	3
DE TP A	TD	198	8	1
DE TP A	TAAOFCE	314	1/0	2
DE TP A	TB	83	3/0	3
DE TP A	TRES	198	4/0	3

Fuente autor 2008

Cabe destacar que para realizar el diseño del calibre de estos alimentadores se tomo en cuenta que la conducción de los mismos se reduce en un veinte por ciento debido a que existen cuatro conductores por ducto. Es decir se trabajo con un factor de corrección de 0.8.

Además a fin de poder usar las graficas dadas por la Westinghouse fue necesario transformar las distancias entre el tablero principal y los tableros secundarios a pies.

A continuación se presentan las corrientes de cortocircuito para fallas en las barras principales de cada tablero aplicando el método dado por la Westinghouse:

Tabla 4.17 Corrientes de cortocircuito resultantes.

Tablero	Cond.Fases	lfalla(KA)	Iccnom(KA)
TSM	1/0	22	35
TC	4/0	28	35
TA2	400	8	10
TL	350	8	10
TA1	400	11	18

TCE	2/0	4	10
TS1	2	8	10
TS2	3/0	6	10
TD	8	2	10
TAAOFCE	1/0	4	10
TB	3/0	12	18
TRES	4/0	9	10

Fuente: autor.2008

Puede además observarse de la tabla 4.17 que al conocer la corriente de falla máxima a la que están sometidas las protecciones principales de los tableros puede escogerse la corriente de cortocircuito nominal de los breakers que serán implementados.

Dadas las corrientes de cortocircuito en la tabla anterior se determino un factor de la corriente de cortocircuito en función de la corriente nominal del Breaker, este valor o factor indica el número de veces que la ICC supera a la corriente nominal del Breaker. Con este valor se entro a la curva de tiempo & corriente de cada breaker escogido y se obtuvo el tiempo de actuación de las distintas protecciones para corrientes de cortocircuito en las entradas de los tableros secundarios, a continuación se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos para el tablero TA1:

4.4.1.1 Coordinación para TA1

El procedimiento para TA1 (tablero de aulas del nivel 1), fue el siguiente:

a-Valor nominal del breaker principal (I_n) =400 A (véase Anexo C, hoja de especificación técnica del tablero TA1).

b- I_{cc} =11 KA Valor de la tabla 4.17 obtenido aplicando el Método de Westinghouse. Con la I_n y la I_{cc} se busca el breaker adecuado entre los fabricantes. Del apéndice A se observó que el breaker tipo Li cumple con estas condiciones y de la curva de dicho breaker ubicada en el mismo apéndice se obtuvo el tiempo de respuesta del breaker principal de TA1.

Tabla 4.18 Coordinación de tiempos de disparos de los breakers involucrados para cortocircuito en la barra asociada a TA1.

COORDINACION PARA TA1

BPTA1(LI)	BSTP-TA1(Li)	BPTP	FAT(EN ALTA)
------------------	---------------------	-------------	---------------------

ICC(A)	11000.0			165.8 =ICC(A)(AT)
BREAKERS	400.0	450.0	2500.0	
ICC/IN	27.5	24.4	4.4	
T.DISP(SEG)	0.014	0.018	0.090	0.350

Fuente: El Autor 2008.

Nomenclatura usada:

BPTP=Breaker principal del tablero principal.

BPTA1=Breaker principal del tablero TA1.

BSTP-TA1= Breaker ubicado en el tablero principal y asociado al tablero TA1(ver diagrama unifilar)

FAT=Fusible AT

ICC(A)(AT)=Corriente de cortocircuito en alta tensión, relación (13800/208)

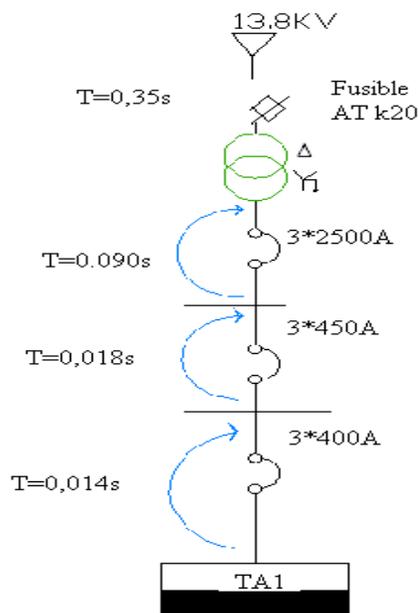


Figura 4.9:

Figura explicativa de la tabla 4.18

De manera igual se procedió para el resto de los tableros, información que se muestra en el anexo G correspondiente a la coordinación de protecciones de cada uno de los breaker considerados importantes para este diseño.

4.4.2 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:

Para realizar este sistema fue necesario conocer las características eléctricas del suelo, El valor de resistencia dado por la empresa contratista fue de:

$$\text{Resistencia del suelo} = 20 \Omega/m$$

Valor lógico debido a que es un suelo salino y con características en donde el nivel freático es elevado debido a que es una zona a nivel del mar.

La medida comercial es de 2,44 m y de 5/8 de diámetro, al usar el anexo H.1 se obtuvo

3 barra Copperweld de 5/8 de diámetro hincadas directamente al suelo. Dichas barras tendrán las siguientes características:

- 2,44 metros de longitud.
- Material de cobre. CU.

Según la tabla del anexo H.1 la Jabalina escogida presenta una resistencia de 4.2 Ω valor que se considera aceptable puesto que el estándar 602 de la IEEE, recomienda una resistencia menor a 5 Ω , para este tipo de instituciones.

4.4.2.1 Conductor de aterramiento:

Para dimensionar el calibre del conductor de puesta a tierra del transformador en el lado de baja se aplico la sección 250.66 de el código eléctrico nacional obteniéndose que el calibre mínimo del conductor del electrodo para la puesta a tierra

para este sistema de corriente alterna fue:
AWG- de cobre desnudo.

1 conductor calibre 3/0 –

Para unir el conductor con la barra se usan juntas las cuales por medio de un procedimiento con pólvora en su interior se funde el conductor con la junta produciéndose un punto de unión entre el conductor y la barra con baja resistencia y alta durabilidad.

- Caja de inspección:

Esta permite que la barra o la unión entre la jabalina y el conductor no queden expuestas a golpes u otros agentes, para observar más detalles ver el anexo H.3

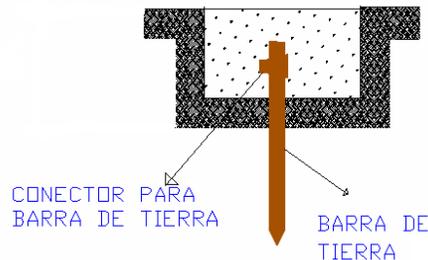


Figura 4.10:

Figura ilustrativa del sistema propuesto.

-Malla de puesta a tierra:

Usando la ecuación 3.16 se obtuvo que el conductor adecuado para formar la malla es 1/0 desnudo de cobre.

De la ecuación 3.17 y sabiendo que la resistencia del suelo es de 20 ohmios por metro la longitud fue de 10 metros es decir cuatro segmentos de 2,5 metros cada uno, formando así 9 cuadrículas.

CONCLUSIONES:

- Mediante la aplicación de las normas referentes a instalaciones eléctricas se logro establecer una estructura adecuada para el sistema eléctrico de la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA) en su sede de Nueva Esparta.
- Mediante el uso del software Dialux para la simulación de los sistemas de iluminación se pueden realizar planificaciones más acertadas del consumo de dichos sistemas además el tiempo de dicho trabajo se reduce.
- Con el uso del Dialux la planificación de los sistemas de iluminación es más rápida y acertada que mediante otros métodos aplicados en la antigüedad.
- Se determinó que mediante el software *AUTOCAD* se obtienen múltiples ventajas en la realización de planos, cálculos de áreas y otros factores importantes en el ámbito de la planimetría de un proyecto de esta índole.
- El Internet es una herramienta que permite al ingeniero electricista conocer la disponibilidad de equipos para cualquier proyecto o diseño que se realice así como alternativas para cualquier implementación.
- Si en la etapa de diseño de un proyecto se obtienen tableros con una demanda mayor de 25 KVA se deben usar tableros trifásicos a fin de que el interruptor principal resultante pueda conseguirse comercialmente ya que los interruptores de dos polos existen solo hasta 225 A, mientras que para los breaker tripolares existen gran variedad y altas capacidades.

- Con la ejecución de este diseño, las cargas servidas en la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA) ubicada en el estado Nueva Esparta contarán con un sistema eléctrico que permitirá su alimentación eléctrica de una manera segura, continua y confiable.

- En todo proyecto debe considerarse factores de reserva a fin de cubrir cualquier crecimiento en la carga y dar flexibilidad al diseño.

- Además de conocer las corrientes en condiciones normales, conocer las corrientes de falla dentro de una instalación eléctrica es de vital importancia para la selección adecuada de una protección garantizando así que dichas protecciones puedan estar preparadas para cualquier eventualidad o falla en el sistema eléctrico.

- Para ejecutar este tipo de diseños es de gran ayuda contar con experiencia en el área de ejecución en los mismos ya que eso permite que el diseñador pueda considerar los detalles de implementación y prever los mismos desde el momento inicial de diseño.

RECOMENDACIONES:

Estableciendo las consideraciones pertinentes a los hallazgos relevantes del estudio se estima conveniente recomendar:

- Para el cálculo de acometidas y subalimentadores al igual que la coordinación de protecciones de baja tensión se deben emplear los softwares disponibles en el mercado a fin de que sea un proceso más rápido y acertado.
- Usar U.P.S (fuente de potencia ininterrumpida) en los sistemas de computación del área de control de estudio a fin de garantizar un funcionamiento continuo de los sistemas de computación, este tipo de fuentes deben tener capacidad de sustentar eléctricamente a los equipos informáticos hasta que dichos equipos realicen los respaldos necesarios de la información que se halla estado usando en el momento.
- Debido a la ubicación del núcleo universitario se recomienda en un estudio posterior realizar un diseño para el sistema de protección contra descargas atmosféricas dicho estudio no se realizó ya que se encontraba fuera del alcance.
- Al dimensionar equipos de aire acondicionado es ventajoso buscar equipos con capacidad de refrigeración cuyo valor sea un mínimo común múltiplo de la capacidad requerida en los diferentes espacios ya que esto permitirá aumentar la cantidad de equipos de igual capacidad y si a su vez se compran

equipos del mismo tipo y marca esto disminuirá el almacén de repuestos y los costos de mantenimiento se reducirán.

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNEFA: <http://www.unefa.edu.ve/> (Consulta: Diciembre 2007)
- [2] MISIONES: <http://www.misionesbolivarianas.gob.ve/misiones/mision-sucre.html> (Consulta: Enero 2008)
- [3] CONAPREC (2000) “Confederación de Padres y Representantes de educación católica”. La educación que Venezuela necesita.
- [4] GOOGLE EARTH: <http://www.googleearth.com/> (Consulta: Enero 2008)
- [5] GALLART, María Antonia (2005). La formación para el trabajo en América Latina. Unidad de Desarrollo Industrial y Tecnológico de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial.
- [6] <http://www.ije.org.mx/2001b/tendencias01.pdf>
- [7] <http://www.ucla.edu.ve/dac/investigaci%F3n/compendium7/Caso%20Venezuela>
- [8] QUADRI, Nestor (2002) PROYECTO ELÉCTRICO EN EDIFICIOS. Argentina. Reglamento Asociación Electrotécnica
- [9] MATOS, Alexander Y Otros (2001) “Remodelación del sistema eléctrico de una institución de educativa. Santa fe de Bogotá, Colombia”
- [10] DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION ARQUITECTONICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, Artículo: Luminotecnia arquitectónica y urbana. <http://editorial.cda.ulpgc.es/> (Consulta Enero 2008)
- [11] DOBLAS Holgado Rafael, Instalación eléctrica e iluminación de un complejo deportivo. ETSE.
- [12] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (1968). Manual De Normas Y Criterios Para Proyectos E Instalaciones Eléctricas. Tomo III. Caracas. Editorial Arte Caracas.
- [13] MARTINEZ M, Artículo: Diseño de sistemas de puesta a tierra. <http://prof.usb.ve/mmlozano/docs/pat.pdf> (consulta febrero 2008)
- [14] ELASTIMOLD, Titulo: Conectores de alta tensión página http://www.tnb.com/util/docs/CA_S_full.pdf (Consulta Enero 2.008)

[15] ILUMINANCIA: <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html>.
(Consulta Febrero 2008)

[16] INSTALACION: <http://guia.mercadolibre.com.ar/consejos-comprar-instalar-un-aire-acondicionado-12758-VGP> (Consulta: Marzo 2008)

[17] POTENCIA FRIGORIFICA: www.aireacondicionadoweb.com (Consulta: Marzo 2008)

[18] AIRES ACONDICIONADOS: <http://guia.mercadolibre.com.ar/consejos-comprar-instalar-un-aire-acondicionado-12758-VGP> (Consulta: Marzo 2008)

[19] AIRES ACONDICIONADOS CARRIER: <http://www.carrier.es/> (Consulta: Marzo 2008).

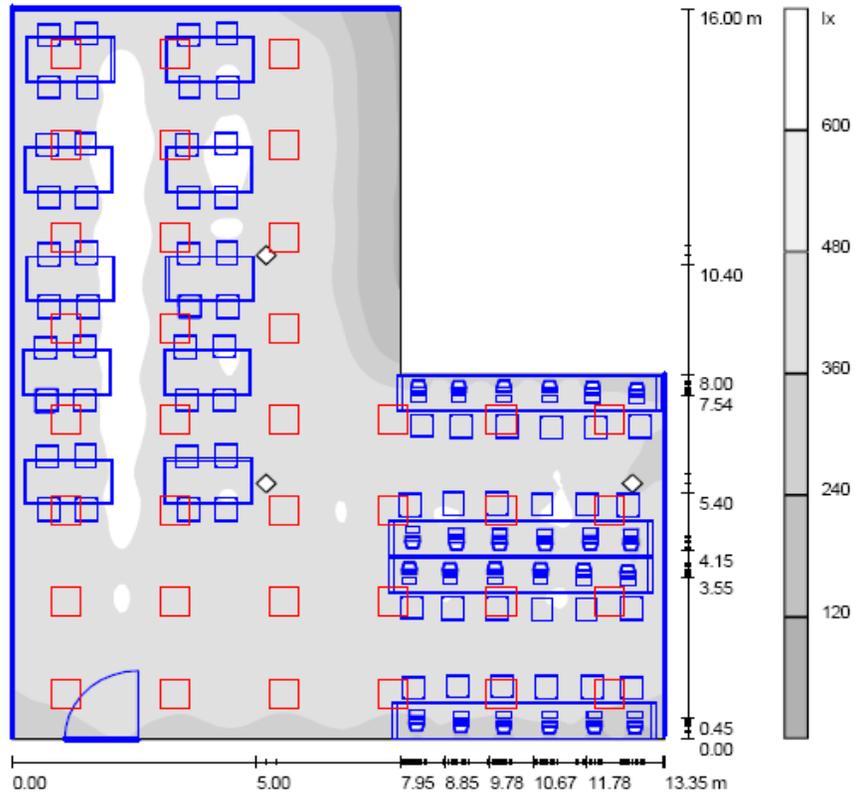
[20] CODELECTRA. Comité de electricidad de Venezuela (2004): CODIGO ELECTRICO NACIONAL (C.E.N) SEPTIMA EDICIÓN. CARACAS. VENEZUELA.



Anexo A.1

Presentación tridimensional de la biblioteca o salón de lectura

biblioteca / Escena de luz 1 / Plano útil / Gama de grises (E)



Escala 1 : 124

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
481

E_{min} [lx]
92

E_{max} [lx]
682

E_{min} / E_m
0.19

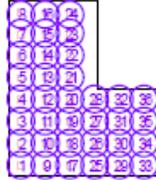
E_{min} / E_{max}
0.14

Anexo A.2

Diagrama de gama en grises para mostrar la iluminancia de la biblioteca.

biblioteca / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON C6
 4050 lm, 70 W, 1 x 3 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.112	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
2	1.112	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
3	1.112	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
4	1.112	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0
5	1.112	9.000	2.880	0.0	0.0	0.0
6	1.112	11.000	2.880	0.0	0.0	0.0
7	1.112	13.000	2.880	0.0	0.0	0.0
8	1.112	15.000	2.880	0.0	0.0	0.0
9	3.338	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
10	3.338	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
11	3.338	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
12	3.338	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0
13	3.338	9.000	2.880	0.0	0.0	0.0
14	3.338	11.000	2.880	0.0	0.0	0.0
15	3.338	13.000	2.880	0.0	0.0	0.0
16	3.338	15.000	2.880	0.0	0.0	0.0
17	5.563	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
18	5.563	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
19	5.563	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
20	5.563	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0
21	5.563	9.000	2.880	0.0	0.0	0.0
22	5.563	11.000	2.880	0.0	0.0	0.0
23	5.563	13.000	2.880	0.0	0.0	0.0
24	5.563	15.000	2.880	0.0	0.0	0.0
25	7.788	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
26	7.788	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
27	7.788	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
28	7.788	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0

Anexo A.3

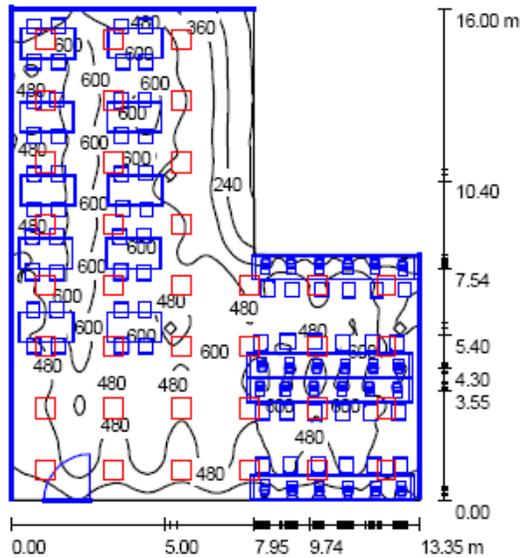
Ubicación de luminarias dentro del recinto

biblioteca / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	10.013	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
30	10.013	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
31	10.013	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
32	10.013	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0
33	12.238	1.000	2.880	0.0	0.0	0.0
34	12.238	3.000	2.880	0.0	0.0	0.0
35	12.238	5.000	2.880	0.0	0.0	0.0
36	12.238	7.000	2.880	0.0	0.0	0.0

Anexo A.3 (continuación)

Ubicación de luminarias dentro del recinto



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:202

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	481	92	682	0.19
Suelo	8	318	57	571	0.18
Techo	78	109	39	230	0.36
Paredes (6)	68	159	37	356	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

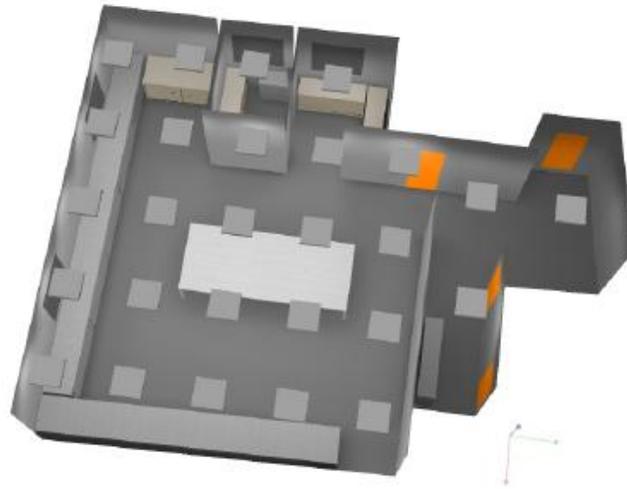
Luminarias-Lista de piezas

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	ϕ [lm]	P [W]
1	36	Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON C6 (1.000)	4050	70
			total: 145800	2520

Valor de eficiencia energética: $14.79 \text{ W/m}^2 = 3.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 170.40 m^2)

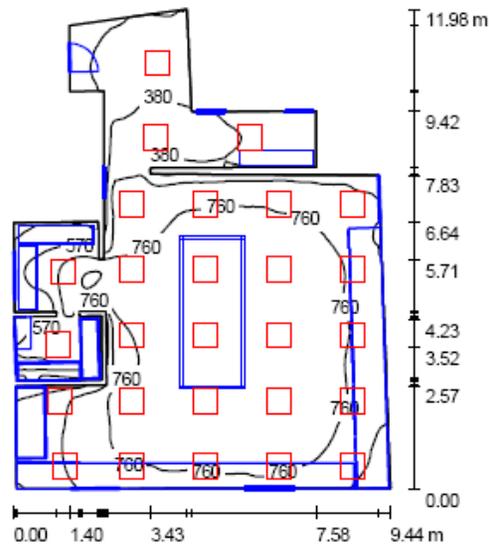
Anexo A.4

Resumen de resultados para la iluminación de la biblioteca.



Anexo A.5

Presentación tridimensional de la cocina



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:152

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	664	57	999	0.09
Suelo	20	406	1.85	819	0.00
Techo	70	183	33	308	0.18
Paredes (28)	50	263	8.51	1599	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

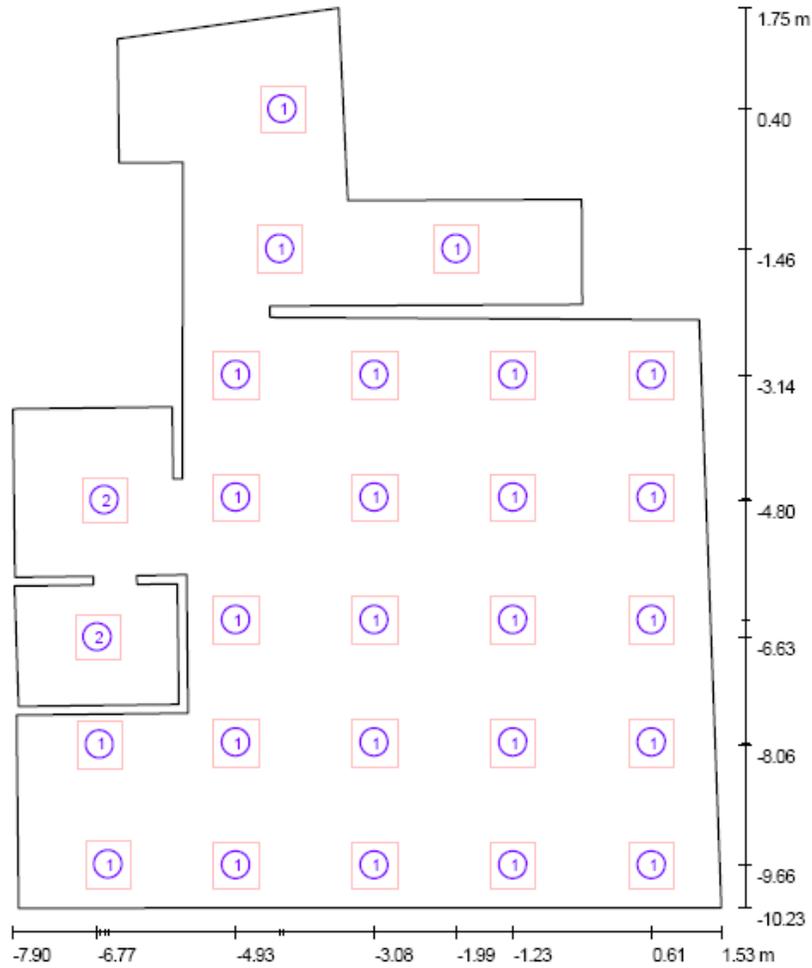
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	25	Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON C3 (1.000)	4050	70
2	2	Philips Indolight FBS360 3xPL-L36W/830 CON C6 (1.000)	8700	132
total:			118650	2014

Valor de eficiencia energética: 24.17 W/m² = 3.64 W/m²/100 lx (Base: 83.33 m²)

Anexo A.6

Resumen de la simulación de iluminación de la cocina principal.

Local 2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 81

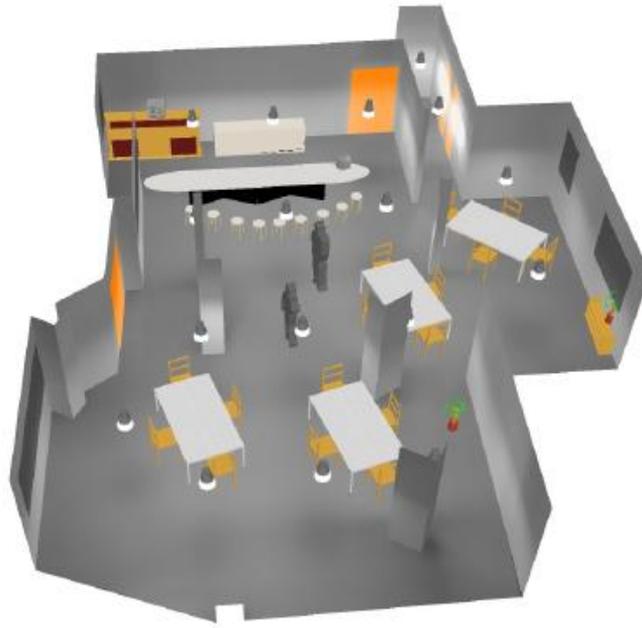
Luminarias-Lista de piezas

N°	Pieza	Designación	Φ [m]	P [W]
1	25	Philips IMPALA TBS160 3xTL-D18W/830 CON C3	4050	70
2	2	Philips Indolight FBS360 3xPL-L36W/830 CON C6	8700	132
			total: 118650	2014

Anexo A.7

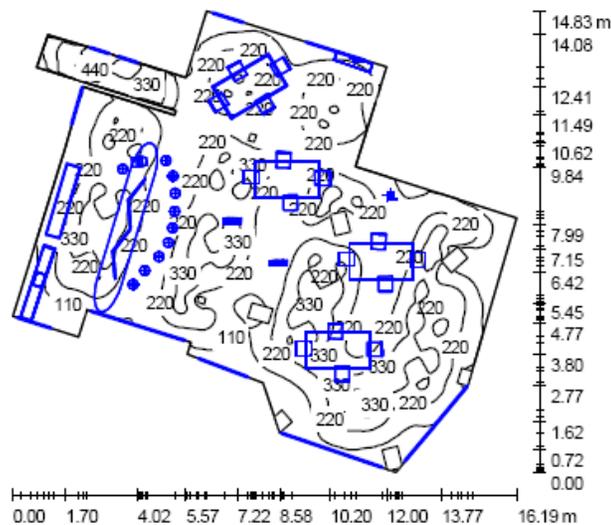
Ubicación de luminarias en la cocina principal

Local 1 / Rendering (procesado) en 3D



Anexo A.8

Presentación tridimensional del área de mesas en el restaurante para turistas



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:188

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	221	21	524	0.10
Suelo	20	187	26	301	0.14
Techo	70	51	27	98	0.53
Paredes (20)	50	115	30	1555	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

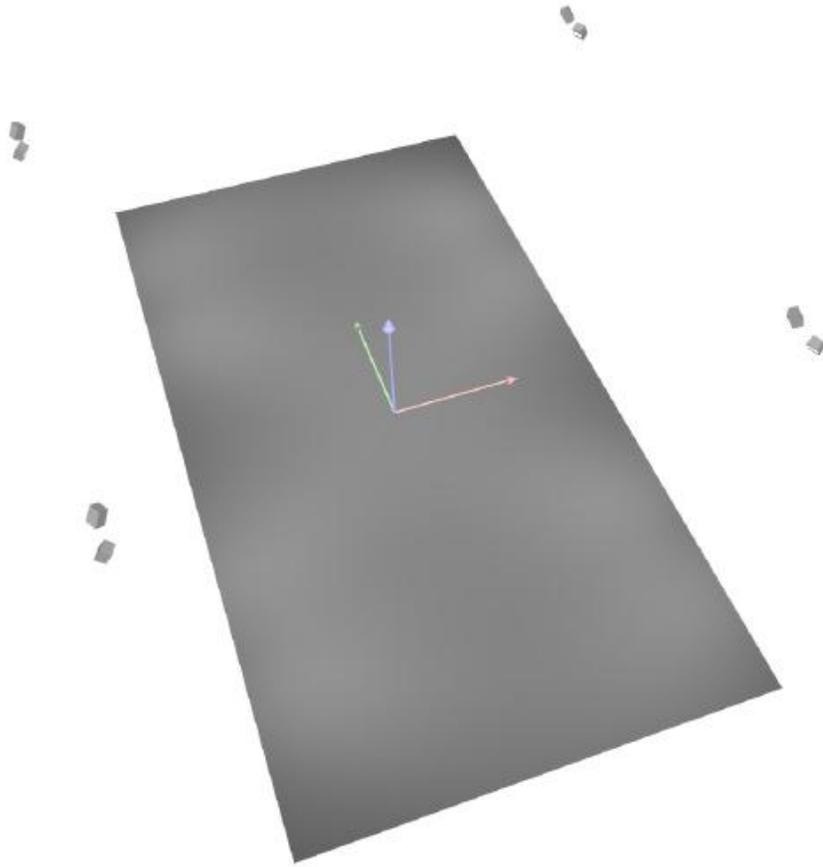
Luminarias-Lista de piezas

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	ϕ [lm]	P [W]
1	17	Philips Gamea FPK630 1xPL-T/4P42W/830 HF P-D315 (1.000)	3200	46
			total: 54400	782

Valor de eficiencia energética: $5.61 \text{ W/m}^2 = 2.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 139.37 m^2)

Anexo A.9

Hoja resumen de los resultados de la simulación para la iluminación en el área de mesas



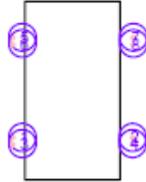
Anexo A.10

Presentación tridimensional de la cancha múltiple.

Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

Philips DIAMANT SNF300 1xSON-TPP250W CON /7

33200 lm, 276 W, 1 x 1 x SON-TPP250W (Factor de corrección 1.000).

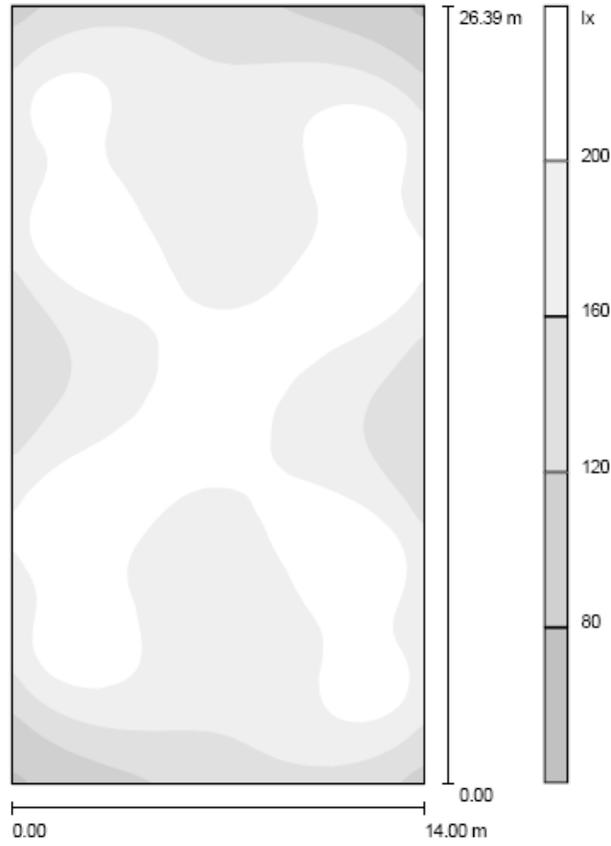


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-9.012	-6.960	8.000	0.0	-58.8	31.7
2	9.012	-6.960	8.000	0.0	-59.0	148.6
3	-9.012	-7.879	8.000	0.0	-57.8	-24.3
4	9.012	-7.879	8.000	0.0	-57.6	-155.5
5	-9.012	7.879	8.000	0.0	-58.0	25.2
6	-9.012	6.960	8.000	0.0	-58.6	-32.1
7	9.120	7.879	8.000	0.0	-57.7	154.9
8	9.120	6.960	8.000	0.0	-59.2	-148.9

Anexo A.11

Ubicación y dirección de reflectores de la cancha.

Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 205

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
186	76	232	0.41	0.33

Anexo A.12
Diagrama de iluminancia en la cancha múltiple.

Anexo B.1

Tercer y segundo piso.

Anexo B.2
Primer piso

Anexo B.3

Sótano

Anexo C.

Diseño de tableros



CABLES TELEFONICOS TIPO TDI

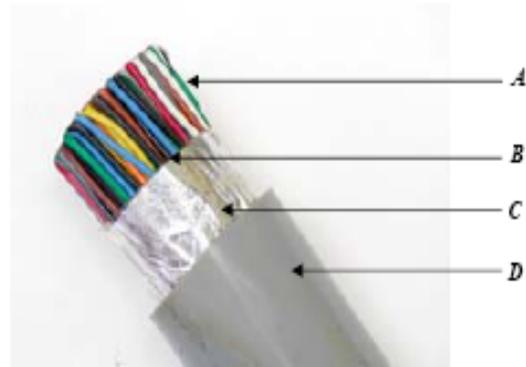
Conductores de cobre recocido sólido, calibre 24 AWG (0,5 mm), aislado con PVC para 75°C (espesor: 0,21 mm) y cableados en pares, cinta aluminizada en forma longitudinal, conductor neutro de cobre estañado, cinta transparente en forma helicoidal, hilo de nylon para abrir el cable y cubierta de PVC gris.

APLICACION

Distribución interior y de centrales telefónicas privadas, planta interna en general.
Voltaje de operación: 600 V

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- A. Conductor de cobre sólido
- B. Aislamiento de PVC
- C. Cinta Aluminizada, conductor neutro y cinta transparente
- D. Cubierta de PVC



Normas: UL 444 / IEC 189 / CANTV 3357-L

Nº de Pares	Espesor de la Cubierta (mm)	Ø Externo Aproximado (mm)	Peso Total Aproximado (kg/km)
1	0,70	4,00	17
2	0,70	4,50	23
3	0,70	5,55	30
4	0,70	5,35	37
5	0,90	6,35	48
6	0,90	6,70	56
7	0,90	7,05	63
8	0,90	7,40	69
10	1,00	8,15	85
12	1,00	8,70	97
15	1,10	9,70	121
16	1,10	9,95	127
20	1,10	10,75	158
25	1,10	11,75	190
30	1,30	13,00	228
35	1,30	13,75	263
40	1,30	14,50	290
50	1,60	16,40	370
60	1,60	17,55	431
75	1,60	19,20	529
80	1,60	19,70	554
100	1,80	21,65	691

Opciones:
Conductores calibre 24 AWG y 22 AWG

Anexo D.1

Hoja de datos para cables tipo TDI

Anexo D.2

Planos de voz y datos



CABLE MONOPOLAR XLPE 15 KV NT CON BLOQUEADOR DE HUMEDAD

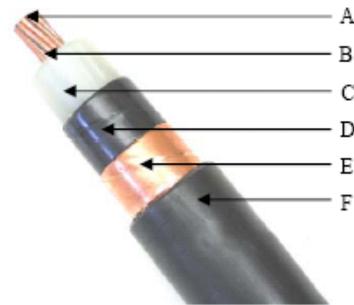
Cable Monopolar 15KV para ser instalado en conduits, ductos subterráneos, canales, escalerillas, líneas aéreas o enterrado directo.



FILE NUMBER E-167505

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- A. Conductor de cobre recocido o de aluminio EC, construcción concéntrica comprimido, relleno con bioquedador de humedad.
- B. Primer semiconductor de polietileno reticulado.
- C. Aislamiento de polietileno reticulado, temperatura de trabajo 90° C, retardante a las arborescencias.
- D. Segundo semiconductor de polietileno reticulado tipo "EASY STRIP".
- E. Pantalla de cinta de cobre, aplicada helicoidalmente.
- F. Cubierta externa de PE 75° C.



AEIC CS8-00 - ICEA S-97-682-2000
NEMA WC-74 / ICEA S-93-639 - UL 1072

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Temperatura máxima de funcionamiento continuo	90° C
Tensión máxima de trabajo	15000 V
Tensión de prueba hasta 1000 MCM	35 KVAC
> 1000 MCM	44 KVAC
Descargas parciales a la Tensión de Prueba	< 5 pC

Conductor Calibre (AWG / MCM)	Conductor Trenzado				Espesores (mm)		Peso Total Aprox. (kg/km)		φ Exter. (mm)	Ampacidad					
	Sección (mm ²)	N° de Hilos	φ de cada hilo (mm)	φ Trenzado (mm)	Aislam. Cubier.		Cu Al			Ener. Directo		En Ducto		Al Aire	
					Aislam.	Cubier.	Cu	Al		Cu	Al	Cu	Al		
2	33,63	7	2,474	7,42	4,45	2,03	785	572	24,00	222	173	172	135	225	176
2	33,63	19	1,50	7,30	4,45	2,03	778	566	23,85	222	173	172	135	225	176
1	42,41	19	1,69	8,20	4,45	2,03	888	619	24,75	253	197	196	153	259	202
1/0	53,48	19	1,89	9,20	4,45	2,03	1017	681	25,75	285	224	222	175	297	234
2/0	67,42	19	2,13	10,35	4,45	2,03	1185	758	26,90	323	254	251	198	341	269
3/0	85,03	19	2,39	11,60	4,45	2,03	1385	847	28,15	365	289	285	226	391	309
4/0	107,23	19	2,68	13,00	4,45	2,03	1630	954	29,55	412	328	323	257	449	356
250	127,64	37	2,09	14,20	4,45	2,03	1851	1051	30,75	451	359	354	283	499	396
300	152,00	37	2,29	15,55	4,45	2,03	2153	1192	32,50	495	396	390	313	556	443
350	177,35	37	2,47	16,80	4,45	2,03	2424	1306	33,75	536	430	423	341	609	487
500	253,35	37	2,95	20,05	4,45	2,03	3228	1633	37,00	641	520	510	415	751	607
750	380,00	61	2,82	24,65	4,45	2,03	4566	2163	41,60	771	637	625	518	938	770
1000	506,71	61	3,25	28,40	5,59	2,79	6022	2829	47,70	878	737	718	604	1101	918
1250	633,35	91	2,98	31,80	5,59	2,79	7525	3521	53,40	910	770	756	636	1157	950
1500	760,00	91	3,26	34,80	5,59	2,79	8806	4014	56,40	935	795	780	661	1193	975
1750	887,00	127	2,98	37,58	5,59	2,79	9887	4301	59,20	953	813	800	679	1223	993
2000	1013,0	127	3,19	40,23	5,59	2,79	11189	4785	61,85	965	825	815	691	1245	1005

Opciones:

- 1 Cubierta Externa de PVC
- 2 "Sun light Resistant" - "Cable Tray Use"
- 3 Pantalla de Alambres Concéntricos

APROBACION CIDET # 00982

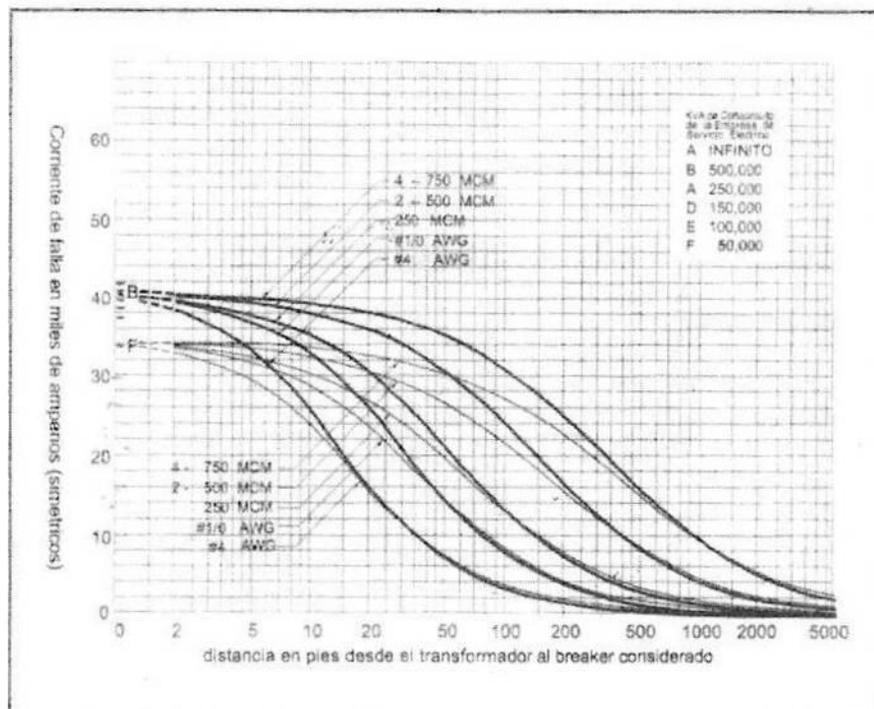
Los valores suministrados son aproximados y sujetos a cambios sin previo aviso.

HC046 / 04 / JULIO 05

Anexo E

Cable para la acometida en alta tensión.

Corriente de Falla en transformador de 750 KVA Impedancia 5.5% - 208 Volts.



Anexo F

Corriente de falla en transformador trifásico pad mounted de 750 KVA.

Anexo G

Resultados de la coordinación de protecciones

Nomenclatura usada:

BPTP=Breaker principal del tablero principal.

BPTA1=Breaker principal del tablero TA1.

BSTP-TA1= Breaker ubicado en el tablero principal y asociado al tablero TA1 (ver diagrama unifilar)

FAT=Fusible AT

NT=no tiene

COORDINACION PARA TSM

	BPTSM	BSTP-TSM(Fi)	BPTP	FAT
ICC(A)	22000.0			331.6 . = ICCAT(A)
BREAKERS	NT	175.0	2500.0	
ICC/IN		125.7	8.8	
T.DISP(SEG)		0.008	0.050	0.130

COORDINACION PARA TC

	BPTSM	BSTP-TSM(Fi)	BPTP	FAT
ICC(A)	28000.0			422.0 . = ICCAT(A)
BREAKERS	NT	175.0	2500.0	
ICC/IN		160.0	11.2	
T.DISP(SEG)		0.008	0.050	0.130

COORDINACION PARA TA2

	BPTA2(LI)	BSTP-TA2(Li)	BPTP	FAT(EN ALTA)
ICC(A)	8000.0			120.6 . = ICC(A)
BREAKERS	400.0	450.0	2500.0	
ICC/IN	20.0	17.8	3.2	
T.DISP(SEG)	0.020	0.038	0.110	0.460

COORDINACION PARA TL

BPTI(LI)	BSTP-TI(Li)	BPTP	FAT(EN ALTA)
----------	-------------	------	--------------

ICC(A)	8000.0			120.6	.= ICC(A)
BREAKERS	300.0	350.0	2500.0		
ICC/IN	26.7	22.9	3.2		
T.DISP(SEG)	0.017	0.025	0.110	0.460	

Anexo G

Resultados de la coordinación de protecciones

COORDINACION PARA TCE

	BPTCE(FI)	BSTP-TCE(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)	
ICC(A)	4000.0			60.3	.= ICC(A)
BREAKERS	150.0	175.0	2500.0		
ICC/IN	26.7	22.9	1.6		
T.DISP(SEG)	0.012	0.020	0.400	0.650	

COORDINACION PARA TS1

	BPTS1(FI)	BSTP-TS1(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)	
ICC(A)	8000.0			120.6	.= ICC(A)
BREAKERS	NT	125.0	2500.0		
ICC/IN		64.0	3.2		
T.DISP(SEG)		0.014	0.110	0.460	

COORDINACION PARA TS2

	BPTS2(FI)	BSTP-TS2(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)	
ICC(A)	6000.0			90.4	.= ICC(A)
BREAKERS	175.0	200.0	2500.0		
ICC/IN	34.3	30.0	2.4		
T.DISP(SEG)	0.010	0.014	0.190	0.590	

COORDINACION PARA TD

	BPTD(GI)	BSTP-TD(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)	
ICC(A)	2000.0			30.1	.= ICC(A)
BREAKERS	50.0	60.0	2500.0		
ICC/IN	40.0	33.3	0.8		
T.DISP(SEG)	0.008	0.010	ND	ND	

COORDINACION PARA TB

	BPTB(GI)	BSTP-TB(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)
ICC(A)	12000.0			180.9 .= ICC(A)
BREAKERS	NT	175.0	2500.0	
ICC/IN		68.6	4.8	
T.DISP(SEG)		0.075	0.100	0.210

COORDINACION PARA TAAOFCE

	BPTAA(GI)	BSTP-TAA(Fi)	BPTP	FAT(EN ALTA)
ICC(A)	4000.0			60.3 .= ICC(A)
BREAKERS	125.0	150.0	2500.0	
ICC/IN	32.0	26.7	1.6	
T.DISP(SEG)	0.056	0.075	0.320	0.490

COORDINACION PARA TRES

	BPTRES(FI)	BSTP-TAA(Li)	BPTP	FAT(EN ALTA)
ICC(A)	9000.0			135.7 .= ICC(A)
BREAKERS	250.0	300.0	2500.0	
ICC/IN	36.0	30.0	3.6	
T.DISP(SEG)	0.042	0.031	0.240	0.310

VALORES DE RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, OBTENIBLES CON UNA SOLA JABALINA "COPPERWELD", DE 5/8" DE DIAMETRO E HINCADO DIRECTO EN EL SUELO, CONSIDERANDO DISTINTOS LARGOS Y RESISTIVIDADES DEL SUELO. DE VARIARSE EL DIAMETRO LAS ALTERACIONES SERIAN DESPRECIABLES. LOS VALORES OBTENIDOS SON TEORICOS, YA QUE SE SUPONE AL SUELO COMO DE CONSTITUCION HOMOGENEA.

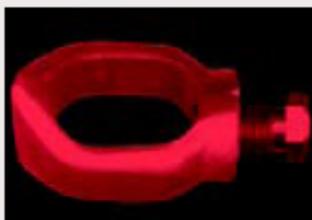
Largo Jabalinas (M)	Resistividad (Ohm. metro)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1.5	7.12	10.68	14.24	17.80	21.36	24.92	28.48	32.04	35.60	39.16
2.0	5.57	8.35	11.14	13.92	16.71	19.49	22.28	25.06	27.85	30.63
3.0	3.93	5.89	7.86	9.82	11.78	13.75	15.71	16.68	19.64	21.60
4.5	2.76	4.14	5.52	6.91	8.29	9.67	11.05	12.43	13.81	15.19
6.0	2.15	3.22	4.30	5.37	6.44	7.52	8.59	9.67	10.74	11.81

Anexo H.1

Resistencia de puesta a tierra de sistemas usando diferentes medidas de barras

Copperweld

// TOMACABLES CONDUWELD FACBSA
Tomacables tipo A (IRAM 2309-01)



Los tomacables en combinación con las jabalinas y cables de cobre o acero cobre ConduWeld, proveen una excelente conexión eléctrica de baja resistencia sin corrosión galvánica, ya que el contacto es cobre con cobre.

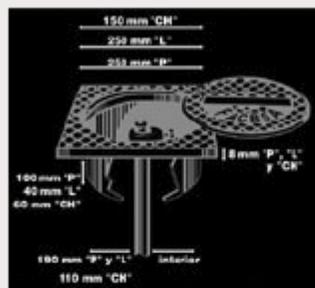
Los tomacables están hechos de latón con bulones roscados de latón que permiten lograr un contacto de alta presión entre la jabalina y el cable de puesta a tierra. Pueden ser fácilmente desconectados, permitiendo así medir en cualquier oportunidad la resistencia eléctrica de la puesta tierra.

Para Jab. de Diám. nominal	Para conectar con cables de una sección máx. de (mm ²)					
	16	25	35	50	95	120
9(3/8")	T1					
14(1/2")			T2		T22	
16(5/8")		T2			T22	T4
18(3/4")				T3		T4

Anexo H.2

Tabla para escoger la toma cable del sistema de puesta a tierra simple.

// CAJAS DE INSPECCIÓN



No deja la jabalina expuesta a los golpes ni a la vista, permitiendo la inspección periódica de la resistencia eléctrica de la puesta a tierra. Es por lo tanto considerada como el complemento ideal de una instalación bien realizada.

Anexo H.3

Caja de inspección y protección de la barra de puesta a tierra.

APENDICE A.1

Curvas de tiempo para breakers usados

Cutler-Hammer Type Gi 125A Molded Case Circuit Breakers
 Thermal/Magnetic Trip, Fixed Thermal-Fixed Magnetic
 Time-Current Curves for Coordination

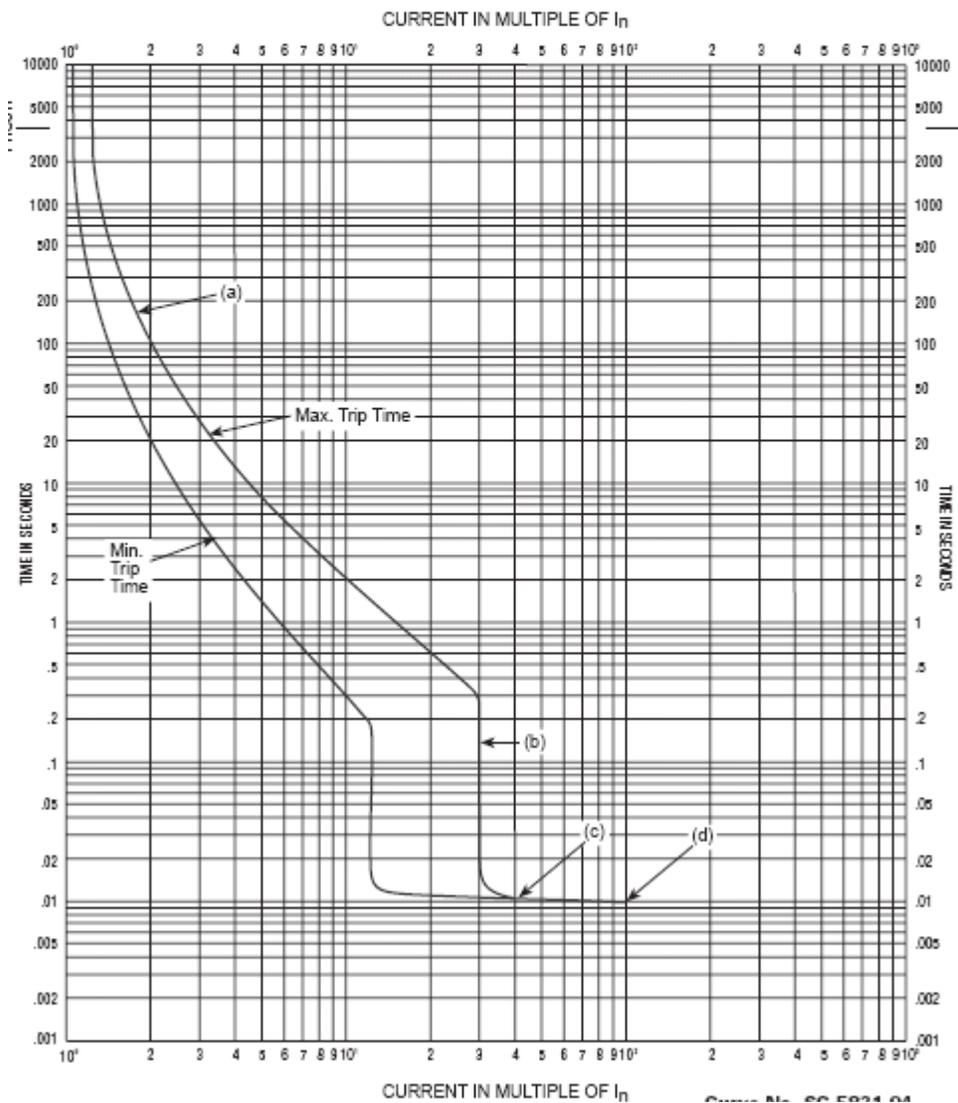
Application Dat:
29-167

Page :

Maximum AC Volts: 415 at 50/60 Hz Poles: 2 and 3

Breaker Rating	Instantaneous Trip Amperes	Interrupting Ratings (IEC 947-2) RMS Symmetrical Amperes (kA)		
Continuous Amperes		Volts	I_{cu}	I_{cs}
15-60	700-1500	220/240 AC	25	7
70-125	See Curve	380/415 AC	18	5

Notes:
 (a) Fixed Inverse-Time Overcurrent Release.
 (b) Fixed Electromagnetic Release.
 (c) Total Operation Time.
 (d) Interrupting Rating determines end of curve.



Cutler-Hammer Type Fi225A Molded Case Circuit Breakers
Thermal/Magnetic Trip, Fixed Thermal-Fixed Magnetic
Time-Current Curves for Coordination

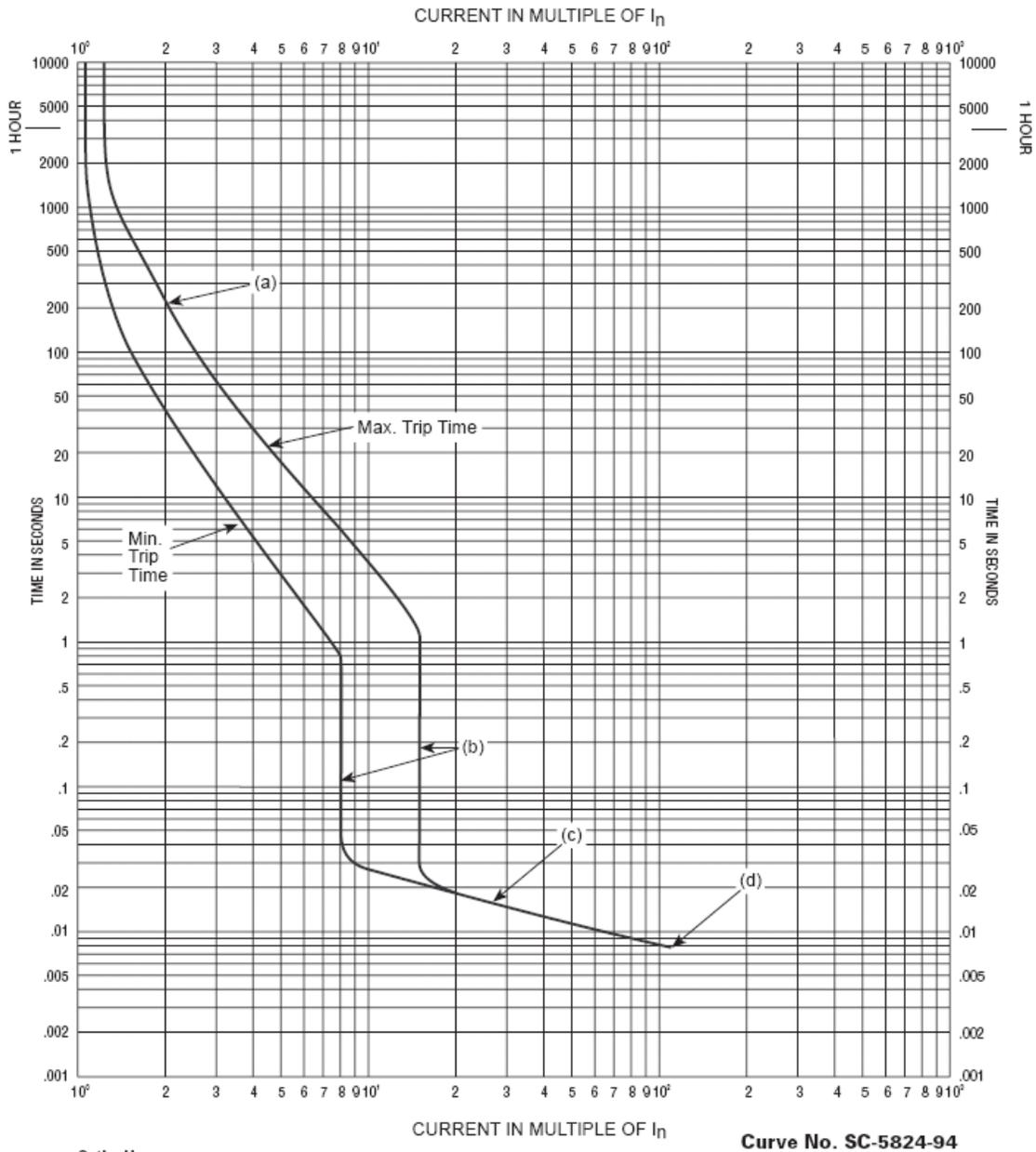
Application Data
29-167i

Page 5

Maximum AC Volts: 440 at 50/60 Hz Poles: 2 and 3
 Maximum DC Volts: 250

Breaker Rating Continuous Amperes	Instantaneous Trip Amperes	Interrupting Ratings (IEC 947-2) RMS Symmetrical Amperes (kA)	
		Volts	I_{CU} I_{CS}
175, 200, 225	See Curve	220/240 AC	35 18
		380/415 AC	25 13
		440 AC	20 10
		250 DC	10 5

Notes:
 (a) Fixed Inverse-Time Overcurrent Release.
 (b) Fixed Electromagnetic Release.
 (c) Total Operation Time.
 (d) Interrupting Rating determines end of curve.



Cutler-Hammer Type Ki400A Molded Case Circuit Breakers
Thermal/Magnetic Trip, Fixed Thermal-Fixed Magnetic
Time-Current Curves for Coordination

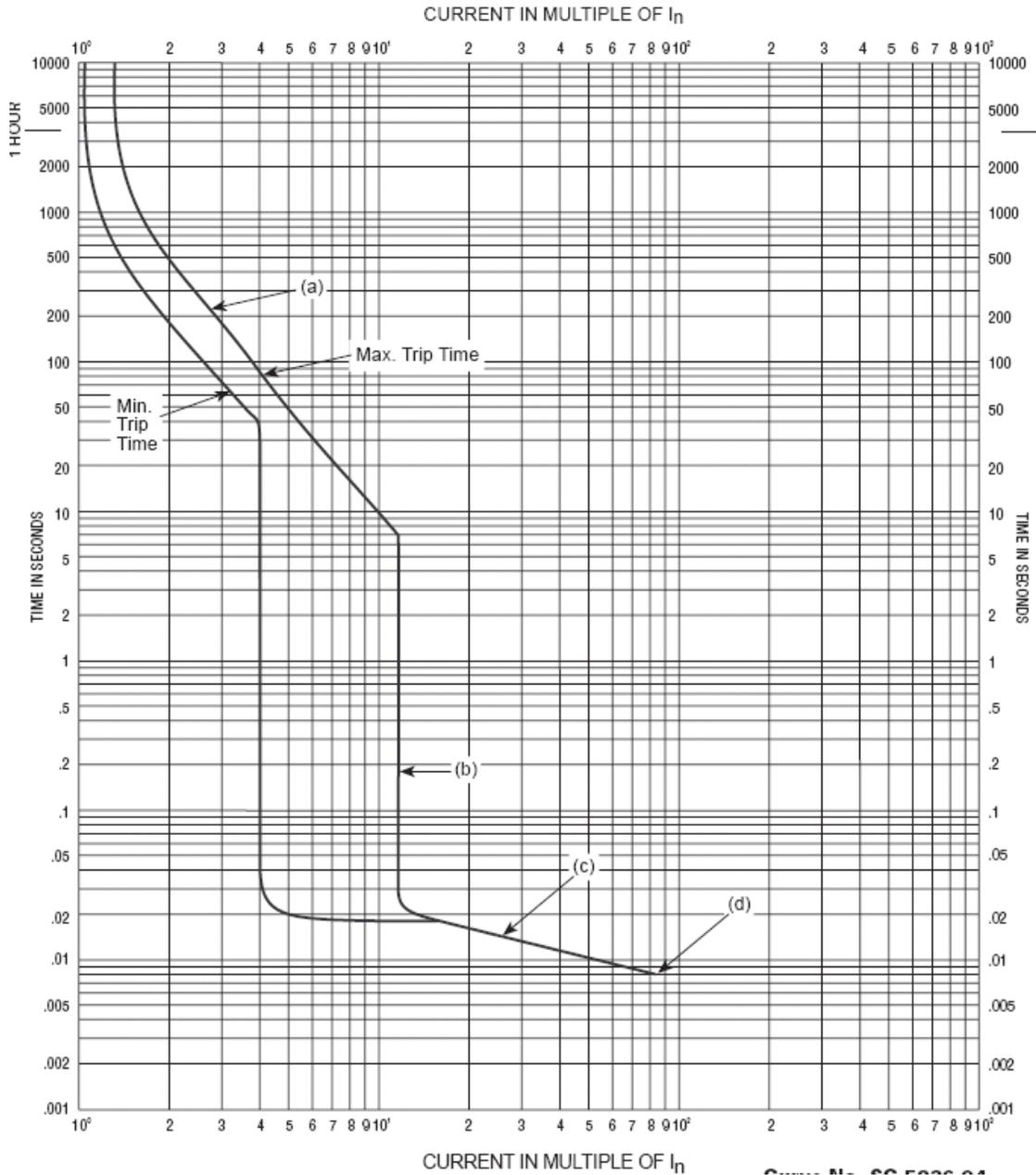
Application Data
29-167

Page 1

Maximum AC Volts: 440 at 50/60 Hz Poles: 3
 Maximum DC Volts: 250

Breaker Rating Continuous Amperes	Instantaneous Trip Amperes	Interrupting Ratings (IEC 947-2) RMS Symmetrical Amperes (kA)		
		Volts	I_{cu}	I_{cs}
300	1500-3000	220/240 AC	35	18
350	1750-3500	380/415 AC	25	13
400	2000-4000	440 AC	20	10
		250 DC	10	5

- Notes:**
 (a) Fixed Inverse-Time Overcurrent Release.
 (b) Adjustable Electromagnetic Release.
 (c) Total Operation Time.
 (d) Interrupting Rating determines end of curve.



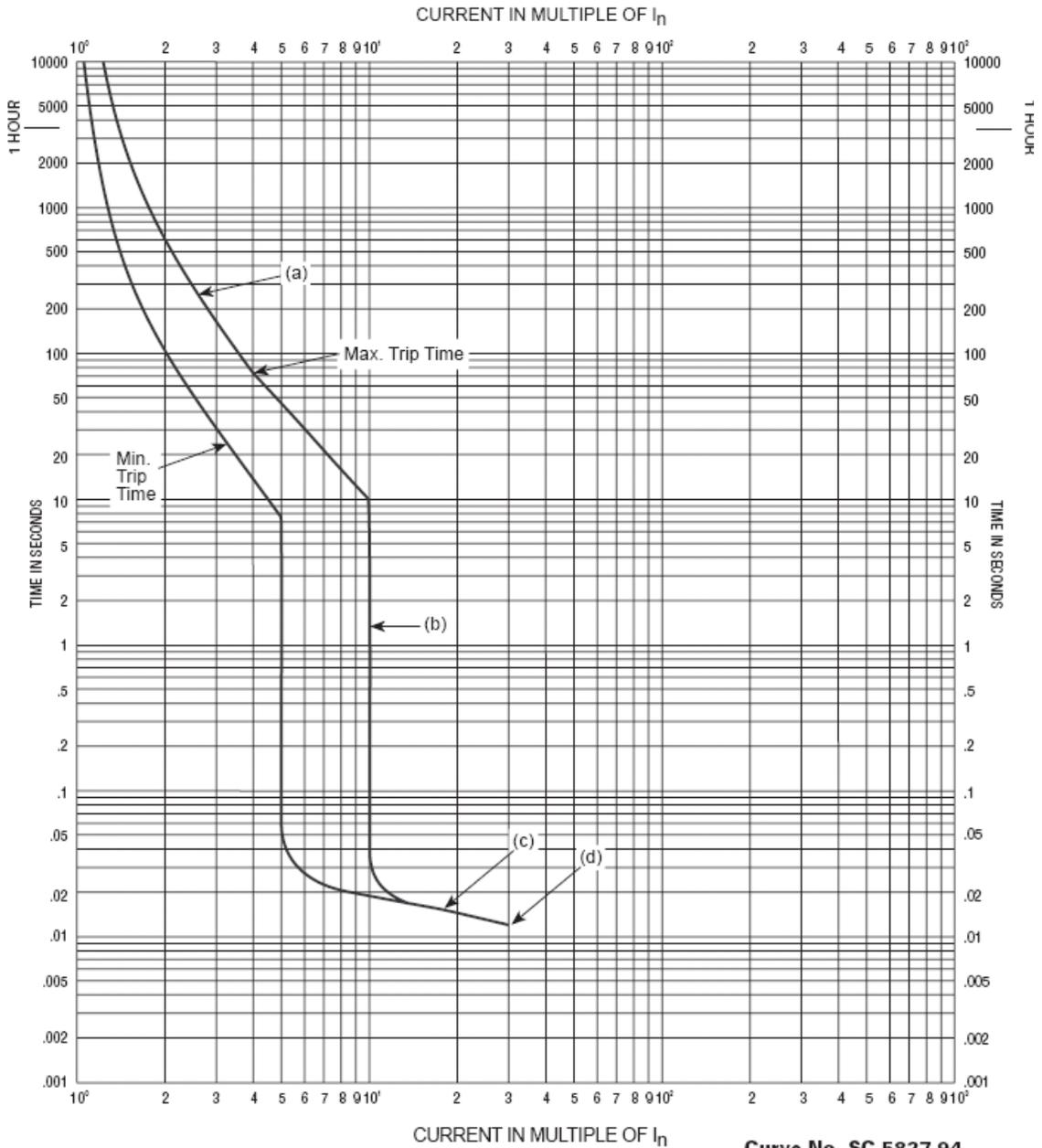
Cutler-Hammer Type Li630A Molded Case Circuit Breakers
 Thermal/Magnetic Trip, Fixed Thermal-Adjustable Magnetic
 Time-Current Curves for Coordination

Application Data
29-167i

Maximum AC Volts: 440 at 50/60 Hz Poles: 3
 Maximum DC Volts: 250

Breaker Rating		Interrupting Ratings (IEC 947-2)		
Continuous Amperes	Instantaneous Trip Amperes	RMS Symmetrical Amperes (kA)	I_{CU}	I_{CS}
500	2500-5000	220/240 AC	35	18
600	3000-6000	380/415 AC	25	13
630	3150-6300	440/480 AC	20	10
		250 DC	10	5

Notes:
 (a) Fixed Inverse-Time Overcurrent Release.
 (b) Adjustable Electromagnetic Release.
 (c) Total Operation Time.
 (d) Interrupting Rating determines end of curve.



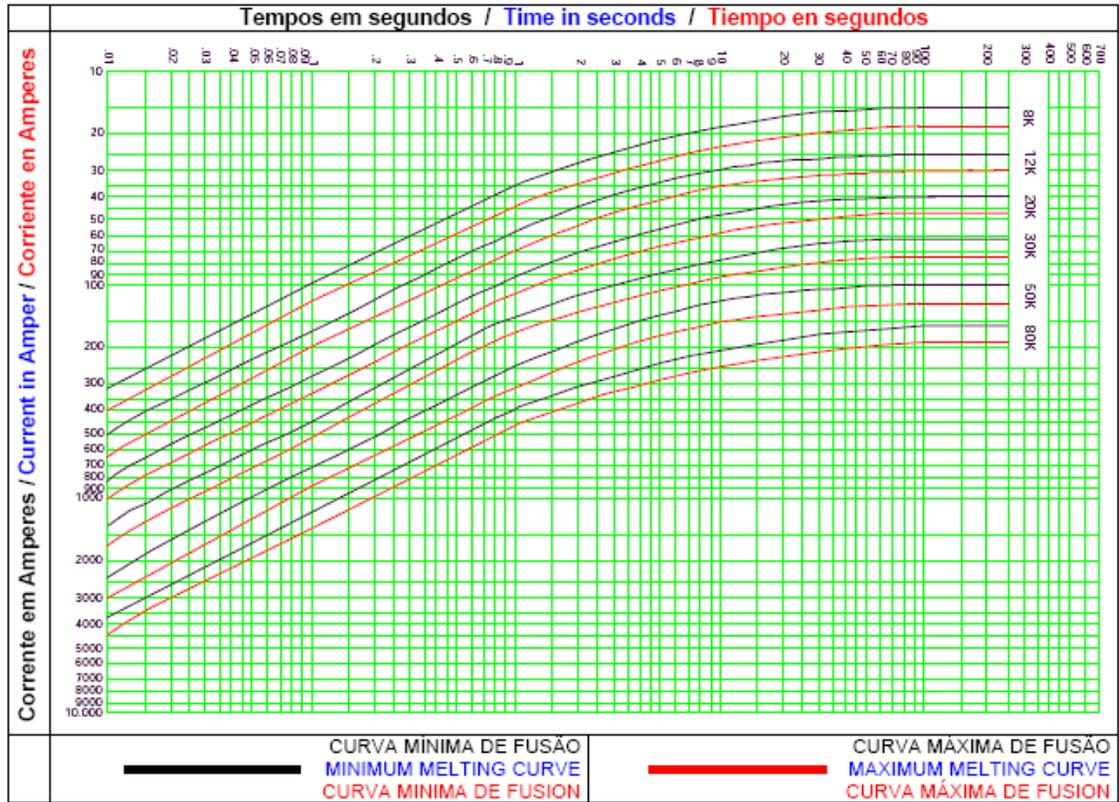
Cutler Hammer

Curve No. SC-5827-94

APENDICE A.2
Curvas de tiempo para fusibles tipo K

	FABRICA DE PEÇAS ELÉTRICAS DELMAR LTDA	Revisão / Revision / Revision R01
	CATALOGO TÉCNICO TECHNICAL CATALOG CATALAGO TÉCNICO	Data / Date / Fecha 07/08/2003
		Folha / Page / Hoja 10

8K - 12K - 20K - 30K - 50K - 80K



APENDICE B

Capacidades de corrente en (A) de conductores monoplares de cobre para baja tensión. Fuente CEN 2.004 tabla 310-16

TABLA 310-16.- Capacidades de corriente (A) permisibles de conductores aislados de 0 a 2000 Volt y 60 °C a 90 °C no más de tres conductores activos en una canalización, cables o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30° C.

CALIBRE	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR (VER TABLA 310-13)						SECCIÓN
	60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN- 2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	---	---	14	---	---	---	---
16	---	---	18	---	---	---	---
14	20*	20*	25*	---	---	---	---
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 30 °C, MULTIPLICAR LAS ANTERIORES CAPACIDADES DE CORRIENTE POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR ABAJO INDICADO						

APENDICE B.1

Especificaciones del cable THHN



CABLES THHN / THWN

Resistente a la Gasolina y Aceite II VW1 600V
Conductor de cobre recocido sólido (14-8 AWG) trenzado concéntrico comprimido Unilay (un solo sentido) clase "C" (14-2 AWG) y clase "B" (1 AWG - 1000 MCM). Aislamiento con PVC y sobrecapa de nylon, con excelentes propiedades térmicas y eléctricas con gran resistencia a la llama, a la humedad y a los agentes químicos.

APLICACION

Para cableado de edificaciones, circuitos de control y potencia, instalados en bandejas o ductos y adecuados para uso en sitios secos (90°C) o húmedos (75°C) expuestos a lubricantes, gasolina o aceite, Resistente al fuego (Ensayos VW-1 y escalera vertical)
Voltaje de operación: 600 V

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

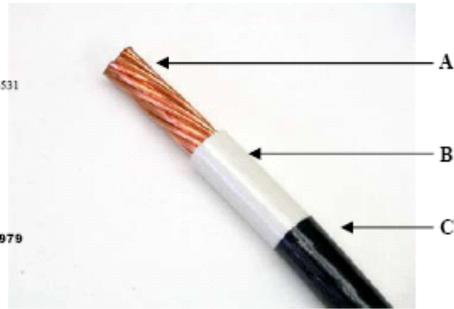
- A. Conductor de cobre sólido o trenzado
- B. Aislamiento de PVC
- C. Sobrecapa de Nylon



FILE NUMBER E 125531



CERTIFICACION 00979



UL 83 / UL 1581 / COVENIN 397

DATOS DEL CABLE

Calibre (AWG/ MCM)	Construcción		Ø Conduc. (mm)	Espesores (mm)		Ø Externo Aprox. (mm)	Peso Total Aprox. (kg/km)	Ampacidad (A) ③			Conductores x conduit ④		Embalaje Estándar (metros)
	Nº de Hilos	Ø de hilos (mm)		Aisl. (mm)	Sobrec. (mm)			THWN (75°C)	THHN (90°C)	MTW (90°C)	Ø conduit (Pulg)	Nº de Conduct.	
14	1	1.628	1.63	0.42	0.125	2.75	24	20	25	-	1/2	12	R153/C763
12	1	2.052	2.05	0.42	0.125	3.15	35	25	30	-	1/2	9	R153/C763
10	1	2.588	2.59	0.56	0.125	3.95	56	35	40	-	1/2	5	R153/C763
8	1	3.264	3.26	0.82	0.155	5.20	92	50	55	-	1/2	3	C153/305
14	13/6	0.405 / 0.297	1.81	0.42	0.125	2.90	25	20	25	15	1/2	12	R153/C763
12	13/6	0.511 / 0.373	2.28	0.42	0.125	3.40	37	25	30	20	1/2	9	R153/C763
10	13/6	0.643 / 0.470	2.87	0.56	0.125	4.25	59	35	40	30	1/2	5	R153/C763
8	13/6	0.810 / 0.594	3.62	0.82	0.155	5.55	96	50	55	40	3/4	3	C153/305
6	13/6	1.021 / 0.747	4.56	0.82	0.155	6.50	146	65	75	55	3/4	4	C153/305
4	13/6	1.288 / 0.942	5.75	1.10	0.175	8.30	234	85	95	70	1	4	C153/305
3	13/6	1.488 / 1.059	6.46	1.10	0.175	9.05	289	100	110	80	1	3	C153/305
2	13/6	1.626 / 1.189	7.26	1.10	0.175	9.85	358	115	130	95	1	3	C153/305
1	19	1.69	8.20	1.37	0.205	11.35	460	130	150	110	1 1/4	4	C153/305
1/0	19	1.89	9.20	1.37	0.205	12.35	566	150	170	125	1 1/4	4	C153/305
2/0	19	2.13	10.35	1.37	0.205	13.50	707	175	195	145	1 1/2	3	C153/305
3/0	19	2.39	11.60	1.37	0.205	14.75	878	200	225	165	1 1/2	3	C153/305
4/0	19	2.68	13.00	1.37	0.205	16.15	1091	230	260	195	2	4	C153/305
250	37	2.09	14.20	1.60	0.255	17.90	1294	255	290	215	2	3	C153/305
300	37	2.29	15.55	1.60	0.255	19.25	1539	285	320	240	2	3	C153/305
350	37	2.47	16.80	1.60	0.255	20.50	1778	310	350	260	2 1/2	4	C153/305
400	37	2.64	17.95	1.60	0.255	21.65	2020	335	380	280	2 1/2	4	C153/305
450	37	2.80	19.00	1.60	0.255	22.70	2261	355	405	-	3	4	C153/305
500	37	2.95	20.05	1.60	0.255	23.75	2500	380	430	320	3	5	C153/305
600	61	2.52	22.00	1.87	0.255	26.25	3009	420	475	355	3	4	C153/305
750	61	2.82	24.65	1.87	0.255	28.90	3737	475	535	400	3 1/2	4	C153/305
1000	61	3.25	28.40	1.87	0.255	32.65	4919	545	615	-	3 1/2	3	C153/305

R = Carrete plástico C = Carrete madera

Opciones: Cables contramarcados MTW a solicitud del cliente.

③ Ampacidad no más de 3 conductores en ductos o directamente enterrados con temperatura ambiente de 30 °C (86°F) Tabla 310-16 del National Electrical Code (NEC) (THHN-THWN) y Tabla 11 del Electrical Standard for Industrial Machinery NFPA 79-1994 (MTW)

④ Máximo número de conductores en tubería metálica, Tabla C del National Electrical Code

COLORES: Negro, Blanco, Rojo, Verde, Naranja, Azul, Gris, Amarillo, Marrón hasta el 1 AWG. Solamente negro para el 1/0 AWG y mayores.

Los datos suministrados son aproximados y sujetos a cambios sin previo aviso.

HC013 / 03 / FEB-05

APENDICE B.2

Especificaciones del cable THW Y TW



CABLES DE POTENCIA TW (60°C) Y THW (75°C)

Conductor de cobre recocido, sólido (14 - 3 AWG) o trenzado clase "B" (14 AWG-1000 MCM), aislado con compuesto de PVC de 60°C (TW) o 75°C (THW).



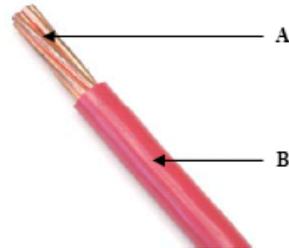
APLICACIÓN

Uso general en todos los campos de la construcción y la industria, en ambientes secos húmedos. Son la solución más económica para la instalación en bandejas, conduit o ductos.

Voltaje de operación: 600 V

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- A. Conductor de cobre sólido o trenzado
- B. Aislamiento de PVC



Normas: UL 83 / UL 1581 / COVENIN 397

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

TIPO	EXPUESTO AL ACEITE	AMBIENTE HUMEDO	AMBIENTE SECO
TW	60°C	60°C	60°C
THW	75°C	75°C	75°C
*MTW	60°C	60°C	90°C

- Solamente calibre 1/0 AWG y mayores.

Colores aislamiento: Negro, Blanco, Rojo, Verde, Azul, Amarillo, Gris, Marrón, Naranja. Solamente negro para 1/0 AWG y mayores.	Embalaje: Rollos de 100 metros hasta el 4/0 AWG. Carretes de 500 y 1000 metros para 250 MCM y mayores
--	--

DATOS DEL CABLE

Calibre AWG o MCM	Construcción		Ø del conductor (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Aprox. Externo (mm)	Peso total aprox. (Kg/Km)		Ampacidad (A)			Conductores en conduit	
	Nº de Hilos	Ø hilo (mm)				TW	THW	① TW (60°C)	THW (75°C)	MTW (90°C)	Ø conduit (pulg)	Nº de cond.
14	1	1,628	1,63	0,80	3,25	27	27	20	20	-	1/2	8
12	1	2,052	2,05	0,80	3,65	39	39	25	25	-	1/2	6
10	1	2,588	2,59	0,80	4,20	58	58	30	35	-	1/2	5
8	1	3,264	3,26	1,18	5,65	96	97	40	50	-	3/4	5
14	7	0,615	1,85	0,80	3,45	28	28	20	20	-	1/2	8
12	7	0,775	2,33	0,80	3,95	41	42	25	25	-	1/2	6
10	7	0,978	2,93	0,80	4,55	62	62	30	35	-	1/2	5
8	7	1,234	3,70	1,18	6,05	102	103	40	50	-	3/4	5
6	7	1,554	4,66	1,58	7,85	165	166	55	65	-	3/4	3
4	7	1,961	5,88	1,58	9,05	247	248	70	85	-	1	3
2	7	2,474	7,42	1,58	10,60	374	376	95	115	-	1 1/4	4
1/0	19	1,89	9,20	2,08	13,35	589	592	125	150	125	1 1/2	3
2/0	19	2,13	10,35	2,08	14,50	732	735	145	175	145	1 1/2	3
3/0	19	2,39	11,60	2,08	15,75	905	908	165	200	165	2	4
4/0	19	2,68	13,00	2,08	17,15	1120	1123	195	230	195	2	3
250	37	2,09	14,20	2,45	19,10	1335	1339	215	255	215	2	3
300	37	2,29	15,55	2,45	20,45	1582	1587	240	285	240	2 1/2	4
350	37	2,47	16,80	2,45	21,70	1824	1829	260	310	260	2 1/2	4
400	37	2,64	17,95	2,45	22,85	2068	2073	280	335	280	2 1/2	3
500	37	2,95	20,05	2,45	24,95	2552	2517	320	380	320	2 1/2	3
600	61	2,52	22,00	2,45	26,90	3035	3041	355	420	355	3	3
750	61	2,82	24,65	2,85	30,35	3814	3822	400	475	400	3	3
1000	61	3,25	28,40	2,85	34,10	5005	5015	455	545	455	3 1/2	3

① Ampacidad no más de 3 conductores en ductos a temperatura ambiente de 30°C (86°F). Según tabla 310-16 de National Electrical Code (TW y THW) y tabla 11 de Electrical Standard for Industrial Machinery - NF PA 79-1994 (MTW).

② Máximo números de conductores en tubería metálica. Tabla C1 del National Electrical Code.

Opciones: Cables contramarcados UL o MTW, a solicitud del cliente.

APENDICE C

Capacidades de corriente en (A) de conductores monopolares de cobre media tensión, aislados de a 15 KV.

TABLA 310-77.- Capacidad de corriente (A) permisible en tra cable monopolares de cobre en ductos eléctricos subterráneos (tres cables por ducto eléctrico), para una temperatura ambiente de 20 °C, cables instalados en los ductos como indica la figura 310-1, factor de carga del 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura del conductor de 90° C ó 105° C

CALIBRE DEL CONDUCTOR EN AWG / KCMIL	2001-50000 VOLT		5001-35000 VOLT	
	90° C	105° C	90° C	105° C
	TIPO MV-90	TIPO MV-105	TIPO MV-90	TIPO MV-105
Un circuito (Ver Figura 310-1, Detalle 1)				
8	64	69	---	---
6	85	92	90	97
4	110	120	115	125
2	145	155	155	165
1	170	180	175	185
1/0	195	210	200	215
2/0	220	235	230	245
3/0	250	270	260	275
4/0	290	310	295	315
250	320	345	325	345
350	385	415	390	415
500	470	505	465	500
750	585	630	565	610
1000	670	720	640	690
Tres circuitos (Ver Figura 310-1, Detalle 2)				
8	56	60	---	---
6	73	79	77	83
4	95	100	99	105
2	125	130	130	135
1	140	150	145	155
1/0	160	175	165	175
2/0	185	195	185	200
3/0	210	225	210	225
4/0	235	255	240	255
250	260	280	260	280
350	315	335	310	330
500	375	405	370	395
750	460	495	440	475
1000	525	565	495	535

APENDICE D

Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para canalizaciones y equipos.

Capacidad nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado del lado de la alimentación (A)	Cable de Cobre N°	Cable de Aluminio o de Aluminio recubierto de Cobre * N°
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 Kcmil
1600	4/0	350 Kcmil
2000	250 Kcmil	400 Kcmil
2500	350 Kcmil	600 Kcmil
3000	400 Kcmil	600 Kcmil
4000	500 Kcmil	800 Kcmil
5000	700 Kcmil	1200 Kcmil
6000	800 Kcmil	1200 Kcmil

* Véanse las restricciones de instalaciones señaladas en el Artículo 250-92(a).

APENDICE E

Tabla de conductores Iconel

Calibre del Conductor	Resistencia Ω/Km	R.Cos(Ω)	Reactancia Ω / Km	X.sen(\emptyset)	R.Cos(\emptyset)+X.Sen(\emptyset)	Kva x Km V%=1
2	0,6671	0,53368	0,1681	0,10086	0,63454	3.001,00
1/0	0,4196	0,33568	0,1549	0,09294	0,42862	4.443,00
2/0	0,3330	0,26640	0,1489	0,08534	0,35574	5.353,00
3/0	0,2643	0,21144	0,1452	0,08712	0,29856	6.378,61
4/0	0,1770	0,14160	0,1388	0,08328	0,22488	8.468,00

Para conductores monopolares de 15KV, conductor de cobre, nivel de aislamiento 100%, en ductos no magnéticos de 4", aislamiento XLPE. Temperatura máxima del conductor de 90°C. Fuente Iconel

APENDICE F

Capacidad de distribución en A.m, para conductores monopolares de cobre con aislante TTU sistema trifásico 208/120V, 60Hz y temperatura del conductor 75°C $\Delta V = 2\%$.

PARA DUCTOS MAGNETICOS						PARA DUCTOS NO MAGNETICOS					
AWG o MCM	$\Delta V = 2\%$					AWG o MCM	$\Delta V = 2\%$				
	COS θ						COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7		1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	226	236	249	278	317	14	226	236	249	278	317
12	359	375	394	439	498	12	359	375	394	440	500
10	571	593	622	687	780	10	571	594	623	694	786
8	908	934	975	1076	1207	8	908	937	981	1086	1223
6	1392	1417	1473	1616	1800	6	1444	1479	1541	1697	1898
4	2210	2216	2288	2481	2735	4	2294	2319	2403	2620	2904
2	3521	3448	3526	3762	4086	2	3653	3621	3720	4001	4377
1/0	5592	5246	5269	5470	5796	1/0	5797	5540	5606	5585	6300
2/0	6812	6267	6247	6411	6726	2/0	7317	6854	6879	7134	7557
3/0	8808	7702	7590	7665	7933	3/0	9231	8430	8377	8559	8949
4/0	10881	9408	9164	9095	9284	4/0	11650	10336	10161	10217	10545
250	12790	10759	10378	10163	10267	250	13714	11875	11572	11489	11742
300	13741	11450	11015	10740	10812	300	16438	13820	13326	13050	13179
350	15925	12873	12250	11781	11735	350	19048	15551	14842	14345	14337
400	18217	14279	13456	12770	12596	400	21818	17277	16338	15574	15414
500	22473	16538	15306	14186	13756	500	26966	20085	18633	17353	16878
600	24289	17539	16138	14852	14330	600	32432	22920	20961	19154	18391
700	27639	19206	17488	15893	15209	700	36923	25062	22663	20460	19480
750	28289	19566	17786	16149	15434	750	39344	26186	23576	21145	20050

APENDICE G

Máximo numero de conductores de igual calibre en tuberías, trabajos nuevos: tipos THW Y TTU.

AWG O MCM	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	5"	6"
14	5	10	16	40	65	143	-	-	-
12	4	8	13	32	53	117	202	-	-
10	4	6	11	26	43	95	163	257	-
8	1	4	6	15	25	56	96	152	219
6	1	2	4	10	16	36	62	97	141
4	1	1	3	7	12	27	46	73	106
2	1	1	1	5	9	20	34	54	78
1/0	-	1	1	3	5	12	21	33	48
2/0	-	1	1	3	4	10	18	28	41
3/0	-	-	1	2	4	9	15	24	35
4/0	-	-	1	1	3	7	13	20	29
250	-	-	-	1	2	6	10	16	23
300	-	-	-	1	2	5	9	14	20
350	-	-	-	1	1	4	8	12	18
400	-	-	-	1	1	4	7	11	16
500	-	-	-	1	1	3	6	9	14
600	-	-	-	1	1	3	5	7	11
700	-	-	-	-	1	2	4	7	10
750	-	-	-	-	1	2	4	6	9

APENDICE H

Transformador pad mounted de 750 KVA



GE Three-Phase Padmount Transformers

Typical Dimensions*						
Dimensions in Inches						
kVA	A	B	C	D	X	Typ. Weight
75	61	72	49	71	48	2965
112.5	61	72	49	71	48	3050
150	61	72	49	71	48	3250
225	61	72	49	71	48	3350
300	61	72	49	71	48	3800
500	65	72	49	71	48	4500
750	77	72	74	71	58	6200
1000	77	75	75	71	59	9400
1500	77	76	76	77	67	12200
2000	87	78	79	71	69	13200
2500	87	78	79	71	69	13800

*Typical Dimensions include aluminum windings, tap changer, loop feed, and bayonet fusing.