

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA EL SALÓN DE USO MÚLTIPLE DE LA UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ALEX DARIO GUIJARRO VITERI
ianwatkins1@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JORGE LOZA CEDEÑO
jloza@cec-eqn.edu.ec

Quito, Diciembre 2013

DECLARACIÓN

Yo, Alex Darío Guijarro Viteri, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alex Darío Guijarro Viteri

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Darío Guijarro Viteri, bajo mi supervisión.

Ing. Jorge Loza Cedeño

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi familia que siempre me ha brindado su apoyo.

DEDICATORIA

A mi familia.

Contenido

CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. TEATRO.....	1
1.2. ANTECEDENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL RUMIÑAHUI.....	1
1.3. OBJETIVOS DE DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	3
1.4. ASPECTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	3
1.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	5
1.5.1 TÉRMINOS COMUNMENTE USADOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	7
CAPÍTULO II	10
DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	10
2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE POTENCIA.....	10
2.1.1. POTENCIA ELÉCTRICA.....	10
2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA CARGA.....	12
2.2. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.	18
2.2.1. INTRODUCCIÓN.	18
2.2.2. MARCO TEÓRICO.	18
2.2.3. DISEÑO.	19
2.2.4. DIALUX 4.11.	20
2.2.5. SELECCIÓN DE LUMINARIAS.....	22
2.2.6. CÁLCULO DE LUMINARIAS	31
2.3. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA.....	33
2.3.1. INTRODUCCIÓN.	33
2.3.2. SISTEMA DE FUERZA.....	34
2.3.3. CÁLCULO DE ALIMENTADORES.....	35
2.3.4. ACOMETIDAS	46
2.3.5. SISTEMA DE GENERACIÓN DE EMERGENCIA.	50

2.4. DISTRIBUCIÓN DE DUCTOS Y BANDEJAS PORTACABLES.....	52
CAPÍTULO III	55
PROTECCIONES ELÉCTRICAS	55
3.1. INTRODUCCIÓN	55
3.2. FALLAS COMUNES EN SISTEMAS ELECTRICOS.....	55
3.2.1. FALLAS POR CORTOCIRCUITO.....	56
3.2.2. FALLAS POR SOBRECARGA.....	57
3.3. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA Y CORTOCIRCUITO.....	57
3.3.1. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.....	58
3.3.2. PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	59
3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES ELECTRICAS.....	60
3.4.1. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS.	61
3.4.2. PROTECCIONES DE CIRCUITOS.....	61
3.4.3. PROTECCIONES PRINCIPALES.....	64
3.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	66
3.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	67
3.6.1. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO.....	67
3.6.2. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	70
3.6.3. CÁLCULO DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.	74
3.6.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE MALLA.	74
CAPÍTULO IV	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
4.1. CONCLUSIONES.....	78
4.2. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXO N.º I.....	83
DIMENSIÓN DE TUBO CONDUIT Y ÁREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES	83
ANEXO N.º II.....	84
CALIBRE DE CONDUCTORES Y TIPOS DE AISLAMIENTO.....	84

ANEXO N.º III.....	85
CÓDIGO DE LA NEC: RESISTENCIA Y REACTANCIA PARA CABLES DE 600 VOLTIOS, TRIFÁSICOS, 60HZ, 75°C (167°F).....	85
ANEXO N.º IV	86
FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE MALLA A TIERRA DE ACUERDO AL TIPO DE CONFIGURACIÓN DE LOS ELECTRODOS (IEEE 80-1986).....	86
ANEXO N.º V	87
CÓDIGO DE LA NEC PARA DETERMINAR EL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE TIERRA.....	87
ANEXO N.º VI	88
CAÍDAS DE VOLTAJE Y CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA.....	88
CAÍDAS DE VOLTAJE Y CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.....	89
ANEXO N.º VII	90
CUADROS DE CARGA.....	90
CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO GENERAL (TEGT).....	90
CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO NORMAL (TEN-T).....	92
CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN (SUMA-T).....	94
CUADRO DE CARGA SUBTABLERO ELÉCTRICO DE FUERZA (SUMT-T).....	95
CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO DE EMERGENCIA (TEEm-T)	96
ANEXO N.º VIII	97
DEMANDA TOTAL DE POTENCIA EN KVA.....	97
ANEXO N.º IX	98
HOJAS DE RESULTADOS DIALUX.....	98
ANEXO N.º X	111
PLANOS ELÉCTRICOS.....	111

RESUMEN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, tiene en su Misión, el ayudar y cooperar en todo tipo de mejoras, para la comunidad y habitantes del Cantón.

Dentro de los límites de este Cantón Rumiñahui, está situada la UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL RUMIÑAHUI, que anteriormente era de carácter Municipal; en la actualidad con las reestructuraciones, es una Unidad Educativa Fiscal.

Esta Unidad Educativa, en fechas anteriores, ha solicitado al I. Municipio colabore complementado y organizando, los estudios y diseños de los Sistemas Eléctricos, con el fin de contar con estudios completos, para en lo posterior o de contar con recursos económicos, implementar obras para la Unidad Educativa.

Por lo expuesto, el I. Municipio, ha considerado dar trámite este pedido de la Unidad Educativa, y parte de este pedido es el presente trabajo.

La “UNIDAD EDUCATIVA RUMIÑAHUI”, arquitectónicamente, ha crecido de una manera periódica; esto es casi sin regirse a un proyecto o plan masa total. Durante el tiempo de existencia de esta Unidad, se han incrementado diversas áreas, así es del caso existen pequeñas construcciones de estructura metálica, calificadas de provisionales.

En la actualidad, en base a los planos proporcionados por la oficina de Planificación del I. Municipio de Rumiñahui, se ha podido organizar la documentación; y con estos planos se tiene, una implantación en la cual está proyectado el SALÓN DE USO MÚLTIPLE de la Unidad Educativa.

Este proyecto aporta con el diseño en lo que compete a todo lo que es la parte eléctrica para el salón de uso múltiple de la unidad educativa municipal del cantón Rumiñahui, el cual está reflejado en el presente trabajo, ofreciendo una visión clara de todas las fases del proyecto para ello se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Generalidades. En este capítulo se presentan algunos conceptos básicos para un diseño eléctrico, requerimientos, normas y recomendaciones así mismo también se presenta todo lo relacionado a la Unidad Educativa Municipal, sus antecedentes.

El Capítulo II: Diseño del sistema eléctrico. Se describe todas las fases de diseño, así como los cálculos para la demanda de potencia e iluminación y fuerza, trazo de ductería y cálculo de alimentadores y acometidas.

El Capítulo III: Diseño del sistema de protecciones eléctricas. Describe el cálculo de las protecciones eléctricas, y nos da un enfoque del sistema de puestas a tierra.

El Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones. Se especifican las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de haber concluido el diseño para comprobar el correcto funcionamiento del Salón de uso múltiple de la Unidad Educativa Municipal.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Unidad Educativa Municipal del Cantón Rumiñahui ha iniciado procesos de ampliación de sus instalaciones, es así como desde hace más de un año atrás, el Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, con su gobierno de turno, ha decidido realizar un proyecto de inversión social con la creación de un salón de uso múltiple para la Unidad Educativa.

La modernización de la Unidad Educativa tiene mucho que ver con el desarrollo progresivo que se ve reflejado en diversas áreas de la parte educativa, es así como este proyecto se hace viable para que así los estudiantes estén capacitados para afrontar una excelente competencia académica.

En la actualidad, solo se tiene el diseño de la parte civil y arquitectónica plasmado en planos respectivamente; dejando aparte el diseño del sistema eléctrico integral; razón por la cual, con este proyecto se aportó con un diseño previo del sistema eléctrico para su posterior implementación.

El diseño eléctrico fue realizado bajo normas y estándares el cual cumple con los requerimientos técnicos y ambientales especificados por la Empresa Eléctrica Quito S.A. necesarios para el correcto y eficiente funcionamiento del Salón de Uso Múltiple.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. TEATRO

El Teatro forma parte de los espacios urbanos y está ideado para las representaciones dramáticas, líricas u otros espectáculos propios de la escena. El término teatro procede del griego theatrón, que puede traducirse como el espacio o el sitio para la contemplación. Nació en Grecia y constaba principalmente de las gradas o espacios para los espectadores y el escenario.¹

1.2. ANTECEDENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL RUMIÑAHUI.

El cantón Rumiñahui hoy convertido en una ciudad comercial y turística con 72 años de cantonización, situado al sur oriente de la ciudad de Quito, el cual está conformado por cinco parroquias entre ellas: San Rafael, San Pedro de Taboada, Sangolquí, Cotogchoa, y Rumipamba.

En los últimos años Sangolquí ha crecido poblacionalmente, para lo cual ha sido necesario crear un plantel educativo para el desarrollo de las personas.

La Unidad Educativa Municipal del Cantón Rumiñahui creada en Agosto del 2005 mediante ordenanza municipal 024-2005 ubicada en el Barrio Mushuñan del Cantón Rumiñahui Parroquia Sangolquí inicia sus servicios educativos con 60 estudiantes distribuidos en tres aulas, una oficina para docentes, áreas verdes, servicios higiénicos y una cancha de uso múltiple, conforme a la demanda en los siguientes años lectivos el plantel fue creciendo tanto en alumnado como en infraestructura.

En la actualidad el Plantel Municipal ya cuenta con 600 estudiantes y con grados de Primero a Sexto de Básica, con proyecto de extenderse hasta Decimo de básica, para lo cual cuenta con una infraestructura adecuada con servicios necesarios como son: aulas de grado, canchas deportivas, centro de cómputo,

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Teatro>

áreas administrativas, un bar cafetería, una bodega, un patio de recreo, una vivienda para el conserje y los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, servicio eléctrico y teléfono.

Hoy por hoy, la Unidad Educativa Municipal ubicada en el cantón Rumiñahui no cuenta con un salón de uso múltiple lo que impide que se puedan realizar actividades extraescolares como actos culturales y artísticos que fomenten el desarrollo intelectual y social de los alumnos y de la comunidad aledaña, por tal motivo el Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, con su gobierno de turno, ha decidido realizar un proyecto de inversión social con la creación de una obra tan importante como sería la construcción de un salón de uso múltiple para la unidad educativa, así como para el cantón donde se ubica la mencionada unidad educativa; con la finalidad de realizar eventos de índole artísticos y culturales, principalmente.

Estructura: La estructura del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal del Cantón Rumiñahui, si bien será una edificación donde se realizara eventos artísticos y culturales está constituida por:

- Espacio escénico.
- Camerinos
- Talleres y secciones técnicas.
- Sala.
- Servicios higiénicos.

Espacio escénico: Es el espacio destinado a la representación del acto artístico, el cual está en un plano elevado frente a los espectadores.

Camerinos: Son los cuartos privados los cuales están destinados para la vestimenta y preparación de los artistas.

Talleres y secciones técnicas: Son los espacios donde van a ir los tableros de control, electricidad, sonido, utilería, etc.

Sala: la sala es el espacio situado frente al escenario, situado en la parte baja, con respecto al escenario en el cual se alojan las butacas, en la cual los sillones o

butacas se reparten en filas separadas por un pasillo central y enmarcado por dos pasillos laterales.

Servicios higiénicos: Espacio destinado para las necesidades del público.

1.3. OBJETIVOS DE DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El presente trabajo, tiene como objetivo, aportar con el diseño del sistema eléctrico en el que constará como elemento principal, el cálculo de la demanda de potencia bajo normas de diseño, un sistema de protecciones termo-magnéticas y un sistema de puesta a tierra, utilizando métodos y formas para economizar energía.

Con este diseño se va a obtener mejores resultados en la parte de demanda de potencia, diseño los circuitos de iluminación y fuerza. Un dimensionamiento correcto de las protecciones eléctricas, alimentadores y acometidas. Ubicación de ductos y tubería que permitan transportar ordenadamente los conductores.

En cuanto a la parte económica se pretende conseguir un ahorro, evitando un sobre dimensionamiento desmedido que incrementaría los costos de implementación, además de utilizar dispositivos con tecnología que permitan mantener una eficiencia energética en su régimen de consumo continuo.

1.4. ASPECTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.

ASPECTOS GENERALES.

El trabajo consiste en hacer el estudio de carga del SALÓN DE USO MÚLTIPLE de la Unidad Educativa Rumiñahui, aportando un trazado de los diversos recorridos de alimentadores y sub alimentadores eléctricos, un diseño de tableros, dimensionamiento de una cámara de transformación y generación, con el fin de tener una planificación global integral, del sistema eléctrico.

Para este trabajo, era necesario recolectar toda la información de planos y estudios arquitectónicos y civiles.

Para la recolección de la información del SALÓN DE USO MÚLTIPLE de la UNIDAD EDUCATIVA RUMIÑAHUI, se coordinó y se recibió la información de planos existentes en el I. Municipio de Rumiñahui, en el Departamento de Obras Públicas Municipales.

Sistema Eléctrico: Un sistema eléctrico es el conjunto de elementos destinados a suplir con una demanda eléctrica. El diseño del sistema eléctrico permite establecer los parámetros que en función de los antecedentes del proyecto y de los criterios técnicos y económicos aplicables al caso específico determinan, en forma preliminar, valores límites, rangos de capacidades de los equipos, dimensiones mínimas de los componentes, disposiciones a considerar, etc., dentro de los cuales se analizarán alternativas y se desarrollarán los cálculos para la selección definitiva de la configuración de la red, localización, dimensiones y capacidades de sus elementos.

Seguridad: Desde el punto de vista de la seguridad, los locales especiales tienen precisamente que presentar una confiabilidad en lo que respecta a las instalaciones eléctricas, la misma que debe ser máxima y de acuerdo a la importancia y características del local.

REQUERIMIENTOS PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.

El diseño de sistema de Iluminación interior, tomacorrientes, salidas especiales, alimentadores, tableros y subtableros eléctricos, recorridos, ductos, canalizaciones, cámara de transformación y mallas de tierra.

Se han considerado los sistemas de suministro de energía eléctrica normal, cuando la energía eléctrica sea suministrada por la Empresa Eléctrica Quito; en caso de falla de este suministro por parte de la Empresa Eléctrica, se suministrará energía, usando un motor-generador o grupo electrógeno de emergencia, el que estará hábil para aceptar la demanda total eléctrica (al igual que el transformador).

Para cumplir con los objetivos planteados se realizó los diferentes estudios los cuales nos ayudaron a definir las directrices para el diseño eléctrico del Salón de

Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal del Cantón Rumiñahui en el cual los trabajos eléctricos a realizar se resumen en:

- Estudio, análisis de carga y demanda eléctrica.
- Diseño y recorrido de alimentadores.
- Diseño de tableros generales.
- Sistema de protecciones.
- Sistema de puestas a tierra.
- Circuitos de iluminación.
- Circuitos de fuerza.
- Diseño de acometidas.
- Sistemas de distribución.
- Diseño de ductería.
- Recolección de planos eléctricos.
- Diagramas unifilares
- Circuitos de alimentación.
- Sistemas de emergencia.

1.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.

El permanente avance de nuevas tecnologías ha dado como resultado grandes cambios en el diseño e implementación de redes eléctricas, es así que el estudio y dimensionamiento de los sistemas eléctricos han evolucionado de igual manera a tal punto que existen normas y estándares establecidos, además de métodos para economizar energía, lo cual es esencial a la hora de diseño.

A continuación presentamos algunas de las normas y recomendaciones en las que nos regiremos para este diseño eléctrico, el objetivo de estas normas es el de orientar a profesionales independientes y a firmas especializadas en diseño y/o construcción de sistemas eléctricos en el cumplimiento de los requisitos previos y concurrentes de la gestión administrativa y técnica de las diferentes etapas de realización de los proyectos.

Acometidas: Las acometidas para locales especiales como edificaciones que se usen para exhibiciones teatrales serán de acuerdo a la carga instalada, considerando un margen de reserva para instalaciones futuras, esta deberá ser independiente y en el caso de necesitar un transformador, este deberá estar aislado en un su respectivo cuarto.

Canalización: La canalización eléctrica está destinada para contener los conductores de manera que estén protegidos deberá ser en tubería metálica y empotrada en el lugar adecuado.

Aislamiento de conductores: Con el fin de proteger en lo posible los conductores de deterioro mecánico, contaminación y a su vez se proteja la instalación contra incendios por los arcos que se puedan presentar durante un corto circuito, es recomendable trabajar con conductores cuyo aislamiento pueda resistir temperaturas no menores a los 120°C.

Tableros de Distribución: Estos deberán ser correctamente instalados con la máxima seguridad en lugares secos manteniendo las partes vivas aisladas de humedad o cualquier agente externo que pueda causar daños dentro del mismo tablero o en la instalación en general.

Tableros Secundarios: Deberán existir necesariamente para la correcta distribución seccionalizada de la energía.

Control y protección sobrecorrientes: Deberán instalarse los medios necesarios para el control y protección individual contra sobrecorrientes para cada circuito derivado que alimente tomacorrientes.

Reductores de intensidad luminosa: Deberán ser instalados necesariamente para prender y pagar las luces del escenario en una forma que no afecte a la vista humana.

Cable para alumbrado: De acuerdo al tipo de alumbrado, se deberá emplear de ser necesario cable de tipo multifilar.

Lámparas incandescentes: Este tipo de lámparas frecuentemente utilizadas en teatros, deberán ser colocadas y protegidas de manera que estén a salvo de daños mecánicos.

Tableros para iluminación: Deberán ser instalados en sitios inaccesibles al público, a un lado del escenario o en el cuarto de operaciones con acceso únicamente a personal calificado.

Localización de equipos: la localización de equipos como transformadores por ejemplo deberá ser en recintos separados, cuando esto sea posible.

Emergencia: Deberá existir un circuito independiente para el alumbrado de emergencia, el mismo que servirá principalmente para el alumbrado de los pasillos, puertas y escaleras.

1.5.1 TÉRMINOS COMUNMENTE USADOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.²

Red de Distribución: El conjunto de los elementos componentes del Sistema de Distribución: Conductores, aisladores, estructuras de soporte, canalizaciones y equipos.

Derivación o acometida: La instalación que conecta un punto de la red de distribución a la carga del consumidor.

Canalización: El conjunto de elementos destinados a alojar y proteger los conductores contra agentes externos.

Puesta a Tierra: El conjunto de elementos destinados a proveer una conexión permanente, entre un punto de la red o entre los terminales de un equipo y tierra.

Voltaje Nominal: Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

² <http://www.eeq.com.ec>, normas eeqsa, parte A.

Voltaje de Placa: Es el voltaje al cual están referidas las características de operación y funcionamiento del equipo, Este voltaje sirve de referencia para definir las características de operación y permitir el desempeño óptimo del equipo.

Voltaje de Utilización: Es el voltaje obtenido en los terminales del dispositivo eléctrico o máquina. Es el voltaje existente en el tomacorriente al cual se va a conectar el equipo. Se debe tener presente que el voltaje de utilización no es el existente en la acometida, ya que de la acometida a los terminales de los dispositivos o de los tomacorrientes se produce una caída de voltaje propia de la instalación eléctrica interior.

Voltaje de Suministro: Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado. El voltaje de suministro en los sectores rurales debe ser el mismo que el establecido para los sectores urbanos. La diferencia con el perfil de voltaje urbano estará dada por la distribución de las caídas de voltaje en cada componente del sistema.

Caída de Tensión: Es la diferencia entre el voltaje de alimentación y el voltaje de carga, referido al voltaje nominal.

Regulación de Voltaje: Es el porcentaje de caída de voltaje de una línea con referencia al voltaje de carga.

Abreviaturas:

- ✓ Baja tensión.....BT
- ✓ Carga instalada.....CI
- ✓ Centro de transformación.....CT
- ✓ Coeficiente de utilización del suelo.....CUS
- ✓ Demanda de diseño.....DD
- ✓ Demanda máxima de cargas especiales.....DMe
- ✓ Demanda máxima unitaria.....DMU
- ✓ Demanda máxima unitaria proyectada.....DMUp
- ✓ Factor de diversidad.....FD
- ✓ Factor de demanda.....FDM
- ✓ Factor de frecuencia de uso.....FFU

- ✓ Factor de frecuencia de uso de la carga individual.....FFUn
- ✓ Factor de mantenimiento.....Fm
- ✓ Factor de potencia.....FP
- ✓ Factor de simultaneidad.....FS
- ✓ Factor de simultaneidad para la carga individual.....FSn
- ✓ Factor de uniformidad.....FU
- ✓ Capacidad del transformador en kVA.....kVA (t)
- ✓ Demanda correspondiente a un tramo en kVA.....kVA
(d)
- ✓ Nivel de iluminación mínimo..... NImin
- ✓ Nivel de iluminación medio..... NImed
- ✓ Potencia o carga nominal de los artefactos individuales.....Pn
- ✓ Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda.....Ti

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

2.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE POTENCIA.

2.1.1. POTENCIA ELÉCTRICA³

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (*watt*).

Potencia de una instalación: La potencia de instalación no es la suma aritmética de todas las cargas. Su determinación necesita conocer la potencia de las cargas y su localización para poder acceder a la potencia de utilización y poder determinar la potencia de contratación.

Potencia instalada: Es la suma de todas las potencias nominales de todos los receptores de energía conectados a la red que alimenta la central. Puesto que en una instalación todas las características no son iguales, se debe referenciar las potencias a las mismas unidades para poder conocer la potencia total.

Potencia absorbida: Corresponde a la potencia útil, partiendo de la potencia instalada y teniendo en cuenta los rendimientos y el factor de potencia $\cos\varphi$ de todas las cargas. Es la potencia total que recibe de la red el receptor y la convierte en trabajo y pérdidas por calentamiento y la fluctuante que utiliza para crear los campos eléctricos y magnéticos para realizar su función.

Potencia nominal o activa: Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los

³ Manual teórico-práctico Schneider Electric.

circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

Potencia reactiva: Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil, se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q.

Factor de utilización k_u (F_u): El régimen de trabajo normal de un receptor puede ser tal que su potencia utilizada sea menor que su potencia nominal, lo que da noción al factor de utilización. El factor de utilización se aplica individualmente a cada receptor.

En una instalación industrial es aconsejable apreciar un factor de utilización de media ($k_u = 0,75$) para los motores y ($k_u = 1$) para el alumbrado y la calefacción. Para los tomacorrientes, si se dedican a una utilización general, quedarán controlados por el factor de utilización; si se utilizan en una zona para tomas de corriente de máquinas portátiles, requieren un estudio detallado de las aplicaciones.

Factor de simultaneidad k_s (F_s): Todos los receptores instalados no funcionan al mismo tiempo, es por esta constatación que tiene objeto el factor de simultaneidad. El factor de simultaneidad se aplica a un conjunto de receptores en el punto de unión de los mismos (cuadro de distribución).

La determinación de los factores de simultaneidad obligan a conocer la función de las cargas y sus programas de trabajo de forma muy concisa, esta dificultad ha permitido dar unos valores medios extraídos de la experiencia, con automárgenes de seguridad para su aplicación genérica.

La finalidad, al establecer la demanda previsible de esta energía eléctrica, es dar los elementos de base para dimensionar el conjunto de instalaciones de generación que cubran tal demanda y facilitar la elección de prioridades en inversiones, programar el ritmo de puesta en marcha de los recursos naturales y analizar la planificación y explotación de las nuevas instalaciones.

La demanda de un SISTEMA ELÉCTRICO se define como la carga que recibe un consumidor en promedio durante un intervalo temporal.

2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA CARGA

En base a los planos existentes se ha realizado el estudio de carga y demanda eléctrica para el Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa, el mismo que para cada uno de las localidades en que se subdivide, se ha realizado, y se adjuntado en físico(planos).

Estos planos donde constan los cuadros de carga, resumen la carga instalada representativa **CIR** y la demanda eléctrica calculada **DMU**.

Con estos valores de cada subtablero eléctrico, se llegará a un tablero eléctrico principal del Salón de Uso Múltiple.

Los cuadros de carga levantados, diseñados y calculados, se pueden ver en los anexos al final.

Estudio de Carga y Demanda.

Para diseñar el sistema eléctrico hemos evaluado la demanda máxima de potencia que exigirá el sistema, para lo cual hemos previsto una reserva del 25% de la carga total para cada uno de los tableros y para resumir los diversos cálculos realizados, se ha elaborado un Diagrama Eléctrico Unifilar, que guiará para la planificación de la construcción de las Instalaciones eléctricas, del Salón, ofreciendo así una visión completa del sistema eléctrico.

Hemos realizado un estudio de carga y demanda en base a los parámetros que nos indica la Empresa Eléctrica Quito S.A. (Parte A).

CUADROS DE CARGA																
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL							SUBTABLERO: TEN-Teatro									
PISO: PLANTA BAJA							TIPO: QOL - 442 (3 Ø)									
ALIMENTACION: (3 x Nº 4) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 4) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 6) Cu Des							LONGITUD: 4 m									
% V: 0.00																
Nº CIRCUITO	Nº PUNTOS	Nº CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	ROTECCIONÉ # POLOS - AM	USO DE FASES			BALANCE		
											R	S	T	I(A) R	I(A) S	I(A) T

Figura N°1. Encabezado del estudio de carga y demanda.

El detalle de las columnas del cuadro de cargas es el siguiente:

N° Circuito.- Este número indica el orden de los circuitos, y su designación en el cuadro de cargas.

Descripción de la carga.- Detalla el nombre del circuito, y el tipo de carga que maneja.

N° Puntos.- Indica la cantidad de puntos del circuito.

N° Cantidad.- Indica la cantidad de elementos que se instalaran en el circuito.

Voltaje.- Indica el voltaje al cual será alimentado el circuito.

Potencia Unitaria.- Nos detalla la potencia nominal asignada para cada elemento que conforma el circuito.

Factor de frecuencia de uso.- Detalla el porcentaje en condiciones normales de funcionamiento, puesto que este no es igual al valor indicado como nominal, este factor se aplica a cada carga individual, dependerá también del tipo de aplicación o de la necesidad a suplir de cada elemento componente del sistema eléctrico.

Carga Instalada representativa.- Indica la potencia total instalada en el circuito, la cual es el producto de la potencia individual de cada elemento por el número de elementos existentes en el circuito.

Factor de demanda.- Indica el factor en porcentaje de demanda de cada elemento, el cual, en condiciones normales indica los periodos de máxima solicitud, será establecido de acuerdo al tiempo de utilización de los artefactos eléctricos.

Demanda Máxima Unitaria.- Detalla la demanda máxima del circuito, y se obtiene del producto de la carga instalada representativa por el factor de frecuencia de uso y por el factor de demanda, esta es una potencia en vatios, la cual nos servirá para los cálculos de corriente de cada circuito.

Corriente nominal.- Indica la corriente que circulara por el circuito, la cual la obtenemos del producto de la demanda máxima unitaria en VA sobre el voltaje de salida del circuito.

Protecciones de los circuitos.- Indica el tipo de protección utilizado para cada circuito, la cual dimensionamos de acuerdo a la corriente que circulara por cada circuito multiplicando por un factor de seguridad del 25%.

Uso de fases.- Detalla el uso de qué fase utiliza cada circuito, esto lo hacemos con el fin de tener cargas equilibradas y no sobrecargar una misma línea.

Balance de fases.- Indica la corriente que se instalara por cada fase, de modo que exista un balance de corrientes en el sistema.

Con estos cuadros de carga, hemos calculado la carga total y la demanda de cada área del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa; estos datos, sirvieron para el dimensionamiento de protecciones y alimentadores.

En la carga eléctrica instalada y demanda eléctrica calculada, se ha considerado, que el factor de demanda (que es la relación de la demanda máxima efectiva y la carga total instalada), ha dado como resultado práctico un factor de 0.4 a 1.0.

Este factor de demanda ha sido determinado en función del número y tipo de salidas previstas y los factores de diversificación de la demanda, establecidos en el NEC.

Calculo de la demanda máxima.

La demanda máxima para nuestro sistema eléctrico la determinaremos sumando la demanda máxima unitaria de cada circuito, con esto obtenemos la demanda máxima total del sistema, luego determinamos el factor de demanda total, el cual es el producto de la demanda maxima unitaria sobre la carga instalada.

Para nuestro diseño utilizaremos un factor de potencia de 0, 85, con este calcularemos la potencia aparente la cual nos va a servir para dimensionar si fuese el caso una cámara de transformacion, pero, puesto que para nuestro caso, ya existe una cámara de transformacion para la Unidad Educativa, simplemente

Como observamos en la tabla N°1 la potencia máxima que necesitamos es de 41,57KVA, con la potencia calculada, se ha dimensionado los alimentadores, usando los métodos de corriente nominal y de caída de tensión.

Caída de Tensión.

Es la disminución de la diferencia de potencial a lo largo de un conductor, por la resistencia que tiene todo conductor. Como norma la caída de tensión no puede sobrepasar el 3% entre los conductores alimentadores y la salida más lejana para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentadores y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5% para ofrecer una eficiencia de funcionamiento razonable.⁴

Debido a las distancias que existen en nuestro diseño eléctrico, y a la presencia de resistencia eléctrica, existirá una caída de voltaje para nuestros conductores eléctricos, la cual hemos calculado en base a una tabla en Excel, que mostramos a continuación, la cual se rige a los lineamientos de la norma NEC 2011.

Datos	
Potencia Aparente [kVA]	41,57
Voltaje [V]	220
Factor de potencia	0,85
Longitud [m]	80
Corriente Sistema	109,09
Conductor [AWG o MCM]	1/0
Tipo de tubería	Steel
Material del conductor	Cobre
Resistividad del conductor	0,0171
Coefficiente termico	0,00393
Seccion del Conductor [mm2]	53,52
Resistencia del Conductor a 25º[Ω]	0,026
Reactancia del Conductor a 25º[Ω/km]	0,18
Resistencia del Conductor a 75º[Ω]	0,031
Reactancia del Conductor a 75º[Ω]	0,017

Resultado Satisfactorio	
Conductor elegible [AWG oMCM]	1/0
Numero de conductores	1
% de Caída de Voltaje [%]	Ok
Corriente máxima por línea	170

Selectividad por Corriente	
Corriente del sistema [A]	109,09
Número de conductores por línea	1
Corriente por Conductor calculada [A]	109,09
Corriente del conductor seleccionado [A]	170
Resultado	Ok

Selectividad por Voltaje	
Caída de Voltaje [V]	6,6270065
% de Caída de Voltaje [%]	3,1058319
Tolerancia de Caída de Voltaje [%]	3,5
Resultado	Ok

KEY
Listas desplegadas
Campos editables
Campos no editables

Tabla N°2. Cálculo de caída de tensión.

⁴ http://issuu.com/mariscalchuscano/docs/cap_05_aspecfos_generales_sobre_acometidas

La tabla se ha realizado en base a las siguientes ecuaciones:

1. $\Delta V_{1\varphi} = RI \cos \varphi + XI \sin \varphi$
2. $\Delta V_{3\varphi} = \sqrt{3}(RI \cos \varphi + XI \sin \varphi)$
3. $R_{75} = R_{in}(1 + \alpha(T_{75^\circ} - T_{in}))$
4. $P = \sqrt{3}V \cos \varphi$
5. $S = \sqrt{3}VI$

En el anexo VI tenemos la tabla tabulada para caídas de voltaje de los circuitos del sistema eléctrico.

Máxima caída de tensión permitida.

La máxima caída de tensión permitida la verificamos a los extremos del conductor, y la calculamos en base a la corriente que absorbera cada circuito, para los circuitos con cargas monofásicas hemos asignado una máxima caída de tensión permisible del 5,5%, y para los circuitos trifásicos del 3,5%.

Selectividad por Voltaje	
Caída de Voltaje [V]	3,19990514
% de Caída de Voltaje [%]	2,58473561
Tolerancia de Caída de Voltaje [%]	5,5
Resultado	Ok

Tabla N°3. Máxima caída de tensión en circuitos monofásicos.

Selectividad por Voltaje	
Caída de Voltaje [V]	4,07509452
% de Caída de Voltaje [%]	3,31510893
Tolerancia de Caída de Voltaje [%]	3,5
Resultado	Ok

Tabla N°4. Máxima caída de tensión en circuitos trifásicos.

2.2. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.

2.2.1. INTRODUCCIÓN.

Un salón de uso múltiple es considerado como un local especial porque en determinado momento será un centro de reunión de un grupo de personas, el cual está diseñado para prestar servicio público, por lo cual es de suma importancia considerar proporcionar la correcta iluminación para obtener las mejores condiciones de alumbrado, la correcta ubicación de lámparas protegiéndolas de daños mecánicos, así mismo los tableros de iluminación ya sean principales o secundarios deberán ser colocados en sitios inaccesibles al público y ser manipulados solo por personal calificado, para lo cual nos hemos valido de un software conocido como DIALUX.

2.2.2. MARCO TEÓRICO.

Para un correcto diseño de los circuitos de iluminación hemos destacado unos conceptos los cuales son esenciales para la ejecución de nuestro diseño:

Luminaria.- Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.⁵

Iluminación.- intensidad de luz que incide sobre una superficie.

Iluminación General.- dependiendo de la tarea a ejecutar en el espacio, es el conjunto de dispositivos instalados con el fin de producir un efecto luminoso práctico y/o decorativo.

Lámpara.- son aparatos diseñados por el hombre que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz.

⁵ Manual teórico-práctico Schneider Instalaciones en Baja tensión, Reglamentación, 4. TERMINOLOGÍA. ITC-BT-01 A/21

Flujo Luminoso.- es la medida de la potencia luminosa percibida, su unidad es lumen (lm).

Intensidad luminosa.- es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido, su unidad de medida la candela (cd).

Eficacia Luminosa.- Es una medida de la eficacia luminosa la cual es la relación existente entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia expresado en lúmenes por vatios (lm/w)

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Tabla N°5. Niveles de Iluminación.

Fuente: <http://electrotecnia.blogspot.com>.

2.2.3. DISEÑO.

En el presente trabajo, el diseño de los circuitos de iluminación, se resume en 28 circuitos que cubren todos los espacios del SALON DE USO MÚLTIPLE de la Unidad Educativa, como se detalla en el cuadro de cargas de Iluminación (Anexo VII).

El objetivo de la iluminación, es el de proporcionar unas condiciones de visibilidad idóneas para el paseo de visitantes o la observación del entorno.

Una buena iluminación, aumenta la seguridad de las personas y propiedades, disminuyendo los riesgos y aumentando la capacidad de reacción; también contribuye a la distinción del lugar.

Para el diseño, se ha considerado parámetros para que cumplan los objetivos, aplicando criterios de calidad; estos parámetros son: luminancia media, uniformidad de luminancia, iluminación de los alrededores.

Se han calculado los circuitos de iluminación, para niveles de iluminación recomendados.

Se ha previsto, que en caso de falla del sistema normal de servicio eléctrico suministrado por la Empresa Eléctrica Quito S.A, parte del alumbrado público también sea servido por el grupo electrógeno de emergencia (GENERADOR), por seguridad y para evitar caos y pánico.

En la UNIDAD EDUCATIVA, contamos con una cámara de transformación, junto está el TEG y luego el TEN, en el que se ha proyectado poner un breakers 3p-75 A para energizar un subtablero de alumbrado STE-A, que alimentará a los circuitos de Alumbrado.

Para nuestro diseño hemos usado un software muy eficiente en lo que se refiere a iluminación y alumbrado de espacios, DIALux 4.11, el cual es detallado a continuación.

2.2.4. DIALUX 4.11.

DIALux 4.11 es un software para crear proyectos de iluminación profesionales está abierto a las luminarias de todos los fabricantes. Un software hecho por planificadores para planificadores.

Con DIALux, se puede documentar los resultados de diseños de iluminación en visualizaciones fotorrealistas impresionantes.

Se puede tomar como base los datos CAD de otros programas arquitectónicos y exportar cómodamente los resultados de nuevo al programa original. O utilizar, si se lo desea, modelos 3D sacados de Internet con increíble facilidad.

Sus características:

- Crear muy fácilmente proyectos de iluminación eficaces y profesionales.
- Datos actualizados de luminarias de los fabricantes líderes a nivel mundial.
- Software actualizado y técnicamente novedoso siempre disponible gratuitamente.
- Evaluación energética en un abrir y cerrar de ojos.
- Escenas de luz de color con LED o con otras luminarias con cambio de color.⁶

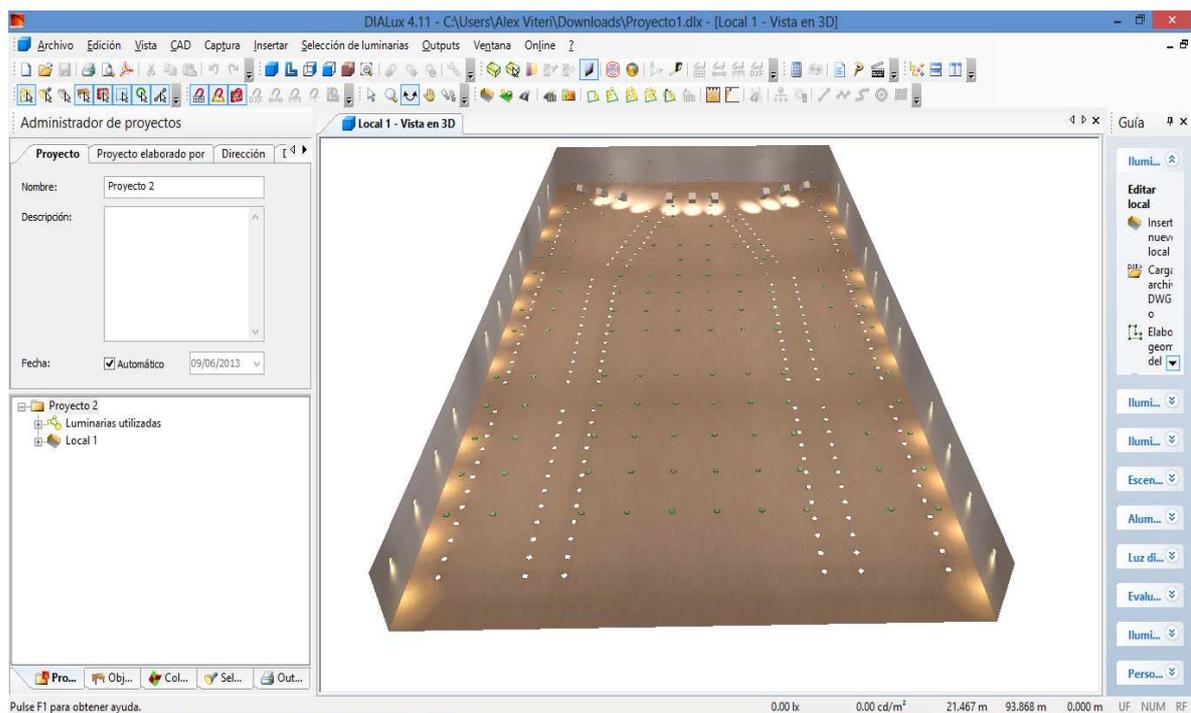


Figura N°2. Manejo del software DIALux 4.11.

⁶ www.dial.de/DIAL/es/dialux/browse/12.html

2.2.5. SELECCIÓN DE LUMINARIAS.

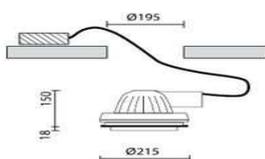
Para la selección de la luminaria para cada espacio, nos hemos basado en la característica de cada zona, el ambiente que se va a instalar, y la contaminación que pueda existir.

Para la sala, que será el espacio destinado al público en general, los espectadores, al ser considerado un espacio especial porque va a albergar gente, hemos tomado en cuenta su área la cual la hemos distribuido por bloques, y la altura por lo cual hemos seleccionado una luminaria downlight lámpara halógena dial 6, descrita a continuación:

DL 170 CLASSIC



IP20 IP44 $\frac{1}{2}$ 960°C



TC-DEL / TC-TEL

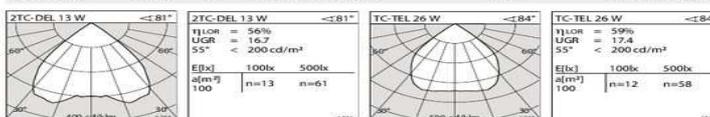


- Luminaria empotrable de techo**
- para empotrado en techos falsos
 - anillo de empotrado y anillo final se montan con sistema patentado
 - anillo de empotrado y anillo final de termoplástico, reforzado de fibra de vidrio
 - impermeable a la luz (opcional)
 - para lámparas fluorescente con reactancia electrónica u opción de luz degradable 1-10V / DALI
 - versión de luz de emergencia con componente QT14
 - cuerpo de aluminio fundido y termoplástico
 - cuerpo de reactancia electrónica IP20 de plástico y chapa de acero
 - reflector con ángulo de deslumbramiento de 30°, aluminio anodizado de alto brillo
 - con plancha de difusión (0.12111.42-910)
 - IP20/IP44*, clase de protección I
 - borne de enchufe pentapolar 2 x 5 x 2,5 mm² con luz degradable/luz de emergencia: de 7 polos
 - orientable en 360°
 - color: blanco

- Recessed downlight**
- to be recessed into suspended ceilings
 - mounting ring and trim are mounted by means of a patented system
 - mounting ring and trim of thermoplastic, fibreglass reinforced
 - sealed to prevent stray light (optional)
 - for compact fluorescent lamps with tandem electronic ballast or dimmable 1-10V / DALI
 - emergency lighting variant with QT14 module
 - housing of die-cast aluminium and thermoplastic
 - electronic ballast box IP20 of plastic and sheet steel
 - darklight reflector with 30° shielding angle, mirror finish anodized aluminium
 - with diffuser disc white satin finish (0.12111.42-910)
 - IP20/IP44*, protection class I
 - plug-in terminals: 2 x 5 x 2.5 mm², (dimmable/emergency lighting: 7-pins)
 - 360° rotatable
 - colour: white

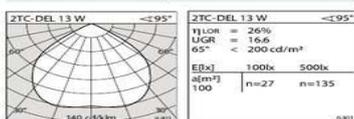
Tipo	KG	Reactancias	Tipo de	Nº Art. blanco
Type		Control Gear	protección	Item No. white
			Ingress Protec.	
2TC-DEL 13W	G24q-1	1,8	IP20	0.12101.42-910
2TC-DEL 13W	G24q-1	1,8	IP20	0.12102.42-910
2TC-DEL 13W	G24q-1	1,8	IP20	0.12103.42-910
2TC-DEL 13W	G24q-1	1,8	IP20	0.12104.42-910

Tipo	KG	Reactancias	Tipo de	Nº Art. blanco
Type		Control/Gear	protección	Item No. white
			Ingress Protec.	
TC-TEL 18W	G24q-2	1,8	IP20	0.12100.43-910
TC-TEL 26W	G24q-3	1,8	IP20	0.12100.44-910



con plancha de difusión / with diffuser disc

Tipo	KG	Reactancias	Tipo de	Nº Art. blanco
Type		Control Gear	protección	Item No. white
			Ingress Protec.	
2TC-DEL 13W	G24q-1	2,0	IP44*	0.12111.42-910



Accesorios
(Explicaciones en pág. 160)
Accessories
(explanations on page 160)

Cuerpo empotrable de techos en hormigón	Casting drum for concrete ceiling	0.35513.00-000
---	-----------------------------------	----------------

*IP44 en sistemas cerrados de techo / *IP44 in closed ceiling systems

Figura N°3. Hoja de datos de la luminaria TC/TEL.

Fuente: HOFFMEISTER-LEUCHTEN2008-2009 PAGE-277.

Para las paredes de la sala hemos asignado una luminaria tipo bañador de pared por estética y porque cumple con los requisitos de funcionalidad y eficiencia para nuestro diseño.

Lumiance

InVerto Direct - Neutral White

InVerto Direct NW Eb Black

3090025



Range features

- 16W (high efficiency) or 21W (high output) Direct luminaire
- 4 standard colours: gloss black, matt white, satin silver and matt rust
- Freedom of installation: 350mA or 450mA LED driver, resulting in 16W and 21W respectively 2 settings: High efficiency: 16W providing 955lm at 60lm/W High output: 21W providing 1,130lm at 54lm/W
- Comes with a 40° beam as standard. Narrow beam kit available as separate accessory
- Wire to base with pluggable connection for easy installation
- Suitable for looping



PRODUCT OVERVIEW

Technology	LED
Ordering number	3090025
EAN code	8711971900252
Mount	Wall bracket
Beam angle (°)	40°
Colour temperature (K)	4000
Voltage (V)	230-240
Lamps	LED16W 955Lm / 21W 1129Lm Neutral White
Colour	Gloss Black
Included lamp	Integrated LED
IP rating	65

Figura N°4. Hoja de datos de la luminaria InVerto Direct.

Fuente: www.sylvania.com.

InVerto Direct - Neutral White

InVerto Direct NW Eb Black

3090025

DATA TABLE

General data

Ordering number	3090025
Technology	LED
EAN code	8711971900252
E-number FI	4578900
E-number SE	7500218
Mount	Wall bracket
Long description	16W (high efficiency) or 21W (high output) Direct luminaire . 4 standard colours: gloss black, matt white, satin silver and matt rust . Freedom of installation: 350mA or 450mA LED driver, resulting in 16W and 21W respectively 2 settings: High efficiency: 16W providing 955lm at 60lm/W High output: 21W providing 1,130lm at 54lm/W . Comes with a 40° beam as standard . Narrow beam kit available as separate accessory . Wire to base with pluggable connection for easy installation. Suitable for looping
Product name	InVerto Direct NW Eb Black
Environment	Exterior
Sales pack quantity	1

Optical data

Beam angle (°)	40°
Colour temperature (K)	4000
Distribution type	Direct - Symmetric

Electrical data

Voltage (V)	230-240
Drive current (mA)	350mA/450mA
Lamps	LED16W 955Lm / 21W 1129Lm Neutral White
Number of heads	1
Transformer availability	Included
Transformer mounting	Integral
Total number of lamps	1

Physical data

Weight (kg)	1.26
Colour	Gloss Black
Lamp included	Yes
Included lamp	Integrated LED
IP rating	65
Emergency	Without

Figura N°5. Hoja de datos de la luminaria InVerto Direct.

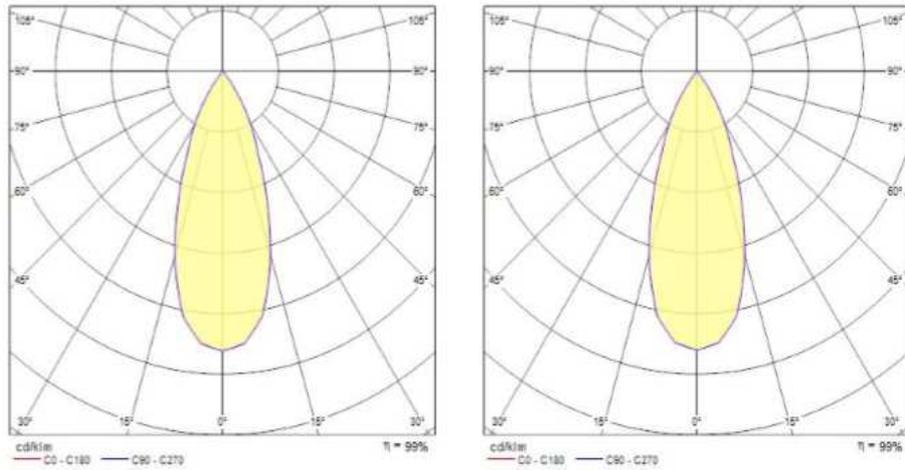
Fuente: www.sylvania.com.

InVerto Direct - Neutral White

InVerto Direct NW Eb Black

3090025

PHOTOMETRY



TECHNICAL DRAWINGS

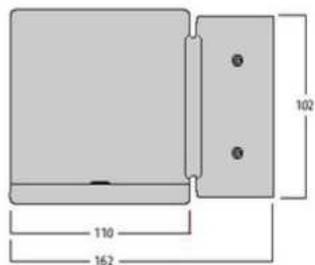


Figura N°6. Hoja de datos técnicos de la luminaria InVerto Direct.

Fuente: www.sylvania.com.

En los pasillos se ha dispuesto unas luces guías de piso, las cuales aportan con un ambiente decorativo y como su nombre lo indica aseguran una visibilidad indicando el camino en los pasillos.

Proyecto 1

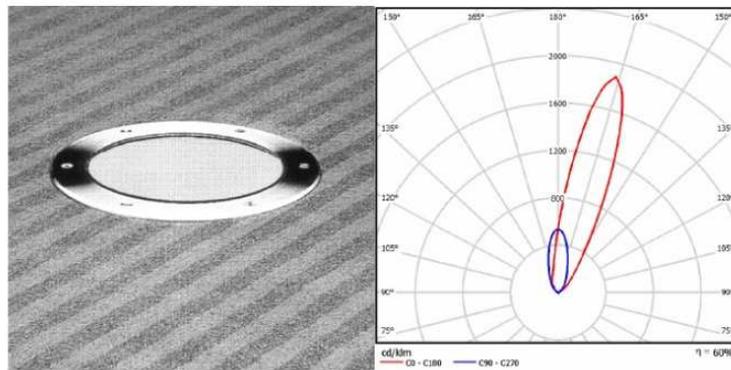


06.10.2013

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

DIAL 17 1 HIT 35W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 0
Código CIE Flux: 00 00 00 00 60

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

B odeneinbauleuchte Nr. 8039 - asymmetrische Optik -
B egeh- und überrollbar, bis 3.000 kg Druckbelastung.
F ür 1 Halogen-Metaldampflampe HIT 35 Watt.
B ockel G12, 3.000 Lumen, Schutzart IP 67.
D er Scheinwerfer besteht aus Aluminiumguß und
E delstahl. Mit rutschhemmendem Sicherheitsglas und Reflektor
B us eloxiertem Reinst-Aluminium.
D ie Leuchte erreicht im optischen Zentrum der
L asoberfläche eine Betriebstemperatur von 100°C

Figura N°7. Hoja de datos de la luminaria Hit 35w.

Fuente: DIALux 4.11.

Para el escenario, se han dispuesto luminarias en base a las necesidades que puedan surgir eventualmente, por ser una de las zonas mas importantes del salon, hemos seleccionado las siguientes luminarias las cuales cumplen con la eficiencia energetica y brindan una luminosidad adecuada, conforme al diseño:

Exterior 200™



The Exterior 200 series is a range of programmable 150 W luminaires weatherproofed for dynamic illumination of facades, structures, water features and monuments.

Features

- 150 W metal halide lamp
- CMY color mixing system
- Choice of optical systems: very narrow, narrow, medium, wide or very wide
- 0-100% intensity control
- High optical performance: uniform distribution of light and color
- Weatherproof rating: IP65
- Extensive range of optical accessories
- Ellipsoidal beam shaping options
- DMX, stand-alone, synchronized (master/slave)
- Onboard light sensor

Specifications

PHYSICAL

Length:	301 mm (11.9 in.)
Width:	310 mm (12.2 in.)
Height:	402 mm (15.8 in.)
Weight:	15 kg (33.1 lbs.)
Length (VN and N models):	431 mm (17.0 in.)
Width (VN and N models):	310 mm (12.2 in.)
Height (VN and N models):	402 mm (15.8 in.)
Weight (VN and N models):	16.6 kg (36.6 lbs.)

LAMP

Type:	150 W metal halide
Approved lamps:	Philips CDM-SA/T 150, GE CMH 150, Osram HSD 150/70
Socket:	G12
Control:	Automatic and/or remote on/off

DYNAMIC EFFECTS

Color mixing:	CMY
Cyan:	0 - 100%
Magenta:	0 - 100%
Yellow:	0 - 100%
Dimmer:	0 - 100%

CONTROL AND PROGRAMMING

Control options:	DMX, stand-alone, synchronized (master/slave)
DMX channels:	7
Stand-alone trigger options:	Internal timer and/or ambient light level
Stand-alone memory:	20 scenes
DMX address setting:	MUM
Stand-alone and master/slave programming:	MUM

CONSTRUCTION

Housing:	Aluminum
Finish:	Clear anodized
Mounting bracket:	8 mm (0.3 in.) anodized aluminum
Front glass:	6 mm (0.2 in.) anti-reflection coated
Protection rating:	IP 65

INSTALLATION

Orientation:	Any
Horizontal aiming:	90°
Vertical aiming:	330°
Minimum distance to combustible materials:	1 m (3.3 ft.)
Minimum distance to illuminated surfaces:	0.5 m (1.6 ft.)

ELECTRICAL

AC power:	208 V, 60 Hz / 230 V, 50 Hz / 245 V, 50 Hz / 277 V, 60 Hz
Standby power:	27W

THERMAL

Maximum ambient temperature (Ta max.):	40° C (104° F)
Minimum ambient temperature (Ta min.):	-20° C (-4° F), power must be maintained below 0° C (32° F)
Maximum surface temperature, steady state, Ta=40° C:	90° C (194° F)
Cooling:	Convection

APPROVALS

EU EMC:	EN 55015, EN 55103-1, EN 61547
EU safety:	EN 60598-2-3, EN 60598-2-5
US safety:	UL 1573
Canadian safety:	CAN/CSA C22.2 No. 166

ACCESSORIES

Elliptical beamshaper kit for PC lens installed in VN models (gives 8° x 16° half-peak angle):	P/N 91610028
Elliptical beamshaper lens (gives 41° x 46° half-peak angle):	P/N 91610023
Snoot/barndoor kit:	P/N 91611031
Snoot/barndoor extensions kit:	P/N 91611032
Safety eyebolt:	P/N 91611239

ORDERING INFORMATION

Exterior 200 CMY, VN, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509024
Exterior 200 CMY, VN, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509020
Exterior 200 CMY, VN, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509022
Exterior 200 CMY, VN, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509026
Exterior 200 CMY, N, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509044
Exterior 200 CMY, N, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509040
Exterior 200 CMY, N, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509042
Exterior 200 CMY, N, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509046
Exterior 200 CMY, M, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509048
Exterior 200 CMY, M, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509045
Exterior 200 CMY, M, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509047
Exterior 200 CMY, M, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509043

Exterior 200 CMY, W 38°, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509004
Exterior 200 CMY, W 38°, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509000
Exterior 200 CMY, W 38°, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509002
Exterior 200 CMY, W 38°, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509005
Exterior 200 CMY, W 42°, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509011
Exterior 200 CMY, W 42°, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509009
Exterior 200 CMY, W 42°, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509010
Exterior 200 CMY, W 42°, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509003
Exterior 200 CMY, VW, 208 V, 60 Hz:	P/N 90509084
Exterior 200 CMY, VW, 230 V, 50 Hz:	P/N 90509080
Exterior 200 CMY, VW, 245 V, 50 Hz:	P/N 90509082
Exterior 200 CMY, VW, 277 V, 60 Hz:	P/N 90509086

VN = Very Narrow (Long Barrel), N = Narrow (Long Barrel), M = Medium, W = Wide, VW = Very Wide

Figura N°8. Hoja de datos técnicos de la luminaria exterior 200.

Fuente: www.martin.com.

Exterior 1200 Image Projector™



The Exterior 1200 Image Projector is a powerful 1200-watt luminaire designed for projecting animated images and effects onto structures and landmark architecture.

Features

- 1200 W metal halide lamp
- CMY color mixing system
- Color wheel with primary colors red, green and blue
- 0-100% intensity control
- High optical performance: uniform distribution of light and color
- Choice of narrow, medium or wide beam options
- Dynamic zoom for variable beam angles: 11° - 17° / 17° - 34° / 30° - 48°
- Motorized zoom and focus
- 4 D-size gobo slots for projecting graphic images
- Gobo animation system for creating animated lighting effects
- Weatherproof rating: IP65
- DMX, stand-alone, synchronized (master/slave)
- Onboard address setting: no extra devices required

Specifications

PHYSICAL

Length:	1006 mm (39.6 in.)
Width:	448 mm (17.6 in.)
Height:	620 mm (24.4 in.)
Weight:	90 kg (198.4 lbs.)
Effective Projected Area (EPA):	0.8 m ²

LAMP

Type:	1200 W metal halide
Fitted as standard:	Philips MSD 1200
Socket:	G22
Control:	Automatic and/or remote on/off

DYNAMIC EFFECTS

Color mixing:	CMY
Color wheel:	4 slots for interchangeable filters
Rotating gobo wheel:	4 interchangeable gobo positions (one required for open), gobo indexing, continuous gobo rotation
Gobo animation:	Interchangeable animation wheel, indexing, continuous rotation with variable angle, speed and direction
Mechanical dimmer/shutter:	0 - 100% variable dimming, instant open and blackout
Focus:	3 m (9.8 ft.) to infinity
Zoom:	Narrow 12° - 18°, medium 18° - 36°, wide 31° - 51°, out-off angles

CONTROL AND PROGRAMMING

Control options:	DMX, stand-alone, synchronized (master/slave)
DMX channels:	17
DMX address setting:	MUM, onboard control panel
16-bit control:	Mechanical dimmer, rotating gobo indexing/speed, focus, zoom
Stand-alone trigger options:	Internal timer and/or ambient light level
Stand-alone memory:	20 scenes

CONSTRUCTION

Housing:	Aluminum
Finish:	Clear anodized
Color:	Light grey (RAL 9006)
Front glass:	6 mm (0.2 in.) anti-reflection coated
Color wheel filters:	1.2 mm (0.05 in.), dichroic, hexangular
Protection rating:	UL wet location, main enclosure designed to IP65

GOBOS

Material:	Metal or glass
Size:	D
Outside diameter:	53.3 mm (2.1 in.) +/- 0.3 mm (0.01 in.)
Maximum image diameter:	48 mm (1.9 in.)
Maximum thickness:	2 mm (0.08 in.)
Image orientation:	True from lamp side

INSTALLATION

Orientation:	Any (air intake must face down)
Vertical aiming:	+/- 90°

ELECTRICAL

AC power:	200/208/220/230/240/250/277 V nominal, 50/60 Hz
Main fuse:	175 AT (slow blow)
Ballast:	Magnetic
Standby power:	20 W

THERMAL

Cooling:	Forced air, integrated air/air heat exchanger, IP65 barrier
Maximum ambient temperature (Ta max.):	45° C (113° F)
Minimum ambient temperature (Ta min.):	-20° C (-4° F), power must be maintained below 0° C (32° F)
Maximum surface temperature, steady state, Ta=45° C:	70° C (158° F)
Total heat dissipation (calculated, +/- 10%):	4950 BTU/hr.

APPROVALS

US safety:	UL 1598
Canadian safety:	CAN/CSA C22.2 No. 250
EU safety:	EN 60598-1, EN 61347-1
EU EMC:	EN 55015, EN 55103-1, EN 61000-3-2

ACCESSORIES

Narrow-angle lens kit:	P/N 91610083
Medium-angle lens kit:	P/N 91610084
Wide-angle lens kit:	P/N 91610085
Permanent 5500 - 4200 K CTC kit:	P/N 91611273
Permanent 5500 - 3400 K CTC kit:	P/N 91611272
Snoot/barndoor kit:	P/N 91611257
Beamshaper lens:	P/N 91610082

ORDERING INFORMATION

Exterior 1200 Image Projector, Narrow:	P/N 90504065
Exterior 1200 Image Projector, Medium:	P/N 90504075
Exterior 1200 Image Projector, Wide:	P/N 90504085

Figura N°9. Hoja de datos técnicos de la luminaria exterior 1200.

Fuente: www.martin.com.

Para los servicios higiénicos del salón, hemos combinado luminarias compactas de 26 y 12 vatios respectivamente, y luminarias de bajo voltaje con dicroico con una potencia máxima de 50 vatios de acuerdo a los planos adjuntos en el anexo IX.

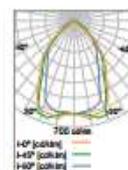
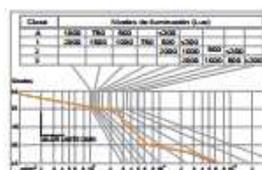
KONIC Luminaria Downlight para fluorescencia compacta
Downlight for compact fluorescent lamp

Downlight modelo KONIC empotrado con equipo electromagnético o electrónico. Con cerco fabricado en inyección de aluminio pintado en color blanco y reflector de aluminio de elevada pureza. Para lámparas fluorescentes compactas de disposición horizontal tipo TC-D / TC-DE 2x13w, 2x18w y 2x26w

KONIC recessed downlight with electromagnetic or electronic control gear. With trim ring manufactured from injected aluminium painted in white and high-purity aluminium reflector. For 2x13w, 2x18w and 2x26w horizontal TC-DVTC-DE compact fluorescent lamps.



Reactancia Electromagnética
Electromagnetic Ballast
Ref. **92.02.62.0** W Kg ø mm PLum
□ 2x26 2,2 250 66 W



2 x 40°		
h (m)	Ø (m)	Lx
1	1,68	2247
2	3,36	562
3	5,03	250
4	6,71	140
5	8,39	90

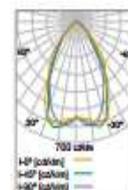
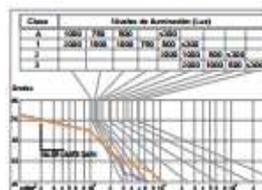


Reactancia Electrónica
Electronic Ballast
Ref. **92.42.62.0** W Kg ø mm PLum
□ 2x26 1,2 250 56 W

η 78% Clas. U.T.E. : 0,78A + 0,00T



Reactancia Electromagnética
Electromagnetic Ballast
Ref. **92.02.60.0** W Kg ø mm PLum
□ 2x13 1,9 250 36 W



2 x 40°		
h (m)	Ø (m)	Lx
1	1,68	1007
2	3,36	252
3	5,03	112
4	6,71	63
5	8,39	40

η 68%

Clas. U.T.E. : 0,768A + 0,00T

Figura N°10. Hoja de datos técnicos de la luminaria fluorescente compacta.

Fuente: www.sylvania.com.

Instar Trend Swing LED - Round

LED 6-12W NW ROUND

3079220



Range features

- More efficient than mains voltage halogen lamp and comparable with a 35-50W low voltage halogen lamp
- Easy to install: Plug and play connecting system with strain relief
- 2 lamp colours, 3 body colour finishes
- Power consumption 6W (350 mA) or 12W (700 mA)



PRODUCT OVERVIEW

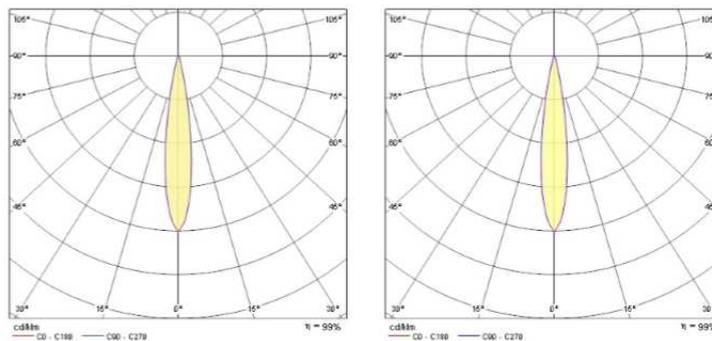
Ordering number	3079220
Technology	LED
EAN code	8711971792208
Certifications	F-mark
Mount	Ceiling recessed
Housing	Aluminium
Beam angle (°)	25°
Voltage (V)	24
Lamps	4 x LED 6-12W Cool white
Colour	White
IP rating	X4

Instar Trend Swing LED - Round

LED 6-12W NW ROUND

3079220

PHOTOMETRY



TECHNICAL DRAWINGS

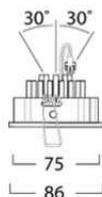


Figura N°11. Hoja de datos técnicos de la luminaria dicroica bajo voltaje.

Fuente: www.sylvania.com.

2.2.6. CÁLCULO DE LUMINARIAS

El diseño de iluminación debe estar íntimamente ligado al espacio a ser iluminado, tomando en cuenta la forma y tamaño del espacio, y la actividad a ser desarrollada,

Para ejecutar este proyecto de iluminación hay que seguir unos parámetros básicos para especificar qué iluminación es conveniente para cada espacio. Para conseguir nuestros objetivos esenciales es fundamental analizar varios factores.

PARAMETROS BÁSICOS EN UN PROYECTO DE ILUMINACIÓN	
Arquitectura y espacio	Actividad y usos
Distribución de los puntos de instalación	Interiorismo y Paisaje
Tonalidad de la luz	Niveles de iluminación apropiados
Consumos energéticos	Propuesta de luminarias, lámparas, y equipos de control
Mantenimiento	Presupuesto económico

Figura N°12. Parámetros básicos en un proyecto de iluminación.

Fuente: <http://www.avanluce.com/iluminacion-eficiente/disenio-del-proyecto-de-iluminacion/>

A continuación vamos a describir los pasos que seguimos para determinar el cálculo:

- Con la ayuda de tablas, determinamos el nivel de iluminación requerido, en luxes.

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Tabla N°6. Niveles de Iluminación

Fuente: <http://personales.upv.es>

- Luego, seleccionamos el tipo de lámpara, de acuerdo al nivel de iluminación requerido.
- Se determina el índice del local k.

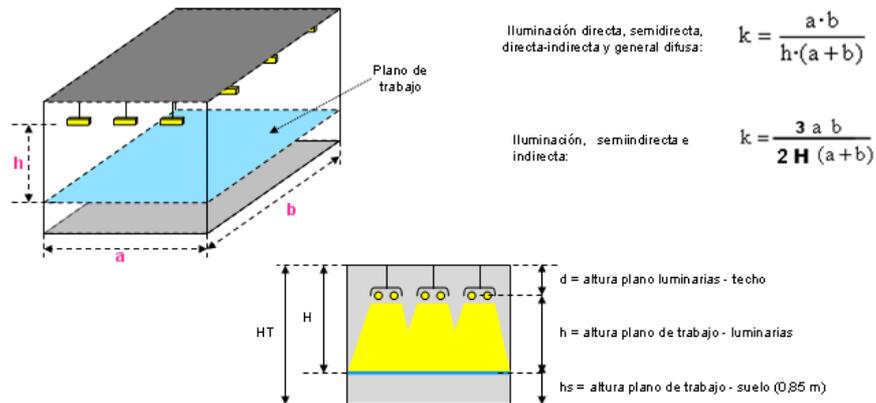


Figura N° 13. Cálculo del índice del local K.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica/interior.htm>

- A partir del índice del local k y los factores de reflexión se determina el factor de utilización CU.

Coeficientes de reflexión			Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización Cu										
Color	Factor de reflexión	Factor de reflexión del techo													
		0.7			0.5			0.3							
Techo	Blanco o muy claro	0.7	Factor de reflexión de las paredes												
			0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1				
Techo	Blanco o muy claro	0.7	1	.28	.22	.16	.25	.22	.15	.26	.22	.16			
	claro	0.5	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20			
	medio	0.3	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.25	.36	.33	.26			
Paredes	claro	0.5	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35			
	medio	0.3	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41			
	oscuro	0.1	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45			
Suelo	claro	0.3	4	.64	.66	.62	.69	.66	.62	.69	.66	.62			
	oscuro	0.1	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56			
	claro	0.3	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60			
	oscuro	0.1	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64			
			10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67			

Tabla N°7. Coeficientes de reflexión y Factor de utilización.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica/interior.htm>

- A continuación se determina el factor de mantenimiento, lo cual implica la pérdida de las características iniciales de iluminación, pérdida de reflexión, debido al polvo y suciedad.

- El siguiente paso es el cálculo del número de lámparas.

$$N = \frac{E * Area\ del\ piso}{FL * CU * FC}$$

Donde:

E = Iluminación en luxes.

FL = Flujo luminoso en lúmenes por lámpara.

CU = Coeficiente de utilización.

FC = Factor de depreciación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Nuestros resultados obtenidos los vemos reflejados en la simulación, mediante el software de diseño de iluminación que hemos utilizado, DIALux 4.11., en el cual hemos ingresado todos los datos para nuestro calculo:

- Ingresamos las dimensiones de nuestros espacios a calcular como son: altura, ancho y largo.
- Plano útil: hemos puesto una altura de nivel útil 0,850.
- Para la selección de cada luminaria lo hicimos con un criterio desde el punto de vista estético y de acuerdo a las exigencias visuales para cada espacio y su localización.
- El tipo de montaje, hemos especificado para cada lámpara, su tipo de montaje dependiendo de su localización ya sea en techo, piso y paredes, lo cual podremos observar de mejor manera en el anexo IX.

Los resultados los podemos observar en el anexo IX.

2.3. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA.

2.3.1. INTRODUCCIÓN.

El sistema eléctrico constituido por iluminación interior, tomacorrientes, salidas especiales, alimentadores, tableros y subtableros eléctricos, recorridos, ductos, canalizaciones, cámara de transformación y mallas de tierra, a continuación detallaremos el diseño de nuestro sistema de fuerza, el cual es de suma

importancia en un sistema eléctrico, encargado de conducir y alimentar de forma segura a los equipos, en el cual debemos tomar en cuenta código de colores, ductería, montaje e instalación de acuerdo a normas establecidas.

2.3.2. SISTEMA DE FUERZA.

El Sistema de fuerza abarca todos los tomacorrientes que están dispuestos para cada zona del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa, estos deben ser dimensionados de modo que estén protegidos contra sobrecarga y cortocircuito, estos pueden ser polarizados o no polarizados, en nuestro caso hemos elegido un tomacorriente polarizado, el cual posee tres puntos de conexión, fase, neutro y tierra, por ser los más seguros y podrán alimentar de manera segura los aparatos eléctricos.

Para la instalación de un tomacorriente debemos tomar en cuenta normas, las cuales están establecidas con el fin de brindar seguridad eléctrica, es por esto, que hemos separado por circuitos de tomacorrientes, en los cuales el número de tomacorrientes no podrá ser mayor de diez por cada circuito.

El calibre del conductor se recomienda de acuerdo a la intensidad de corriente que va a pasar por este sea #12AWG, en ningún caso podrá ser menor de #10AWG.

Hemos considerado una caída de tensión en el punto más alejado de la instalación máxima permisible de un 5%.

Las alturas de montaje a la cual deben colocarse los tomacorrientes es de 0,45m, del piso terminado al centro de la caja.

Para los circuitos de fuerza hemos asignado un subtablero eléctrico – salón de uso múltiple de tomacorrientes, STE-SUMT.

Para lo que son salidas especiales hemos considerado circuitos individuales como son; la secadora de manos en los baños, la cabina de control, y el cuarto de tableros, así mismo para cada locación hemos asignado una determinada potencia, la cual describimos a continuación:

2.3.3. CÁLCULO DE ALIMENTADORES.

Un alimentador en una instalación eléctrica es el encargado de llevar toda la corriente hacia la instalación, al grupo de cargas que la consume, para el dimensionamiento de este debemos tomar en cuenta algunos parámetros, los cuales para nuestro diseño son:

- Potencia Unitaria.- PU.
- Factor de Frecuencia de Uso.- FFU.
- Carga Instalada Representativa.- CIR.
- Factor de Demanda.- FD.
- Demanda Máxima Unitaria.- DMU.

Con estos parámetros procederemos al cálculo y dimensionamiento de los alimentadores para cada uno de nuestros circuitos.

Sala.

Para la sala, en los pasillos, hemos asignado tres circuitos de fuerza, los cuales manejan un voltaje de salida monofásico de 127v, y hemos asignado una potencia de 1000w para cada uno de los puntos, debido a la carga que preveemos, la cual puede ser de conexión de aparatos eléctricos que demanden potencia, como una aspiradora, una pulidora u otro artefacto, en base a este criterio hemos dimensionado y asignado dicha potencia.

A continuación realizamos el cálculo que en base a la necesidad hemos diseñado:

Pasillos:

Circuito T_1 :

Para el circuito de fuerza T_1 que cuenta con un total de 5 tomacorrientes con una carga de 1000w cada uno, y una demanda máxima unitaria de 1750w:

$$P = 1750w$$

$$S = \frac{1750W}{0,9}$$

$$S = 1944VA$$

$$I = \frac{S}{V}$$

$$I = \frac{1944VA}{127V}$$

$$I = 15,3A.$$

Multiplicamos por un factor de seguridad de 1,25.

$$I_t = I_c * F_s$$

$$I_t = 15,3A * 1,25$$

$$I_t = 19,1A.$$

Con la ayuda de la siguiente tabla podemos seleccionar el calibre del conductor que nos va a soportar este amperaje.

ALAMBRES

Calibre AWG o MCM	Número hebras	Espesor		Diámetro aprox. mm	Resistencia eléctrica Ohm/km	Peso aprox. kg/km	Capacidad de corriente (Ta 30° C, ducto) (1)A	Capacidad de corriente (Ta 30° C, aire) (1) A
		PVC mm	Nylon mm					
14	1	0,38	0,10	3	8,46	25	25	35
12	1	0,38	0,10	3	5,32	35	30	40
10	1	0,51	0,10	4	3,34	60	40	55

CABLES

Calibre AWG o MCM	Número hebras	Espesor		Diámetro aprox. mm	Resistencia eléctrica Ohm/km	Peso aprox. kg/km	Capacidad de corriente (Ta 30° C, ducto) (1)A	Capacidad de corriente (Ta 30° C, aire) (1) A
		PVC mm	Nylon mm					
14	7	0,38	0,10	3	8,62	26	25	35
12	7	0,38	0,10	3,5	5,43	37	30	40
10	7	0,51	0,10	4,5	3,41	62	40	55
8	7	0,76	0,13	6	2,144	100	55	80
6	7	0,76	0,13	7	1,348	150	75	105
4	7	1,02	0,15	9	0,848	230	95	140
2	7	1,02	0,15	10	0,534	350	130	190
1	19	1,27	0,18	12	0,423	460	150	220
1/0	19	1,27	0,18	13	0,335	560	170	260
2/0	19	1,27	0,18	14	0,266	700	195	300
3/0	19	1,27	0,18	15	0,211	860	225	350
4/0	19	1,27	0,18	16	0,167	1080	260	405
250	37	1,52	0,20	18	0,142	1280	290	455
350	37	1,52	0,20	21	0,101	1760	350	570
500	37	1,52	0,20	24	0,071	2500	430	700
750	61	1,78	0,23	29	0,047	3700	535	885
1000	61	1,78	0,23	33	0,035	4900	615	1055

Tabla N°8. Capacidad de corriente de cable tipo THHN

Fuente: <http://www.comercialaragon.cl>

Por consiguiente, de acuerdo a la tabla N°8, el calibre de conductor que soporta esta corriente es el N°10AWG, por tanto, para alimentar este circuito utilizaremos dos cables N°10AWG, para fase y neutro, para la tierra utilizaremos un calibre menos equivalente a N°12AWG.

Circuito T₂:

Para el circuito T₂, el cual consta de un total de 4 tomacorrientes con una carga de 1000w cada uno, y una demanda máxima unitaria de 2000w. Aplicando las ecuaciones anteriores nos da una corriente de:

$$I = 21,9A$$

Según la tabla N°8 el calibre adecuado para esta corriente es el N°10AWG, por tanto, para alimentar este circuito utilizaremos dos cables N°10AWG, para fase y neutro, para la tierra utilizaremos el calibre N°12AWG.

Circuito T₃:

Para el circuito T₃, tenemos un total de 5 tomacorrientes al igual que el circuito T₁, con una carga de 1000w para cada uno, y una demanda máxima unitaria de 2500w, aplicando las ecuaciones de cálculo nos da una corriente de:

$$I = 27,3A$$

De acuerdo a la tabla N°8 el calibre es N°10AWG, por lo cual, el alimentador será de dos cables N°10AWG, para fase y neutro, para la tierra N°12AWG.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₁	FUERZA PASILLOS	19,1	(2 x N° 10) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 12) AWG - TIPO THHN
T ₂	FUERZA PASILLOS	21,9	(2 x N° 10) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 12) AWG - TIPO THHN
T ₃	FUERZA PASILLOS	27,3	(2 x N° 10) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 12) AWG - TIPO THHN

Tabla N°9. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de los pasillos.

Escenario.

Para el escenario, hemos dispuesto de cuatro circuitos, enfocándonos en cargas de artefactos que demandan potencia, los cuales pueden ser, equipos de audio, luces, etc., por lo cual hemos asignado una carga adecuada la cual es descrita a continuación, así mismo, el cálculo para los alimentadores.

Circuito T₄, T₅, T₆, T₇:

Para los circuitos T₄, T₅, T₆, T₇ tenemos 3 tomacorrientes para cada circuito respectivamente con una carga de 1200 para cada uno y una demanda máxima unitaria de 1800w, aplicando las ecuaciones para el respectivo calculo tendremos una corriente de:

$$I_t = 19,7A.$$

De acuerdo a la tabla N°8, el calibre adecuado para esta corriente es el N°12AWG, para fase y neutro, para tierra el N°14AWG.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇	FUERZA ESCENARIO	19,7	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°10. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza del escenario.

Baños.

Para el área de los baños, hemos dispuesto salidas especiales, para el secador de manos, los cuales son circuitos individuales, los cuales son:

Circuitos T₈, T₉, T₁₁, T₁₂:

Cada circuito posee un tomacorriente individual con una carga de 1000w cada uno y una demanda máxima unitaria de 500w.

Aplicando las ecuaciones tendremos:

$$I_t = 5,5A.$$

De acuerdo a la tabla N°8 el calibre del conductor es N°12AWG, para fase y neutro, para tierra N°14AWG.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₈ , T ₉ , T ₁₁ , T ₁₂	SECADOR DE MANOS	5,5	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°11. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de los secadores de manos.

Vestidores.

Para el área de los vestidores hemos dispuesto de un circuito de 6 tomacorrientes con una carga de 1000w y una demanda máxima unitaria de 1800w, lo cual nos da una corriente de:

Circuito T₁₀:

$$I_t = 19,7A$$

El calibre adecuado de acuerdo a la tabla N°8 es el N°10AWG, para fase y neutro, para tierra N°12AWG.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₁₀	VESTIDORES	19,7	(2 x N° 10) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 12) AWG - TIPO THHN

Tabla N°12. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de vestidores.

Cabina de Control.

Para la cabina de control hemos dispuesto una salida especial, es decir, un circuito individual formado por un tomacorriente con una carga de 1000w y una demanda máxima unitaria de 500w, para lo cual tendremos una corriente de:

Circuito T₁₃:

$$I_t = 5,5A$$

El calibre adecuado para este circuito es N°12AWG para fase y neutro, y N°14AWG para tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₁₃	CABINA DE CONTROL	5,5	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°13. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de la cabina de control.

Cuarto Tableros.

Para el cuarto que va albergar los tableros eléctricos hemos asignado una salida especial, el cual será un circuito individual.

Circuito T₁₄:

Este circuito consta de un circuito individual, que consta de un tomacorriente con una carga de 1200w y una demanda máxima unitaria de 600w, para lo cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 6,5A$$

De acuerdo a la tabla N°8, seleccionamos el conductor N°12AWG, para fase y neutro, para la tierra un conductor N°14AWG.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
T ₁₄	CUARTO TABLEROS	6,5	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°14. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza del cuarto de tableros.

Iluminación de Emergencia.

Para los sistemas diseñados, se han considerado los sistemas de suministro de energía eléctrica normal, cuando la energía eléctrica sea suministrada por la Empresa Eléctrica Quito; en caso de falla de este suministro por parte de la Empresa Eléctrica, entraran en funcionamiento estas lámparas, las cuales, se han dispuesto en circuitos de manera estratégica con el fin de suplir las necesidades del local, en el momento que existiese falta de energía eléctrica.

Estas lámparas de emergencia poseen una batería de plomo de 6 voltios, para trabajo autónomo, 40AH/20HR y están dispuestas de la siguiente manera:

Circuito E₁, E₄:

Estos circuitos de lámparas de emergencia, constan de 5 tomacorrientes con una carga de 200w para cada tomacorriente y una demanda máxima unitaria de 420w, para la cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 4,5A$$

Para el cual hemos asignado un alimentador N°12AWG para fase y neutro, y un conductor N°14AWG para la tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
E ₁ , E ₄	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	4,5	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°15. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de las lámparas de iluminación de emergencia.

Circuito E₂, E₃:

Los circuitos E₂, E₃ para lámparas de emergencia, constan de 8 tomacorrientes, con una carga de 200w cada uno y una demanda máxima unitaria de 672w, para la cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 7,4A$$

Para el cual hemos asignado un alimentador N°12AWG para fase y neutro, y un conductor N°14AWG para la tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
E ₂ , E ₃	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	7,4	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°16. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de las lámparas de iluminación de emergencia.

Circuito E₅:

El circuito E₅, consta de 7 tomacorrientes con una carga de 200w cada uno y una demanda máxima unitaria de 588w para lo cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 6,4A$$

Para el cual hemos asignado un alimentador N°12AWG para fase y neutro, y un conductor N°14AWG para la tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
E ₅	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	6,4	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°17. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de las lámparas de iluminación de emergencia.

Circuito E₆:

Este circuito consta de 6 tomacorrientes con una carga de 200w cada uno y una demanda máxima unitaria de 504w, para lo cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 5,5A$$

Para el cual hemos asignado un alimentador N°12AWG para fase y neutro, y un conductor N°14AWG para la tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
E ₆	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	5,5	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°18. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de las lámparas de iluminación de emergencia.

Circuito S₁:

Este es el circuito de rótulos de salida para emergencia, el cual está diseñado con un total de 8 tomacorrientes con una carga de 200w cada uno y una demanda máxima unitaria de 672w, para lo cual tendremos una corriente de:

$$I_t = 7,3A$$

Para el cual hemos asignado un alimentador N°12AWG para fase y neutro, y un conductor N°14AWG para la tierra.

Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Corriente Alimentador (A)	Calibre del alimentador
S ₁	ROTULOS DE SALIDA	7,3	(2 x N° 12) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 14) AWG - TIPO THHN

Tabla N°19. Calibre de conductores para los circuitos de fuerza de los rótulos de salida.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PARA EL SUBTABLERO DE ILUMINACIÓN STE-SUMA.

Para el cálculo del calibre del conductor que va a alimentar al subtablero de iluminación, utilizaremos la información de la carga total de iluminación que va a manejar el Salón de Uso Múltiple de La Unidad Educativa, para lo cual nos ayudaremos con los datos obtenidos del cuadro de cargas, en el que tenemos una demanda máxima unitaria total de 12702,9w.

Utilizando las ecuaciones tenemos:

$$P = 12702,9w \qquad I = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$S = \frac{12702,9w}{0,9} \qquad I = \frac{14114,3VA}{\sqrt{3} \cdot 220}$$

$$S = 14114,3VA \qquad I = 37A$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad de 1,25.

$$I_t = I_c \cdot F_s$$

$$I_t = 37A \cdot 1,25$$

$$I_t = 46,3A.$$

Con la ayuda de la tabla N°8, tenemos que el calibre adecuado es el N°8AWG, pero debido a la distancia y caídas de voltaje en el alimentador es recomendable sobredimensionar, por lo que utilizaremos para nuestro alimentador, tres cables

N°4AWG para las fases R, S y T respectivamente, más un cable N°4AWG para el neutro, para la tierra utilizaremos un cable N°6AWG.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PARA EL SUBTABLERO DE FUERZA STE-SUMT.

Para calcular el calibre del conductor que va a alimentar al subtablero de fuerza, vamos a utilizar al igual que el caso anterior, la información de la carga total que se manejara en el Salón de Uso Múltiple de La Unidad Educativa, para lo cual nos ayudaremos con los datos obtenidos del cuadro de cargas, en el que tenemos una demanda máxima unitaria total de 22298w.

Utilizando las ecuaciones tenemos:

$$\begin{aligned}
 P &= 22298w & I &= \frac{P(VA)}{\sqrt{3} * V} \\
 S &= \frac{22298w}{0,9} & I &= \frac{24775,5VA}{\sqrt{3} * 220} \\
 S &= 24775,5VA & I &= 65A
 \end{aligned}$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad de 1,25.

$$\begin{aligned}
 I_t &= I_c * F_s \\
 I_t &= 65A * 1,25 \\
 I_t &= 81,2A.
 \end{aligned}$$

Según la tabla N°8, tenemos que para dicha capacidad de corriente corresponde un calibre de conductor N°6AWG, pero debido a la caída de voltaje por la distancia del tablero eléctrico principal a los subtableros, alimentaremos nuestro subtablero con tres cables N°4AWG tipo THHN para las fases R, S y T respectivamente, más un cable N°4AWG para el neutro, para la tierra utilizaremos un cable N°6AWG.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.

Para el cálculo del alimentador principal utilizaremos la carga total, la cual está conformada por iluminación y fuerza del Salón de Uso Múltiple, de acuerdo al cuadro de cargas tenemos una demanda máxima unitaria total de 35000,9w:

$$P = 35000,9w$$

$$I = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} * V}$$

$$S = \frac{35000,9w}{0,9}$$

$$I = \frac{38889,8VA}{\sqrt{3} * 220}$$

$$S = 38889,8VA$$

$$I = 102,07A$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad de 1,25.

$$I_t = I_c * F_s$$

$$I_t = 102,07A * 1,25$$

$$I_t = 126A.$$

Según la tabla N°8, tenemos que para dicha capacidad de corriente corresponde un calibre de conductor N°4AWG, pero debido a la distancia que existe del tablero principal a los subtableros, alimentaremos con tres cables N°1/0AWG tipo THHN para las fases R, S y T respectivamente, más un cable N°1/0AWG para el neutro, para la tierra utilizaremos un cable N°2AWG.

2.3.4. ACOMETIDAS

La acometida para una instalación eléctrica, es una derivación desde la red de distribución de la empresa de servicio eléctrico hacia la edificación. Las acometidas en baja tensión finalizan en la denominada caja general de protección mientras que las acometidas en alta tensión finalizan en un Centro de Transformación. Este es el punto donde comienza las instalaciones internas.⁷

La acometida para este tipo de local, será de acuerdo a la carga instalada y se considerara una reserva que pueda abarcar instalaciones futuras dentro del local.

La acometida deberá ser independiente y subterránea, su canalización deberá ser en tubería metálica conduit ya que servirá para transportar y utilizar la energía

⁷ <http://www.webquest.es/caza/acometida-electrica>

después del punto de conexión de la red de distribución, y deberá estar conformada por los siguientes componentes:

- Punto de alimentación.
- Conductores.
- Ductos.
- Tablero general de acometidas.
- Interruptor general.
- Armario de medidores.

Para lo cual existen unas disposiciones técnicas:

-Los conductores de la acometida deberán ser continuos, desde el punto de conexión de la red hasta los bornes de la entrada del equipo de medida.

-No se aceptarán empalmes, ni derivaciones, en ningún tramo de la acometida. En la caja o armario de medidores deberá reservarse en su extremo una longitud del conductor de la acometida suficiente que permita una fácil conexión al equipo de medida.⁸

Para nuestra instalación nos valdremos de una acometida trifásica tetrafilar.

Acometida Trifásica Tetrafilar.

Una acometida trifásica tetrafilar está conformada por las tres fases R, S, T y el neutro.

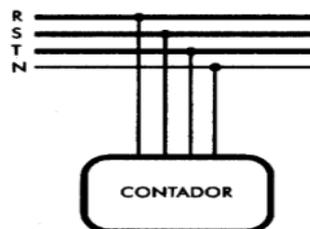


Figura N° 14. Acometida trifásica.

Fuente: <http://electricidad-okar.blogspot.com>

⁸ <http://www.codensa.com.co/documentos/>

Y las características más importantes son:

-Se dispone de dos tensiones: tensión de línea 220v, y 127v como tensión de fase.

-Usaremos este sistema porque nuestra carga instalada supera los 9 KW.

Acometida Parcial.

Es la acometida que va desde el contador hasta el tablero eléctrico general, en el cual se encuentran los interruptores de los circuitos ramales.

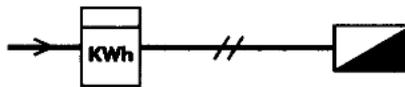


Figura N° 15. Acometida parcial.

Fuente: <http://electricidad-okar.blogspot.com>

Tableros Eléctricos.

El tablero eléctrico es el corazón de la instalación eléctrica, puesto que en él se encuentran todas las protecciones y elementos de maniobra, el cual debe colocarse con la máxima seguridad y deberá localizarse en lugares secos con el fin de proteger los equipos de la humedad y con un frente sin tensión, es decir, sin ningún contacto con materiales extraños, manteniéndose las partes vivas aisladas.

Tablero Eléctrico General.

El tablero eléctrico General es el tablero principal de la instalación en el cual se alojan todos los dispositivos de protección y maniobra para operar toda la instalación interior.

Tablero Eléctrico Principal.

El tablero principal es el centro de distribución de toda la carga eléctrica, recibe los alimentadores de la fuente y de aquí partirán los circuitos que alimentaran luminarias y tomacorrientes.

En el presente trabajo se ha diseñado en planos un tablero eléctrico general TEGT-TEATRO, del cual se derivan dos tableros:

- Tablero Eléctrico Normal.-TEN-TEATRO
- Tablero Eléctrico de Emergencia.-TEEm-TEATRO

El cual tendrá dos elementos de maniobra y protección (breakers) de 3P-150A, para el tablero eléctrico normal, y 3P-40A, para el tablero eléctrico de emergencia.

Tablero Eléctrico Normal.- TEN-TEATRO.

Este tablero está diseñado de manera tal, que albergara los subtableros de iluminación y fuerza, para lo cual tendrá dos elementos de maniobra y protección (brakers) para cada subtablero:

- Subtablero de iluminación.-STE-SUMA, 3P-75A
- Subtablero de Fuerza.-STE-SUMT, 3P-100A

Subtablero Eléctrico de Iluminación.- STE-SUMA.

Este subtablero eléctrico, está diseñado con un total de 27 circuitos, el cual tendrá el número de brakers igual al número de circuitos diseñados.

Subtablero Eléctrico de Fuerza.- STE-SUMT.

Este subtablero eléctrico, está diseñado con un total de 21 circuitos, el cual tendrá el número de brakers igual al número de circuitos diseñados.

Tablero Eléctrico de Emergencia.- TEEEm-TEATRO.

En caso de que se suspenda el suministro eléctrico convencional, por parte de la Empresa Eléctrica Quito S.A, este tablero permitirá la conmutación, con el generador de emergencia, facilitando así, que entre en servicio el generador de emergencia, para atender la demanda eléctrica del Salón de Uso Múltiple.

De este tablero se derivara un subtablero de luces con transferencia automática TEEEm-AE1, el cual es un circuito de iluminación de emergencia, formado por 20 puntos con un braker de 1P-15A.

Las especificaciones puntuales de cada tablero y subtablero eléctrico, se puede ver en los cuadros de carga adjuntos a este trabajo y/o en el Diagrama Eléctrico Unifilar.

2.3.5. SISTEMA DE GENERACIÓN DE EMERGENCIA.

Debido a la inestabilidad de energía en épocas de estiaje, para dar continuidad al servicio eléctrico, en caso de falla del sistema eléctrico normal de MT Media Tensión suministrada por la Empresa Eléctrica Quito S.A., o por cualquier otra eventualidad, ya se ha previsto la instalación y montaje de un generador de emergencia para la Unidad Educativa, un grupo electrógeno de potencia nominal 250 KW EFECTIVOS a la altura de la ciudad de Sangolqui, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha (aproximada altura 2800m SNM); este grupo generador, debe abastecer la demanda eléctrica para la Unidad Educativa.

Para este proyecto hemos diseñado un circuito de luces con transferencia automática, el cual es operado por un el tablero eléctrico de emergencia TEE-TEATRO, el cual tiene un breaker de 3P-40A, y un voltaje de salida de 220V, este ha sido diseñado también para futuras instalaciones en el Salón de Uso Múltiple, por lo cual tendremos una potencia de:

$$P = V * I\sqrt{3}\cos\theta$$

$$P = 220v * 40A\sqrt{3} * 0,9$$

$$P = 13,7Kw.$$

La potencia que necesitaremos será de 15Kw, la cual nos abasteceremos del grupo electrógeno de la Unidad Educativa.

El generador, tiene todos los accesorios requeridos, para que brinde un buen servicio:

- Refrigeración por aire.
- Accesorios estándar
- Silenciador especial tipo hospitalario.
- Filtros reemplazables.
- Motor de arranque.

- Bomba de combustible tipo diafragma.
- Bomba de inyección.
- Equipos de medida.
- Baterías.
- Cables de batería.
- Tanque de combustible con tubo visor de nivel.
- Tubería de combustible, con base patín acoplado a generador trifásico a cuatro hilos, sin escobillas, sincrónico, auto excitado, incluyendo solenoide para control y todo el equipo necesario para su correcto funcionamiento.

Tiene un tablero eléctrico de control, con todos los parámetros eléctricos:

- Amperímetros.
- Voltímetros.
- Frecuencímetro.
- Regulador de voltaje.
- Interruptor termo-magnético principal.

2.4. DISTRIBUCIÓN DE DUCTOS Y BANDEJAS PORTACABLES.

Una vez ubicada toda la información sobre los tableros y subtableros eléctricos, podremos detallar como vamos a hacer el paso de los alimentadores y subalimentadores hacia los distintos puntos.

Todos los alimentadores, serán llevados por una escalerilla eléctrica, y deberán ir marquillados (con una leyenda indicando donde van y de donde vienen).

En el Proyecto, se ha diseñado, un recorrido de canaletas eléctricas; esta canaleta, llevará los subalimentadores de cada subtablero, hasta el tablero principal.

Todos los subalimentadores eléctricos, serán tipo THHN, con conductor de cobre suave, en cableado concéntrico, con aislamiento de poli cloruro de vinilo (PVC) y sobre capa protectora de poliamida (Nylon), resistente a la abrasión, resistente a los agentes químicos, los ácidos, no propaga llama.

Esta canaleta eléctrica, será de longitud 2.4 m x 20 cm de ancho x 15 cm de altura; se cuantificará por unidad (2.4m); es una canaleta con tapa, soportada en una base metálica especial tipo estructural denominada chanel; este chanel, irá sujeto a dos tirantes (varilla roscada galvanizada sujeta a la losa con taco Fischer metálico).

En el cuarto de tableros eléctricos, se usarán también escalerillas , para distribuir los circuitos eléctricos; las escalerillas eléctricas son similares a las canaletas, sin tapa.

Tuberías.

Para los conductores de todos los sistemas eléctricos, estos deberán ser instalados dentro de tuberías conduit metálicas, livianas, de tipo EMT, con uniones, conectores de tornillo y accesorios conduit, cuyo montaje se realizara de la siguiente manera: (Ver anexo I)

Para este proyecto, hemos tubería de ¾" y de 4" la cual ha sido distribuida de manera segura y protegiendo los conductores, en el plano adjunto en el anexo podremos observar el recorrido en detalle.

Se deberá comenzar tendiendo los circuitos, sistema por sistema, tipo vista (canaleta eléctrica; de la canaleta eléctrica, se derivarán con tubería vista tipo instalación industrial, los circuito y puntos de alumbrado, los circuitos y puntos de fuerza de tomacorrientes y fuerza especiales.

Todas las tuberías deberán estar bien ancladas con abrazaderas, tacos y tornillos. Los tramos de las tuberías deberán ser continuos entre cajas de salida, tableros, cajas de distribución, conexión, unidos con todos los accesorios.

Todos los ingresos a cajas, receptáculos, sub-tableros, deben ingresar con conectores.

En el tendido de la tubería, no se permitirán más de tres curvas de 90° ó su equivalente, en cada tramo de tubería entre cajas.

Todas las cajas de salida deberán estar perfectamente ancladas, al menos con un taco y tornillo, para asegurarle.

Los cortes de tubería deben ser perpendiculares al eje longitudinal y eliminando toda rebaba.

Durante el proceso de construcción, las bocas de los tubos, que no terminen en cajas, deberán ser adecuadamente tapadas para evitar el ingreso de materiales de construcción.

Antes de proceder a pasar los conductores, se deberán limpiar perfectamente la tubería y las cajas.

Las tuberías verticales deben ir sujetas con abrazaderas o racks cada 2 metros al menos.

Todos los codos que se instalen de tipo conduit (no de 19-25mm), deben ser prefabricados y tener un radio mínimo de 6 veces el diámetro interior del tubo.

Todas las tuberías deben de colocarse de tal manera que no soporten esfuerzos; es decir de las tuberías eléctricas no podrán sujetarse ningún elemento extraño a ella.

Las tuberías deben ser únicas; esto es llevar a cada tubería, un sistema; no se puede dentro de las tuberías mezclar los sistemas eléctricos, telefónicos, etc.

Las tuberías eléctricas, deberán ser tendidas, evitando cruzarse con otros sistemas mecánicos, tratando en lo posible y principalmente alejarse unos 10-20cm, de tuberías de sistemas mecánicos(gases, o de temperatura).

CAJAS DE REVISIÓN Y SALIDA:

Todas las cajas a emplearse estarán conectadas a la tubería por medio de conectores apropiados.

Las cajas de derivación y tomacorrientes, se colocarán en partes de fácil manejo y revisión, a no menos de 30 cm del piso, debiendo quedar visibles.

Las tapas de las cajas de derivación, interruptores o tomacorrientes, deberán quedar al nivel de la superficie, en que van embutidas y en forma de que queden visibles.

En general se utilizarán los siguientes tipos de cajas:

Para salidas de luz, cajas de paso, cajas ortogonales conduit metálicas galvanizadas de 101.6 x 53.98 y 1.59 mm de espesor. (4" x 2 1/8" y 1/16" de espesor), para salidas especiales, salidas de luz donde lleguen más de cuatro tuberías de 1/2" o más de una tubería de 3/4", cajas conduit metálicas galvanizadas, cuadradas de 119.6 x 53.98 y 1.59mm de espesor (4 11/16" x 2 1/8" y 1/16" de espesor).

Para salidas de tomacorrientes, interruptores, cajas conduit, metálicas galvanizadas rectangulares de 101.6 x 53.98 y 1.59 mm de espesor.

Las cajas rectangulares para interruptores y pulsadores se montarán verticalmente, mientras que aquellas que correspondan a tomacorrientes, se montarán horizontalmente.

Toda caja debe cerrarse con su tapa utilizando tornillos.

CAPÍTULO III

PROTECCIONES ELÉCTRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN

En las instalaciones eléctricas es de vital importancia garantizar que por los conductores no se va a exceder la capacidad de corriente para la que estos han sido diseñados, de ocurrir esto se perdería la calidad del conductor, y podrían suceder accidentes, por ende desgracias, las cuales debemos evitar, tomando en cuenta nuestras características de diseño.

Para un correcto diseño de las protecciones eléctricas de nuestro diseño hemos tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- **Sensibilidad.-** Debe ser sensible para operar tanto en rangos de fallas máximas como mínimas.
- **Selectividad.-** Debe tener la capacidad de seleccionar y aislar únicamente la falla del equipo afectado, evitando la desconexión de los demás equipos.
- **Velocidad de respuesta.-** Debe actuar la protección con la mayor rapidez posible, de esta manera evitar daños en los equipos.
- **Seguridad.-** Debe garantizar la protección sea en cortocircuitos o sobrecargas.
- **Economía.-** Debe ser la mejor protección al menor costo.

3.2. FALLAS COMUNES EN SISTEMAS ELECTRICOS.

Poner un sistema eléctrico en funcionamiento sin una protección adecuada, considerando que cualquier equipo o artefacto eléctrico pueda fallar en algún momento, nos obliga a tener en cuenta condiciones anormales de diseño, las cuales originan cambios en magnitudes de voltaje, corriente y frecuencia.

Los cortocircuitos generan un aumento de corriente y una caída de tensión y las sobrecargas demandan mayor corriente y voltaje superando valores nominales de diseño, lo cual afecta a los equipos que deben soportarlos.

La protección es un seguro de vida para nuestro sistema eléctrico, a continuación describiremos cada una de estas fallas comunes.

3.2.1. FALLAS POR CORTOCIRCUITO⁹

Al ocurrir un cortocircuito, la fuerza electromotriz de la fuente se aplica a una impedancia relativamente baja, por lo cual circulan corrientes que perjudican al sistema, este efecto sucede de dos formas:

- Incrementa los esfuerzos térmicos, por la liberación de calor en la resistencia del circuito.
- Incrementa los esfuerzos dinámicos.

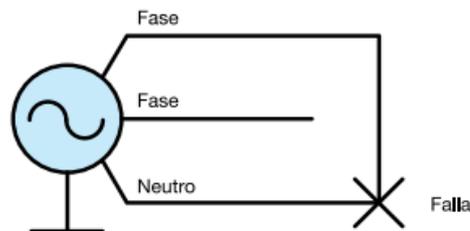


Figura N°16. Esquema de una falla de cortocircuito entre fase y neutro

Fuente: www.schneider-electric.com

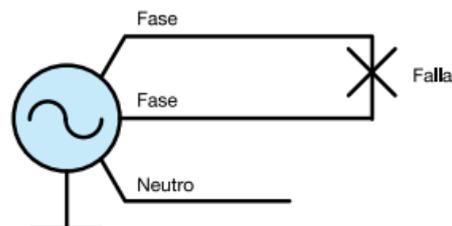


Figura N°17. Esquema de una falla de cortocircuito entre fases

Fuente: www.schneider-electric.com

⁹ Universidad Industrial de Santander-Ingeniería Eléctrica-Protecciones Eléctricas.

3.2.2. FALLAS POR SOBRECARGA.

Son corrientes en exceso de la corriente nominal del equipo, esto es, de la máxima permisible que puede circular permanentemente por el equipo.

La sobrecarga, por tanto debe desconectarse después de un cierto tiempo, para prevenir daños en los elementos que la transportan.

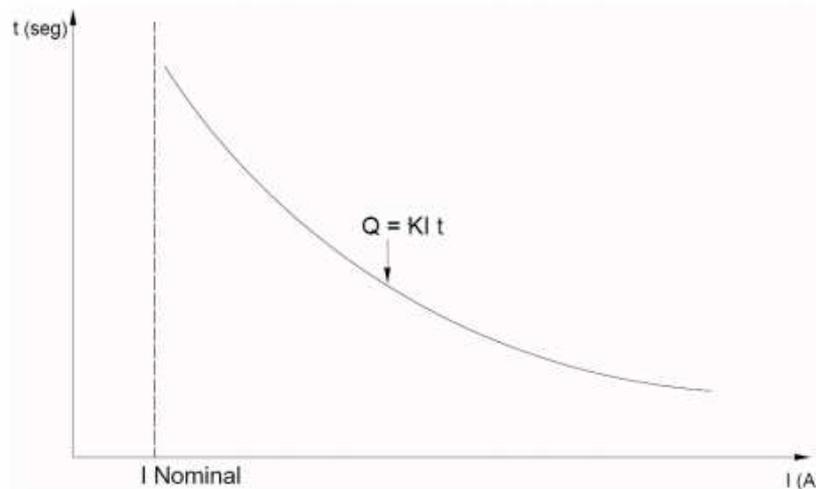


Figura N°18. Curva de Sobrecarga en circuitos eléctricos

Fuente: Universidad Industrial de Santander

3.3. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA Y CORTOCIRCUITO.

Los dispositivos que protegen una instalación eléctrica, son los encargados de proteger conductores, equipos, etc.,

Estos dispositivos tienen como misión, interrumpir la energía eléctrica en caso de falla y una selección no adecuada de estos pone en riesgo la seguridad de personas.

Las fallas más comunes en los sistemas eléctricos son por cortocircuitos y/o sobrecargas, para cada una de estas existe un tipo de protección, las cuales detallaremos a continuación:

3.3.1. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.¹⁰

En virtud de que la sobrecarga es una demanda paulatina pero creciente de la corriente eléctrica, su efecto es siempre un incremento de temperatura, ya sea en el equipo eléctrico, en los conductores de la instalación y/o en las protecciones.

El incremento en la temperatura puede causar fatiga en los elementos de la instalación y disminución de su vida útil, pero también puede ser tan grande el calor que se generen incendios, si la falla de sobrecarga no se interrumpe.(Figura N°19)



Figura N°19. Interruptor sobrecalentado por una sobrecarga.

Fuente: www.schneider-electric.com

Para protegerse ante fallas de sobrecarga en los circuitos eléctricos se utilizan principalmente los interruptores termomagnéticos, en el interior de este existe un elemento bimetálico que utiliza el efecto térmico de la sobrecarga para detectarla y mandar la apertura del interruptor para así proteger la instalación eléctrica y a sus usuarios, como se muestra en la siguiente figura:

¹⁰ www.schneider-electric.com

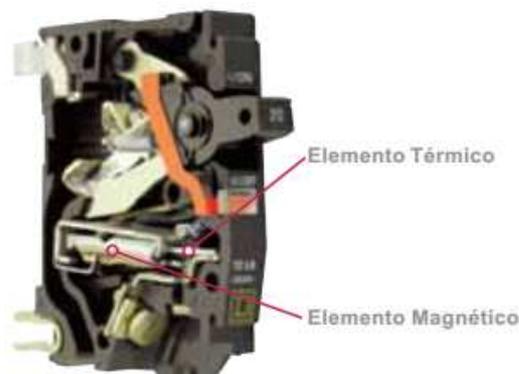


Figura N°20. Ubicación del elemento bimetálico y bimagnético en el interruptor

Fuente: www.schneider-electric.com

3.3.2. PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS.¹¹

En virtud de que el cortocircuito trae consigo un incremento súbito del valor de la corriente, se produce también un incremento inmediato del campo magnético asociado a esa corriente, ya que el campo magnético es directamente proporcional a la corriente eléctrica.

Se producen chispas y fusión de los conductores en el lugar en que estos se unieron para provocar la falla de cortocircuito, también se puede desprender material de los conductores a causa de la corriente tan intensa. Estos elementos pueden causar a su vez que se produzca fuego en materiales consumibles o explosiones en atmósferas peligrosas, además, los aislamientos de los conductores se calientan rápidamente y también pueden incendiarse, por todo esto, las fallas de cortocircuito son eventos muy peligrosos.

Toda instalación eléctrica debe tener elementos de protección ante este evento. Para dar protección ante fallas de cortocircuito se utilizan típicamente los interruptores termomagnéticos que integran un elemento magnético que es sensible a la alta intensidad del campo magnético asociado a la corriente de falla. (Figura N°21)

¹¹ www.schneider-electric.com

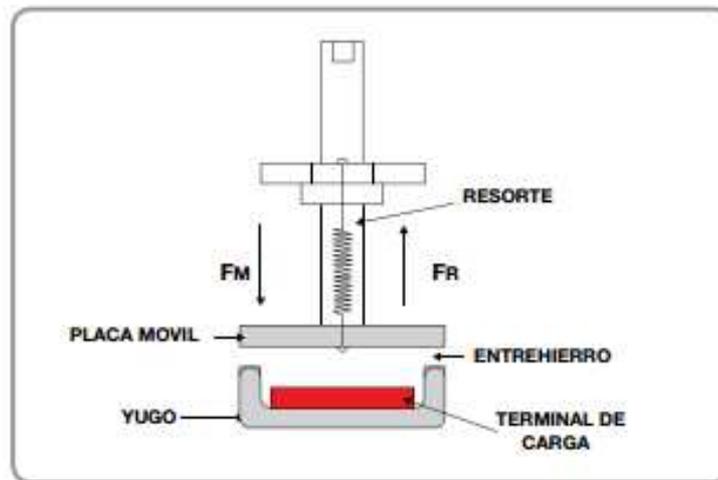


Figura N°21. Esquema de un elemento magnético.

Fuente: www.schneider-electric.com

El elemento magnético que se muestra en la figura nos permitirá entender cómo funciona esta protección, en el centro existe un conductor por el que circula la corriente eléctrica, alrededor del conductor existe un yugo de hierro que se utilizan para formar un circuito magnético, cuando la corriente fluye en el conductor se produce un campo magnético que se conduce por el yugo, si el campo es débil como el causado por la corriente nominal, el resorte mantiene la placa superior de hierro en la parte de arriba y el entrehierro se mantiene abierto, pero si la corriente es muy intensa, como la producida por una falla de cortocircuito, entonces el campo magnético también se vuelve muy intenso, lo que origina que la placa superior de hierro se junte con el yugo magnético inferior y se venza la fuerza del resorte.

3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES ELECTRICAS.

El criterio en el que nos hemos basado para el diseño del sistema de protecciones eléctricas del Salón de Uso Múltiple es el de enfocarnos en la corriente máxima que va a circular por el circuito, de esta manera podemos elegir la protección adecuada y proteger nuestros circuitos.

Dentro de los centros de carga o tableros eléctricos, se instalaran interruptores termomagnéticos enchufables tipo QOL: (Tabla N°20)

Interruptores automáticos enchufables con indicador VISI-TRIP

Ampères	Un polo 120/240 VCA 10,000 Amps RMS	Dos polos 120/240 VCA 10,000 Amps RMS	Tres polos 240 VCA 10,000 Amps RMS
10	QO110	QO210	QO310
15	QO115	QO215	QO315
20	QO120	QO220	QO320
30	QO130	QO230	QO330
40	QO140	QO240	QO340
50	QO150	QO250	QO350
60	QO160	QO260	QO360
70	QO170	QO270	QO370
100		QO2100	QO3100
110		QO2110	
125		QO2125	

Tabla N° 20. Interruptores automáticos enchufables.

Fuente: www.schneider-electric.com

El sistema eléctrico está compuesto por:

- Un tablero eléctrico general con dos breakers igual al número de subtableros que se derivan de él.
- El tablero eléctrico normal tendrá dos breakers igual al número de subtableros eléctricos que se deriva de él.
- El tablero eléctrico de emergencia tiene un breaker puesto que maneja un circuito de iluminación con transferencia automática.
- Los subtableros de fuerza y de iluminación tendrán el número de breakers igual al número de circuitos que manejan.
- El neutro, en los tableros y subtableros, por ningún concepto tendrá protección o breakers.

3.4.1. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS.

Para el cálculo y dimensionamiento del sistema de protecciones eléctricas, para los circuitos de iluminación y fuerza, lo hacemos en base a la siguiente ecuación, refiriéndonos a la máxima corriente y la máxima potencia de carga.

3.4.2. PROTECCIONES DE CIRCUITOS.

Para cada uno de los circuitos que componen el subtablero eléctrico de iluminación hemos dimensionado una protección adecuada de acuerdo a la corriente de cada circuito para lo cual tomamos en cuenta la demanda máxima unitaria de cada circuito:

Circuito A₁, Iluminación teatro-Guía piso.-

Para este circuito el cual está diseñado con un total de 13 puntos con una carga para cada punto de 20w, y una demanda máxima unitaria de todo el circuito de 109,2w, para lo cual calculamos la corriente máxima que circulara por el circuito:

$$P = 109,2w \qquad I = \frac{P(VA)}{V}$$

$$S = \frac{109,2w}{0,9} \qquad I = \frac{121,3VA}{127}$$

$$S = 121,3VA \qquad I = 0,95A$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad de 1,25.

$$I_t = I_c * F_s$$

$$I_t = 0,95A * 1,25$$

$$I_t = 1,19A.$$

$$Proteccion = 1P - 20A.$$

S = Potencia total del circuito, expresada por la demanda maxima unitaria VA.

I = Corriente maxima del circuito.

F_S = Factor de seguridad 1,25.

En la siguiente tabla tabulamos las protecciones para cada circuito de iluminación y fuerza respectivamente:

Nº	Descripción de la carga	Nº	VOLTAJE	POTENCIA TOTAL INSTALADA	In	It	PROTECCIONES
CIRCUITO		PUNTOS	[V]	INSTALADA	[A]	[A]	Nº POLOS-AMP
				[W]		Fs=1,25	Fs=1,25
		I					
A1	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	127	109,2	0,9	1,1	1P - 20
A2	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	22	127	554,4	4,4	5,5	1P - 20
A3	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	127	226,8	1,8	2,2	1P - 20
A4	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	12	127	302,4	2,4	3	1P - 20
A5	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	127	201,6	1,6	2	1P - 20
A6	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	14	127	352,8	2,8	3,5	1P - 20
A7	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	22	127	184,8	1,5	1,8	1P - 20
A8	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	14	127	352,8	2,8	3,5	1P - 15
A9	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	127	201,6	1,6	2	1P - 15
A10	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	36	127	907,2	7,1	8,8	1P - 20
A11	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	127	201,6	1,6	2	1P - 15
A12	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	30	127	756	6	7,5	1P - 15
A13	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	127	109,2	0,9	1,1	1P - 15
A14	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	22	127	554,4	4,4	5,5	1P - 15
A15	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	127	226,8	1,8	2,2	1P - 15
A16	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	12	127	302,4	2,4	3	1P - 15
A17	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	127	201,6	1,6	2	1P - 15
A18	ILUMINACION TEATRO – DOWNLIGHT	14	127	352,8	2,8	3,5	1P - 15
A19	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	6	127	100,8	0,8	1	1P - 15
A20	REFLECTOR PISO	2	127	168	1,3	1,6	1P - 15
A21	REFLECTOR PISO	2	127	168	1,3	1,6	1P - 15
A22	REFLECTOR TECHO	3	127	1719,9	13,5	16,8	1P - 20
A23	REFLECTOR TECHO	3	127	1719,9	13,5	16,8	1P - 20
A24	REFLECTOR TECHO	3	127	1719,9	13,5	16,8	1P - 20
A25	BAÑOS HOMBRES - MUJERES IZQUIERDA	16	127	403,2	3,2	4	1P - 15
A26	BAÑOS HOMBRES - MUJERES DERECHA	16	127	403,2	3,2	4	1P - 15
A27	CAMERINOS	8	127	201,6	1,6	2	1P - 15

Tabla N°21. Protecciones eléctricas para los circuitos de iluminación.

Nº CIRCUITO	Descripcion de la carga	Nº PUNTOS T	VOLTAJE [V]	POTENCIA TOTAL INSTALADA [W]	In [A]	It [A] Fs=1,25	PROTECCIONES Nº POLOS-AMP Fs=1,25
T1	FUERZA PASILLOS	5	127	1750	13,8	17,2	1P - 20
T2	FUERZA PASILLOS	4	127	2000	15,7	19,6	1P - 20
T3	FUERZA PASILLOS	5	127	2500	19,7	24,6	1P - 20
T4	FUERZA ESCENARIO	3	127	1800	14,2	17,7	1P - 20
T5	FUERZA ESCENARIO	3	127	1800	14,2	17,7	1P - 20
T6	FUERZA ESCENARIO	3	127	1800	14,2	17,7	1P - 20
T7	FUERZA ESCENARIO	3	127	1800	14,2	17,7	1P - 20
T8	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	127	500	3,9	4,8	1P - 15
T9	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	127	500	3,9	4,8	1P - 15
T10	FUERZA VESTIDORES	6	127	1800	14,2	17,7	1P - 20
T11	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	127	500	3,9	4,8	1P - 15
T12	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	127	500	3,9	4,8	1P - 15
T13	FUERZA CABINA DE CONTROL	1	127	500	3,9	4,8	1P - 15
T14	FUERZA CUARTO TABLEROS	1	127	600	4,7	5,8	1P - 15
E1	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	127	420	3,3	4,1	1P - 15
E2	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	127	672	5,3	6,6	1P - 15
E3	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	127	672	5,3	6,6	1P - 15
E4	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	127	420	3,3	4,1	1P - 15
E5	ILUMINACION DE EMERGENCIA	7	127	588	4,6	5,7	1P - 15
E6	ILUMINACION DE EMERGENCIA	6	127	504	4	5	1P - 15
S1	ROTULOS DE SALIDA	8	127	672	5,3	6,6	1P - 15

Tabla N°22. Protecciones eléctricas para los circuitos de fuerza.

3.4.3. PROTECCIONES PRINCIPALES.

Estas protecciones son denominadas principales, por ser las primeras en actuar y son los elementos de maniobra que se encuentran ubicados en cada uno de los centros de carga. (Figura N°22).

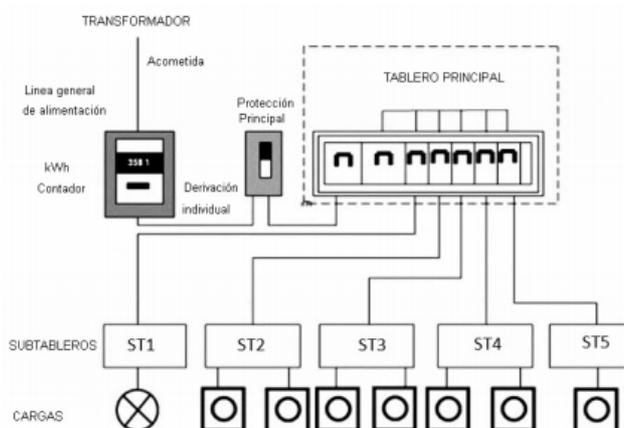


Figura N°22. Identificación de protecciones.

Fuente: www.schneider-electric.com

Para el cálculo y dimensionamiento de la protección de cada tablero, tomamos la carga total instalada, la cual es la potencia total y con esta calculamos la corriente máxima:

Tablero Eléctrico General.- TEGT-TEATRO

La potencia total instalada en el tablero es de 35336,9w, aplicando las ecuaciones de cálculo, tenemos:

$$P = 35336,9w \quad I = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} * V}$$

$$S = \frac{35336,9w}{0,9} \quad I = \frac{39263,2VA}{\sqrt{3} * 220v}$$

$$S = 121,3VA \quad I = 103,5A$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad de 1,25.

$$I_t = I_c * F_s$$

$$I_t = 103,5A * 1,25$$

$$I_t = 129,3A.$$

$$Proteccion = 3P - 175A.$$

En la siguiente tabla tabulamos las protecciones para cada tablero y subtablero del sistema eléctrico del Salón de Uso Múltiple.

Tableros	Descripción	VOLTAJE [V]	POTENCIA TOTAL INSTALADA [W]	In [A]	It [A] Fs=1,25	PROTECCIONES N° POLOS-AMP Fs=1,25
TEGT-Teatro	TABLERO ELECTRICO GENERAL	220	35336,9	109,1	136,3	3P - 175
TEN-Teatro	TABLERO ELECTRICO NORMAL	220	35000,9	108,1	135,1	3P - 150
TEEm-Teatro	TABLERO ELECTRICO DE EMERGENCIA	220	336,0	1,0	1,3	3P - 40
STE-SUMA	SUBTABLERO DE ILUMINACION	220	12702,9	39,2	49,0	3P - 75
STE-SUMT	SUBTABLERO DE FUERZA	220	22298,0	68,9	86,1	3P - 100

Tabla N°23. Protecciones eléctricas para los tableros eléctricos.

3.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra es una unión de todos los elementos metálicos que mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación de corrientes de falla o de las descargas de tipo atmosférico, y consigue que no se pueda dar una diferencia de potencial peligrosa en los edificios, instalaciones y superficie próxima al terreno.¹²

Para el diseño del sistema de puesta a tierra se han considerado algunos factores climáticos, geológicos del terreno, etc. en el cual se va a montar el sistema.

El objetivo de un sistema de puesta a tierra es:

- Brindar seguridad a las personas.
- Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.
- Establecer la permanencia, de un potencial de referencia.
- Estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación.

Es de mucha importancia realizar una conexión a tierra, ya que en el Salón de Uso Múltiple, puede existir a futuro, un equipamiento con artefactos eléctricos y electrónicos de alto costo.

Para precautelar la vida de los equipos y computadoras, para evitar corrientes Indeseables, parásitas y sobretensiones, que podrían causar una pérdida muy costosa en estos equipos en caso de una corriente transitoria peligrosa, se protegerán con un buen sistema de tierra.

¹² http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_tierra

3.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo de la malla de tierra hemos seguido los lineamientos en base a las normas eléctricas:

- NEC 250.
- IEEE Std 142-1991.

De acuerdo a estas normas, un resultado óptimo para un sistema de puesta a tierra debe estar en el rango de 0-5 ohmios, para lo cual hemos adoptado unos parámetros:

- Las mallas están diseñadas con conductor de cobre desnudo N° 1/0 AWG.
- La unión entre conductores y varillas copperweld, deberán estar soldadas con suelda tipo explosiva (exotérmicas) o cadweld.
- Las mallas de tierra irán enterradas a una profundidad de - 1.00 m BNPT.
- La barra de tierras del Tablero Eléctrico Generales y Principales, se unirán a la respectiva malla de tierra.
- La malla de tierra, ha sido diseñada, en base a las recomendaciones de la IEEE.
- Para la malla, se sugiere en este diseño, poner alrededor de cada varilla copperweld, un gel para mejorar la resistividad del suelo.

Previo a la instalación de la mallas de tierra, se deberá medir la resistividad del suelo; y una vez instalada la malla, se deberá medir la resistencia eléctrica, cuyo valor deberán estar bajo los 10 ohmios.

3.6.1. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO.

Para realizar la medición de la resistividad del suelo usamos un equipo especial llamado Telurómetro, de acuerdo al valor que obtenemos con esta medición, realizaremos el siguiente calculo por el Método de Wenner.(Figura N°23)

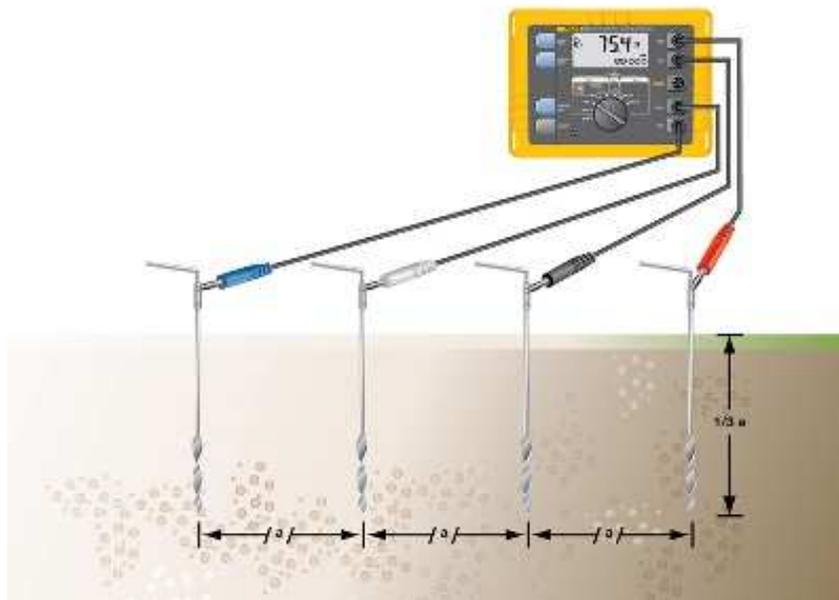


Figura N°23. Medición de resistividad del suelo por el método de Wenner.

Fuente: <http://www.fluke.com>

Este método consiste en clavar cuatro electrodos como se muestra en la figura, a una distancia de 10 metros, y una profundidad de 1 metro, para nuestro diseño. Una vez colocados los electrodos hacemos circular una corriente por ellos y medimos la diferencia de potencial, como se muestra en la figura:

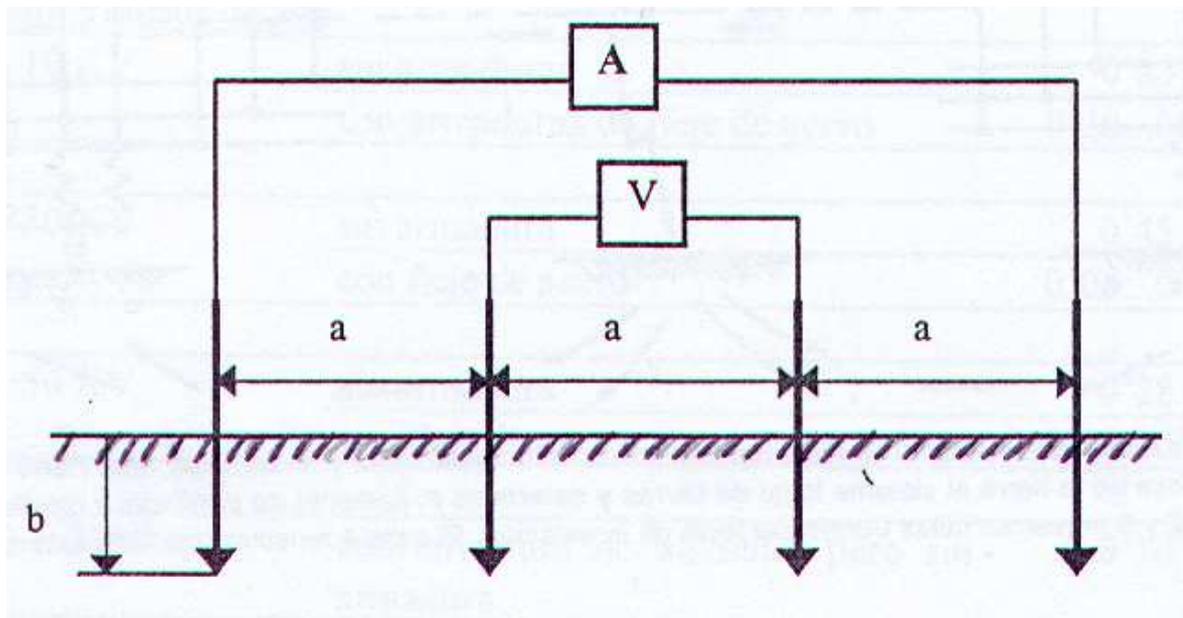


Figura N°24. Conexión para la medición de resistividad por el método de Wenner.

Fuente: www.procobre.org

Para nuestro caso nuestra medición fue:



Figura N°25. Medición práctica de resistividad del suelo con megger.

Este valor lo usaremos en la fórmula para los cálculos de resistividad:

$$\rho = 2\pi * A * R$$

Donde:

ρ = Resistividad promedio a la profundidad.

π = 3,1416

A = Distancia de electrodos en m.

R = Lectura del Telurómetro.

Para lo cual tenemos los siguientes datos:

$A = 10m$

$R = 0,49\Omega$

$$\rho = 2\pi * 10m * 0,49\Omega$$

$$\rho = 30,78\Omega.m$$

3.6.2. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

Con ayuda del diagrama unifilar como vemos en la siguiente figura:

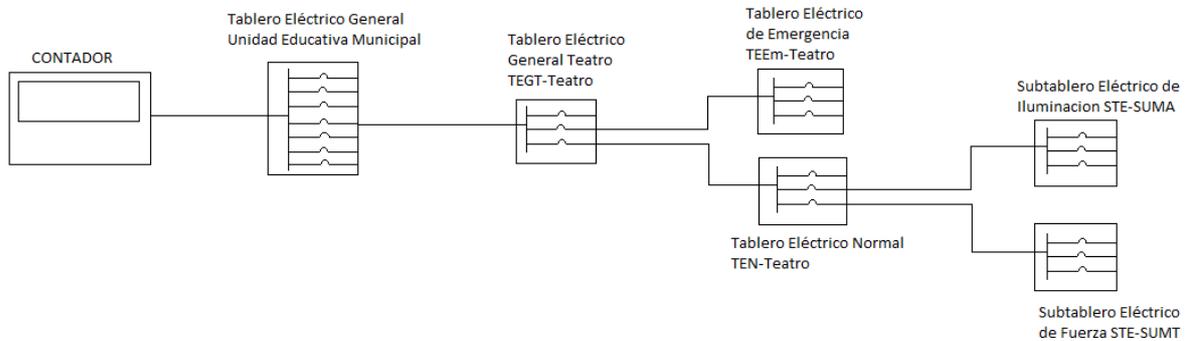


Figura N°26. Diagrama unifilar del sistema eléctrico del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal Rumiñahui.

En base a este diagrama calcularemos la corriente de cortocircuito, para este cálculo seguiremos los lineamientos de las normas NEC seleccionando de estas los valores para impedancias los cuales observamos en la tabla del anexo 6.

En la figura observamos el detalle del sistema eléctrico para nuestro diseño, tenemos una distancia del contador de energía al centro de carga de 15m con un conductor N°250MCM, del tablero eléctrico general de la Unidad Educativa al tablero eléctrico general del teatro hay una distancia de 80m con un conductor N°1/0AWG, de este a los subtableros de emergencia y normal hay 10m con un conductor N°8AWG y N°2AWG respectivamente para cada uno, y del tablero eléctrico normal a los subtableros de fuerza e iluminación hay 20m con conductores N°4AWG y N°6AWG, respectivamente.

Por lo tanto tendremos los siguientes datos para los cálculos:

Datos:

Calibre del conductor = N°250MCM

$L_1 = 15m \rightarrow 49,21pie$

De acuerdo a la tabla de valores de resistencia y reactancia para conductores (Ver anexo III), tenemos:

Resistencia $\rightarrow R = 0,052\Omega$ por cada 1000pies

Reactancia $\rightarrow X_L = 0,041\Omega$ por cada 1000pies

Por lo que mediante una regla de tres simple tenemos:

$0,052\Omega \rightarrow 1000pies$

$R \rightarrow 49,21pies$

$R = 0,002558\Omega$

$0,041\Omega \rightarrow 1000pies$

$X_L \rightarrow 49,21pies$

$X_L = 0,002017\Omega$

Para los demás conductores tenemos los valores tabulados en la siguiente tabla:

Calibre del conductor [AWG]	Distancia [pies]	Resistencia [Ω]	Reactancia [Ω]
1/0	262,4	0,03149	0,01154
8	32,8	0,02558	0,0017056
2	32,8	0,006232	0,001476
4	65,6	0,02033	0,003149
6	65,6	0,0321	0,003346

Tabla N°24. Resistencias y reactancias para conductores.

Tendremos el circuito:

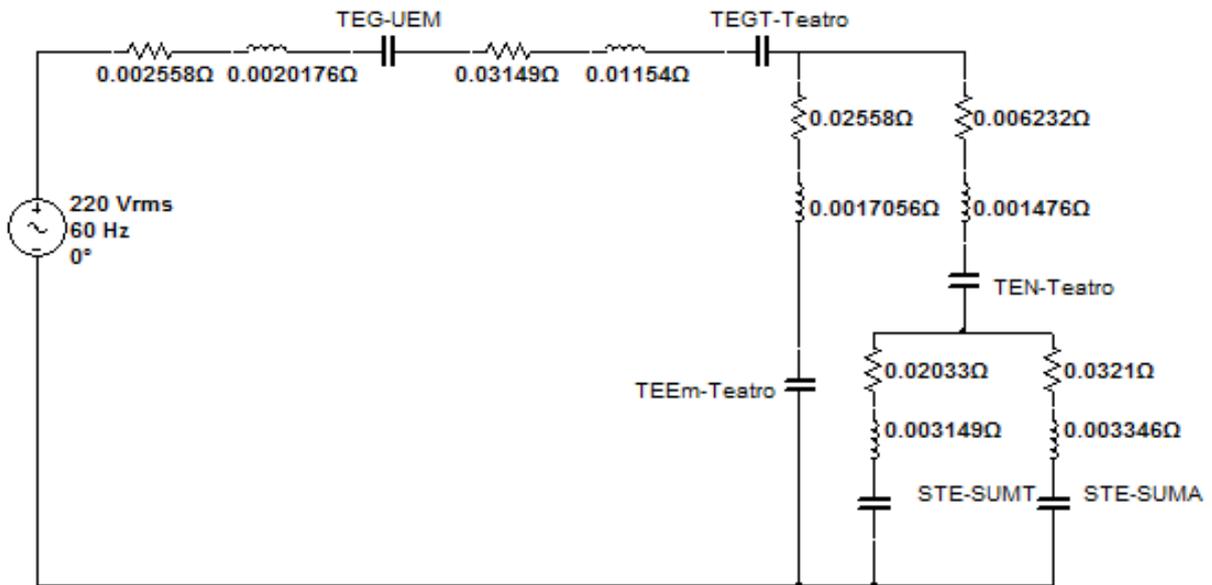


Figura N°27. Circuito equivalente del diagrama unifilar usado para el cálculo de la corriente de cortocircuito.

Luego sacamos impedancias equivalentes:

$$Z_{eq1} = \frac{Z_1 * Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$Z_{eq1} = \frac{0,03227 \angle 5,95^\circ * 0,02057 \angle 8,8^\circ}{0,02033 + 0,003149j + 0,0321 + 0,003346j}$$

$$Z_{eq1} = 0,01256 \angle 7,7^\circ$$

$$Z_{eq1} = 0,01244 + 0,001682j$$

$$Z_{eq2} = 0,018672 + 0,003158j$$

$$Z_{eq3} = 0,01081 + 0,001352j$$

$$Z_{eq4} = 0,044858 + 0,014909j$$

Nos quedara un circuito equivalente:

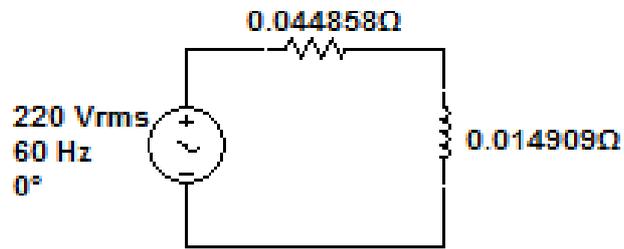


Figura N°28. Circuito equivalente para cálculo de la corriente de cortocircuito.

Calculamos la I_{CC} :

$$I_{CC} = \frac{V}{Z}$$

$$I_{CC} = \frac{220 \angle 0^\circ}{0,044858 + 0,014909j}$$

$$I_{CC} = 4654,1A$$

Ajuste de la corriente de cortocircuito.

Si consideramos una falla menor a 0,1 segundos equivalente a 6 ciclos, tomaremos un factor de decremento como nos dice la tabla:

Duración de la Falla (ciclos)	Factor de Decremento (D)
0.5	1.65
6	1.25
15	1.10
30 ó más	1.10

Tabla N°25. Factor de falla y decremento para corriente de cortocircuito.

$$I_{CCajustada} = I_{CC} * A * D$$

Donde:

I_{CC} = Corriente de cortocircuito

A = Factor de seguridad

D = Factor de decremento

$$I_{CCajustada} = 4654,1A * 1 * 1,25$$

$$I_{CCajustada} = 5817,6A$$

3.6.3. CÁLCULO DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.

El calibre del conductor adecuado para el electrodo de puesta a tierra, lo hemos obtenido siguiendo las recomendaciones de la norma IEEE, Std. 80-1986 (Ver anexo V), utilizando la ecuación de Onderdonk:

$$S = I_{CC} * K_{ON}$$

Donde:

S = Sección del conductor.

I_{CC} = Corriente de cortocircuito.

K_{ON} = Constante de Onderdonk

$$S = 5817,6A * 6,5 \text{ CM}/A$$

$$S = 37814,4A$$

De acuerdo a la tabla del anexo tenemos que para la sección de 37814,4 CM. El conductor que nos corresponde es el N° 4AWG, pero desde el punto de vista técnico, y puesto que responsables del diseño asignaremos un conductor de calibre N°1/0AWG, puesto que este calibre es recomendado para soportar esfuerzos mecánicos que sufrirá el electrodo de puesta a tierra, debido a la suelta exotérmica, una galga menor se podría fundir.

3.6.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE MALLA.

La malla está diseñada con un total de 8 varillas copperweld y conductor de cobre desnudo N° 1/0 AWG; y deberán estar soldadas con suelta tipo explosiva (exotérmicas) o cadweld, esto de acuerdo a los lineamientos de la norma IEEE Std. 142-1991 aplicaremos las siguientes fórmulas para el cálculo de la resistencia de malla: (Ver anexo IV)

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

Donde:

$R =$ Resistencia de la varilla en Ω .

$\rho =$ Resistividad del suelo en $\Omega.m$.

$L =$ Longitud de la varilla en m .

$a =$ Radio de la varilla en m .

A continuación haremos el cálculo para la resistencia por varilla usando la resistividad que calculamos por el método de Wenner, para lo cual tendremos:

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

$$R = \frac{30,78\Omega}{2 * \pi * 1,8m} \left(\ln \frac{4 * 1,8m}{0,008} - 1 \right)$$

$$R = 15,8\Omega$$

El criterio técnico en el que nos hemos basado para elegir el número de varillas para la malla, es el de tratar de mantener nuestra resistencia de malla en un rango de 0 – 5 Ω , como nos recomienda la norma IEEE Std142-1991 es decir lo menos posible a 5 Ω .

Con este criterio procedemos a calcular el valor de resistencia del número total de varillas que para nuestro caso trabajaremos con 8 varillas copperweld de 5/8" de diámetro y 1,8m de longitud, lo cual multiplicaremos por un factor F, cuyo valor lo obtendremos de la tabla del anexo.

En base a la tabla nuestro factor de multiplicación será de 1,68.

$$R_8 = \frac{R}{N^{\circ}varillas} * F$$

$$R_8 = \frac{15,8\Omega}{8} * 1,68$$

$$R_8 = 3,31\Omega$$

De esta manera quedaría nuestra malla con un conductor soldado horizontalmente a las varillas.



Figura N°29. Diagrama de conexión de la malla de puesta a tierra.

A continuación calcularemos la resistencia del conductor enterrado, tomando como referencia la resistencia de un conductor de cobre mediante siguiente ecuación:

$$R_C = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

R_C = Resistencia del conductor enterrado en Ω .

ρ = Resistividad del conductor en $\Omega.m$.

L = Longitud total del conductor enterrado en m .

A = Area del conductor.

La sección para el conductor N°1/0AWG la obtenemos de la tabla del Anexo, es $5,34 * 10^{-5}m^2$, la resistividad del cobre es de $1,71 * 10^{-8}\Omega.m.$, aplicando la ecuación tendríamos:

$$R_C = 1,71 * 10^{-8}\Omega.m \frac{3m}{5,34 * 10^{-5}m^2}$$

$$R_C = 9,6 * 10^{-4}\Omega.$$

Resistencia total de la malla de puesta a tierra.

Luego de haber obtenido los valores de resistencia por varilla el cual fue de $15,8\Omega$, y la resistencia del conductor enterrado para la cual obtuvimos un valor de $9,6 * 10^{-4}\Omega$., dicho esto calcularemos la resistencia total de la malla para lo cual tenemos el siguiente circuito equivalente:

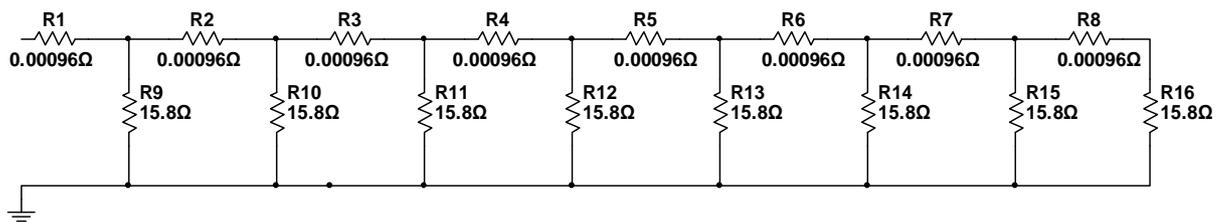


Figura N°30. Circuito equivalente para el cálculo de la resistencia de malla.

Resolvemos el circuito por resistencias equivalentes, tendremos el siguiente circuito equivalente:

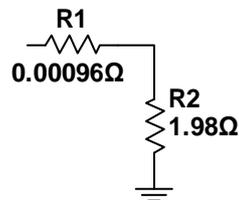


Figura N°31. Circuito equivalente para el cálculo de la resistencia de malla.

Donde:

$$R_T = 0,00096\Omega + 1,98\Omega$$

$$R_T = 1,98096\Omega$$

De acuerdo a las normas IEEE Std 142-1991, hemos obtenido un resultado óptimo para nuestra malla de puesta a tierra ya que estamos en el rango de 0-5 ohmios, y tenemos un valor inferior a 5 ohmios.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En el presente capítulo acotaremos lo que se puede concluir luego de haber realizado el diseño del sistema eléctrico del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal del Cantón Rumiñahui, las cuales complementaremos con unas recomendaciones que son el reflejo de la experiencia que se ha adquirido con el desarrollo de este trabajo.

- Para el diseño del sistema eléctrico del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal, se han considerado parámetros para que cumplan los objetivos, aplicando criterios técnicos de calidad; puesto que un adecuado dimensionamiento de las instalaciones eléctricas, supone aspectos de seguridad, confiabilidad y de igual manera reduce la probabilidad de accidentes, disminuyendo las fallas en equipos eléctricos y optimizando tiempo, dinero, con un excelente trabajo a largo plazo.
- Para este diseño, fue necesario recopilar toda la información de estudios y planos referente a los sistemas eléctricos, para lo cual, se coordinó y se recibió la información por parte del Ilustre Municipio de Rumiñahui, a través del Departamento de Obras Públicas Municipales, y con ello evaluamos los requisitos necesarios para llevar a cabo una futura implementación tomando muy en cuenta el aspecto económico.
- En el presente trabajo, se ha realizado un estudio de carga y se ha aportado un trazado de los diversos recorridos de alimentadores subalimentadores, un diseño de tableros eléctricos, con la finalidad de tener un Salón de Uso Múltiple de buenas condiciones y seguridades en los sistemas eléctricos.
- Al incorporar estos diseños al proyecto, estarían completos los estudios, para a futuro ir implementando en obra, con el fin de tener una planificación global integral, del sistema eléctrico.

- Se ha diseñado circuitos de iluminación y fuerza en base a las necesidades requeridas para cada localidad que forma parte del Salón de Uso Múltiple, para lo cual se han resumido los diversos cálculos realizados en un Diagrama Eléctrico Unifilar, que servirá de guía para la planificación de la construcción de las Instalaciones eléctricas en el Salón de Uso Múltiple.
- El sistema de iluminación y señalética de emergencia, ha sido diseñado en base a la necesidad de suplir el cumplimiento de normas de seguridad en cuanto a iluminación en las salidas y rutas de evacuación de la localidad, en caso de emergencias.
- Un conductor eléctrico debe ser dimensionado tomando en cuenta la capacidad de corriente que va a soportar y la caída de voltaje de no más del 3,5% del voltaje nominal para circuitos trifásicos y 5,5% para circuitos monofásicos según la norma NEC.
- El desarrollo de este proyecto ha permitido reflejar los conocimientos adquiridos a lo largo de esta carrera de manera práctica, reiterando así que la parte teórica, va de la mano de la parte práctica para un diseño eléctrico.
- La elaboración del presente proyecto requirió de una planificación para el desarrollo del mismo, en el que se determinaron los diferentes sistemas de los que va a estar conformado y con lo que fue factible cumplir el objetivo general planteado en éste proyecto.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para cualquier tipo de diseño eléctrico se recomienda seguir las normas establecida en los diferentes códigos eléctricos, para así garantizar el diseño en caso de su futura implementación.
- Es importante tener en cuenta un mantenimiento periódico del sistema eléctrico, evitando así posibles fallas en el mismo o deterioro de los elementos que lo conforman.
- Al momento de la implementación de este proyecto, se debe utilizar materiales certificados, y la instalación eléctrica debe ejecutarse bajo la supervisión de profesionales del tema y con mano de obra calificada.

- Por las variaciones de mayor o menor grado que pueden darse a corto o largo plazo, ya sea por el incremento de nuevos equipos u otras razones, es recomendable dejar un buen rango de reserva en los tableros eléctricos principales.
- Para el diseño de las instalaciones eléctricas de baja tensión, es muy importante tomar en cuenta un factor de demanda, este se debe determinar en función del número y tipo de salidas previstas además, los factores de diversificación de la demanda, establecidos por la norma NEC.
- Las acometidas para este tipo de locales se debe hacer en base a la carga instalada y se considerará una reserva que pueda abastecer a instalaciones futuras dentro del local.
- Una vez realizada la implementación del diseño eléctrico se debe asegurar que no existan cortocircuitos, previo a la energización total del Salón de Uso Múltiple de la Unidad Educativa Municipal, para lo cual es necesario usar equipos como el Meguer, comprobando cada circuito instalado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Libros:

- [1] **BRATU N.** Introducción a las instalaciones eléctricas. Editorial Alfa Omega, 2da edición. México D.F., 1992.
- [2] **Empresa Eléctrica Quito S.A.** Normas para sistemas de distribución. , Parte A, Guía para diseño. Quito, Ecuador. 2009. 100 págs.
- [3] **HARPER Enriquez.** Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas. México, 1990. 285 págs.
- [4] **HARPER Enriquez.** Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales. México, 1992. Editorial Limusa. 165 págs.
- [5] **LAGUNAS M. Ángel.** Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas. Editorial Praninfo 4ta edición. España, 2000.
- [6] **RAMIREZ Vasquez j.** Instalaciones eléctricas. Editorial CEAC S.A. 16 edición. España, 1985.
- [7] **Schneider Electric.** Manual teórico-práctico y reglamento para baja tensión, volumen 1, 2002. 820 págs.

2. Tesis:

- [1] **AGUILAR Carlos.** Proyecto de normas para instalaciones eléctricas en locales especiales. Tesis (Ingeniera Eléctrica). Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Eléctrica. 1987. 154 págs.

3. Páginas Web:

- [1] <http://www.dial.de/DIAL/es/dialux/browse/12.html>
- [2] <http://www.eeq.com.ec>.
- [3] <http://www.fluke.com>.
- [4] <http://www.issuu.com/acometidas>.
- [5] <http://www.schneider-electric.com>.
- [6] <http://www.sylvania.com>.
- [7] <http://es.wikipedia.org>.

ANEXO N.º I

DIMENSIÓN DE TUBO CONDUIT Y ÁREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES

NUMERO DE CONDUCTORES PERMISIBLES EN TUBOS CONDUIT

Calibre AWG o MCM	Número de conductores aislados en un conduit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4
16	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4
14	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1	1
12	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4
10	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4
8	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
6	1/2	1	1	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2
4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2
2	3/4	1 1/4	1 1/4	2	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
1	3/4	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3	3
1/0	1	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3
2/0	1	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3	3 1/2
3/0	1	2	2	2 1/2	3	3	3	3 1/2	3 1/2
4/0	1 1/4	2	2 1/2	3	3	3	3 1/2	3 1/2	4
250	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2
300	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3 1/2	4	4	4 1/2	4 1/2
350	1 1/4	3	3	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2	4 1/2	5
400	1 1/4	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2	5	5
500	1 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5	6
600	2	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2	5	6	6	6
750	2	3 1/2	3 1/2	4 1/2	5	6	6	6	---
900	2	4	4	5	6	6	6	---	---
1000	2	4	4	5	6	6	---	---	---
1250	2 1/2	4 1/2	4 1/2	6	6	---	---	---	---

ANEXO N.º II

CALIBRE DE CONDUCTORES Y TIPOS DE AISLAMIENTO.

TW — ALUMINIO — 600V — 60°C

	Conductor				Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox.	Capacidad (*)
	Sección Aprox.	Calibre	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.				
	mm ²	AWG o MCM	mm	Kg/Km				
	3.3	12—Sólido	2.05	8.94	0.76	3.57	18.88	15
	5.3	10—	2.59	14.22	0.76	4.11	26.05	25
	8.4	8—	3.26	22.62	1.14	5.54	45.90	30
	13.3	6— 7h	4.65	36.64	1.52	7.69	82.32	40
	21.1	4— "	5.88	57.89	1.52	8.92	114.5	55
	33.6	2— "	7.41	92.02	1.52	10.45	163.0	75
	53.5	1/0— "	9.36	146.50	2.03	13.42	266.2	100
	67.4	2/0— "	10.50	184.60	2.03	14.56	319.1	115
	85.0	3/0— "	11.79	232.70	2.03	15.85	384.5	130
	107.2	4/0— "	13.26	293.50	2.03	17.32	466.1	155
	53.5	1/0— 19h	9.45	146.50	2.03	13.51	260.1	100
	67.4	2/0— "	10.60	184.60	2.03	14.66	312.2	115
	85.0	3/0— "	11.95	232.70	2.03	16.01	379.6	130
	107.2	4/0— "	13.40	293.50	2.03	17.46	454.7	155
	126.6	250— 37h	14.62	352.05	2.41	19.44	556.4	170
	152.0	300— "	16.00	422.4	2.41	20.82	646.2	190
	177.4	350— "	17.30	492.9	2.41	22.12	735.3	210
	202.7	400— "	18.49	560.0	2.41	23.31	819.8	225
	253.4	500— "	20.65	704.1	2.41	25.47	996.4	260
	304.0	600— "	22.63	844.1	2.79	28.21	1214	285
	354.7	700— 61 h	24.48	985.7	2.79	30.06	1385	319
	380.0	750— "	25.35	1056	2.79	30.93	1470	329
	405.4	800— "	26.17	1119	2.79	31.75	1548	339
	506.7	1000— "	29.26	1408	2.79	34.84	1891	375

APLICACIONES:

Cables o Alambres para edificaciones hasta 600 V.C.A. El aislamiento del tipo TW es PVC termoplástico, resistente a la humedad, no propaga la llama y es adecuado para una temperatura máxima del conductor de 60°C.

* Capacidad basada en N.E.C. (U.S.A.) Edición 1978, para no más de 3 conductores en conduit, bandeja, cable o directamente enterrado a temperatura ambiente de 30°C.

ANEXO N.º III

CÓDIGO DE LA NEC: RESISTENCIA Y REACTANCIA PARA CABLES DE 600 VOLTIOS, TRIFÁSICOS, 60HZ, 75°C (167°F).

Ohms a neutro por cada 1000 pies															
Calibre AWG/ Kcmil	XL (Reactancia) para todos los alambres		Resistencia de ca para alambres de cobre sin recubrimiento			Resistencia de ca para alambres de aluminio			Z efectiva a FP de 0.85 para alambres de cobre sin recubrimiento			Z efectiva a FP de 0.85 para alambres de aluminio			Calibre AWG/ Kcmil
	Con- duits PVC, Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits Acero	Con- duits PVC	Con- duits Al	Con- duits acero	
14	0.058	0.073	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	14
12	0.054	0.068	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	12
10	0.050	0.063	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	10
8	0.052	0.065	0.78	0.78	0.78	0.81	0.81	0.81	0.69	0.69	0.70	0.71	0.71	0.71	8
6	0.051	0.064	0.49	0.49	0.49	0.51	0.51	0.51	0.44	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	6
4	0.048	0.060	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	4
3	0.047	0.059	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	3
2	0.045	0.057	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	2
1	0.046	0.057	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	1
1/0	0.044	0.055	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	1/0
2/0	0.043	0.054	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	2/0
3/0	0.042	0.052	0.077	0.082	0.079	0.079	0.079	0.079	0.088	0.092	0.094	0.094	0.094	0.094	3/0
4/0	0.041	0.051	0.062	0.067	0.063	0.063	0.063	0.063	0.074	0.078	0.080	0.080	0.080	0.080	4/0
250	0.041	0.052	0.052	0.057	0.054	0.054	0.054	0.054	0.066	0.066	0.070	0.073	0.073	0.073	250
300	0.041	0.051	0.044	0.049	0.045	0.045	0.045	0.045	0.072	0.072	0.076	0.076	0.076	0.076	300
350	0.040	0.050	0.038	0.043	0.039	0.039	0.039	0.039	0.063	0.063	0.066	0.066	0.066	0.066	350
400	0.040	0.049	0.033	0.036	0.035	0.035	0.035	0.035	0.055	0.055	0.059	0.059	0.059	0.059	400
500	0.039	0.048	0.027	0.032	0.029	0.029	0.029	0.029	0.043	0.043	0.048	0.048	0.048	0.048	500
600	0.039	0.048	0.023	0.028	0.025	0.025	0.025	0.025	0.038	0.038	0.044	0.044	0.044	0.044	600
750	0.038	0.048	0.019	0.024	0.021	0.021	0.021	0.021	0.031	0.031	0.036	0.036	0.036	0.036	750
1000	0.037	0.048	0.015	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.025	0.025	0.032	0.032	0.032	0.032	1000

ANEXO N.º IV

**FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE
MALLA A TIERRA DE ACUERDO AL TIPO DE CONFIGURACIÓN
DE LOS ELECTRODOS (IEEE 80-1986).**

#	Símbolo	Descripción	Fórmula
1		Hemisferio, radio a	$R = \frac{\rho}{2\pi a}$
2		Varilla longitud L, radio a	$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$
3		Dos varillas S>L separación s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \left(\frac{\rho}{4\pi s} \right) \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots \right)$
4		Dos varillas S<L separación s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
5		Alambre horizontal enterrado Longitud 2L, profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
6		Alambre en ángulo recto Longitud de un lado L Profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^4}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L} \dots \right)$
7		Estrella de tres puntas Longitud de un lado L Profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^3}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L} \dots \right)$
8		Estrella de cuatro puntas Longitud de lado L Profundidad 2/s	$R = \frac{\rho}{8\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
9		Estrella de seis puntas Longitud de lado L Profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{12\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.409 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
10		Estrella de ocho puntas Longitud de lado L Profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{16\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^2}{L^2} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
11		Anillo de alambre Diámetro del anillo O Diámetro del alambre d Profundidad s/2	$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{4D}{s} \right)$
12		Placa enterrada horizontalmente Longitud 2L, sección a por b, profundidad s/2 b < a/8	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \ln \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$

ANEXO N.º V

**CÓDIGO DE LA NEC PARA DETERMINAR EL CALIBRE DEL
CONDUCTOR DE TIERRA.**

		Conductores				Resistencia de C. C. a 75° C (165 °F)		
Calibre AWG/ Kcmil	Área Circ. Mils	Cantidad	Diámetro pulgadas	Diámetro pulgadas	Área pulgadas cuadradas	Sin Recubrimiento Ohm/mp	Con recubrimiento	OHMMIL Pies
18	1620	1	.....	0.040	0.001	7.77	8.08	12.8
18	1620	7	0.015	0.046	0.002	7.95	8.45	13.1
16	2580	1	.....	0.052	0.002	4.89	5.08	8.05
16	2580	7	0.019	0.058	0.003	4.99	5.29	8.21
14	4110	1	.....	0.064	0.003	3.07	3.19	5.06
14	4110	7	0.024	0.073	0.004	3.14	3.26	5.17
12	6350	1	.....	0.081	0.005	1.93	2.01	3.18
12	6350	7	0.030	0.092	0.006	1.98	2.05	3.25
10	10380	1	.....	0.102	0.08	1.21	1.26	2.00
10	10380	7	0.038	0.116	0.011	1.24	1.29	2.04
8	16510	1	.....	0.128	0.013	0.764	0.786	1.26
8	16510	7	0.049	0.146	0.017	0.778	0.809	1.28
6	26240	7	0.061	0.184	0.027	0.491	0.510	0.808
4	41740	7	0.077	0.232	0.042	0.308	0.321	0.508
3	52620	7	0.087	0.260	0.053	0.245	0.254	0.403
2	66360	7	0.097	0.292	0.067	0.194	0.201	0.319
1	83690	19	0.066	0.332	0.087	0.154	0.160	0.253
1/0	105600	19	0.074	0.373	0.109	0.122	0.127	0.201
2/0	133100	19	0.084	0.419	0.138	0.0967	0.101	0.159
3/0	167800	19	0.096	0.470	0.173	0.0766	0.0797	0.126
4/0	211600	19	0.106	0.528	0.219	0.0608	0.0626	0.100
250	.....	37	0.082	0.575	0.260	0.0515	0.0535	0.0847
300	.....	37	0.090	0.630	0.312	0.0429	0.0446	0.0707
350	.....	37	0.097	0.681	0.364	0.0367	0.0382	0.0605
400	.....	37	0.104	0.728	0.416	0.0321	0.0331	0.0529
500	.....	37	0.116	0.813	0.519	0.0258	0.0265	0.0424
600	.....	61	0.099	0.893	0.626	0.0214	0.0223	0.0353
700	.....	61	0.107	0.964	0.730	0.0184	0.0189	0.0303
750	.....	61	0.111	0.998	0.782	0.0171	0.0176	0.0282
800	.....	61	0.114	1.03	0.834	0.0161	0.0166	0.0265
900	.....	61	0.122	1.09	0.940	0.0143	0.0147	0.0235
1000	.....	61	0.128	1.15	1.04	0.0129	0.0132	0.0212
1250	.....	91	0.117	1.29	1.30	0.0103	0.0106	0.0169
1500	.....	91	0.128	1.41	1.57	0.00858	0.00883	0.0141
1750	.....	127	0.117	1.52	1.83	0.00735	0.00756	0.0121
2000	.....	127	0.126	1.63	2.09	0.00643	0.00662	0.0106

ANEXO N.º VI

CAÍDAS DE VOLTAJE Y CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA.

TIPO CIRCUITO	Nº CIRCUITO	LONGITUD [m]	VOLTAJE [V]	POTENCIA [W]	cos ϕ	In [A]	k	%V	ALIMENTADOR
FUERZA	T1	41	127	1750	0,9	15,31	0,00393	3,18	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T2	64	127	2000	0,9	17,50	0,00393	3,65	(2 x Nº 8) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 10) AWG - TIPO THHN
	T3	64	127	2500	0,9	21,87	0,00393	4,61	(2 x Nº 8) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 10) AWG - TIPO THHN
	T4	11	220	1800	0,9	9,09	0,00393	0,85	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T5	18	220	1800	0,9	9,09	0,00393	1,41	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T6	12	220	1800	0,9	9,09	0,00393	0,93	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T7	18	220	1800	0,9	9,09	0,00393	1,41	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T8	7	127	500	0,9	4,37	0,00393	0,15	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T9	7	127	500	0,9	4,37	0,00393	0,15	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T10	24	127	1800	0,9	15,75	0,00393	1,89	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T11	26	127	500	0,9	4,37	0,00393	0,56	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T12	26	127	500	0,9	4,37	0,00393	0,56	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T13	23	127	500	0,9	4,37	0,00393	0,49	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	T14	1	127	600	0,9	5,25	0,00393	0,02	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
EMERGENCIA	E1	28	127	420	0,9	3,67	0,00393	0,80	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	E2	60	127	672	0,9	5,88	0,00393	2,80	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	E3	74	127	672	0,9	5,88	0,00393	3,48	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	E4	40	127	420	0,9	3,67	0,00393	1,15	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	E5	39	127	588	0,9	5,14	0,00393	1,57	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	E6	20	127	504	0,9	4,41	0,00393	0,68	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
LETREROS	S1	120	127	672	0,9	5,88	0,00393	3,59	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN

CAÍDAS DE VOLTAJE Y CALIBRE DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.

ILUMINACION	A1	30	127	109,2	0,9	0,96	0,00393	0,35	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A2	28	127	554,4	0,9	4,85	0,00393	1,69	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A3	42	127	226,8	0,9	1,98	0,00393	1,03	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A4	40	127	302,4	0,9	2,65	0,00393	1,31	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A5	55	127	201,6	0,9	1,76	0,00393	1,20	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A6	53	127	352,8	0,9	3,09	0,00393	2,04	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A7	57	127	184,8	0,9	1,62	0,00393	1,14	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A8	55	127	352,8	0,9	3,09	0,00393	2,12	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A9	90	127	201,6	0,9	1,76	0,00393	1,98	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A10	60	127	907,2	0,9	7,94	0,00393	3,82	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	A11	100	127	201,6	0,9	1,76	0,00393	2,20	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A12	70	127	756	0,9	6,61	0,00393	3,71	(2 x Nº 12) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 14) AWG - TIPO THHN
	A13	63	127	109,2	0,9	0,96	0,00393	0,74	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A14	60	127	554,4	0,9	4,85	0,00393	3,69	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A15	62	127	226,8	0,9	1,98	0,00393	1,52	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A16	60	127	302,4	0,9	2,65	0,00393	2,46	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A17	85	127	201,6	0,9	1,76	0,00393	1,87	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A18	82	127	352,8	0,9	3,09	0,00393	3,19	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A19	30	127	100,8	0,9	0,88	0,00393	0,32	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A20	17	127	168	0,9	1,47	0,00393	0,30	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A21	35	127	168	0,9	1,47	0,00393	0,63	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A22	16	127	1719,9	0,9	15,05	0,00393	1,19	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	A23	26	127	1719,9	0,9	15,05	0,00393	1,96	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	A24	36	127	1719,9	0,9	15,05	0,00393	2,73	(2 x Nº 10) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 12) AWG - TIPO THHN
	A25	15	127	403,2	0,9	3,53	0,00393	0,64	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A26	38	127	403,2	0,9	3,53	0,00393	1,66	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
	A27	32	127	201,6	0,9	1,76	0,00393	0,69	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN
AE1	70	127	336	0,9	2,94	0,00393	2,58	(2 x Nº 14) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 16) AWG - TIPO THHN	

ANEXO N.º VII

CUADROS DE CARGA.

CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO GENERAL (TEGT).

CUADROS DE CARGA																	
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL										SUBTABLERO: TEGT-Teatro							
PISO: PLANTA BAJA										TIPO: QOL - 442 (3 Ø)							
ALIMENTADOR: { 3 x N° 1/0) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 1/0) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 2) Cu Des - DUCTO Ø 4"										LONGITUD: 80 m							
% V : 3,11																	
Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Nº PUNTOS	Nº CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	PROTECCIONES Nº POLOS - AMP	USO DE FASES			BALANCE		
												R	S	T	I[A] R	I[A] S	I[A] T
A1	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 20	*			0,9		
A2	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 20		*			4,4	
A3	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 20			*			1,8
A4	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 20	*			2,4		
A5	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 20		*			1,6	
A6	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 20			*			2,8
A7	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	22	22	127	20	0,7	440,0	0,6	184,8	1,5	1P - 20	*			1,5		
A8	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15		*			2,8	
A9	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6
A10	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	36	36	127	60	0,7	2160,0	0,6	907,2	7,1	1P - 20	*			7,1		
A11	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*			1,6	
A12	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	30	30	127	60	0,7	1800,0	0,6	756,0	6,0	1P - 15			*			6,0
A13	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 15	*			0,9		
A14	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 15		*			4,4	
A15	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 15			*			1,8
A16	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 15	*			2,4		
A17	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*			1,6	
A18	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15			*			2,8
A19	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	6	6	127	40	0,7	240,0	0,6	100,8	0,8	1P - 15	*			0,8		
A20	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15		*			1,3	
A21	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15			*			1,3
A22	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20	*			13,5		
A23	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20		*			13,5	
A24	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20			*			13,5
A25	BAÑOS HOMBRES - MUJERES IZQUIERDA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15	*			3,2		
A26	BAÑOS HOMBRES - MUJERES DERECHA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15		*			3,2	
A27	CAMERINOS	8	8	127	60	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6
T1	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	0,7	5000,0	0,5	1750,0	13,8	1P - 20	*			13,8		

T2	FUERZA PASILLOS	4	4	127	1000	1	4000,0	0,5	2000,0	15,7	1P - 20	*			15,7		
T3	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	1	5000,0	0,5	2500,0	19,7	1P - 20		*			19,7	
T4	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20	*		8,2	8,2		
T5	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*		8,2	8,2	
T6	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*		8,2	8,2	
T7	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*	8,2	8,2		
T8	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*		3,9			
T9	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15		*			3,9	
T10	FUERZA VESTIDORES	6	6	127	1000	0,6	6000,0	0,5	1800,0	14,2	1P - 20	*		14,2			
T11	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15		*		3,9		
T12	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15		*			3,9	
T13	FUERZA CABINA DE CONTROL	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*		3,9			
T14	FUERZA CUARTO TABLEROS	1	1	127	1200	1	1200,0	0,5	600,0	4,7	1P - 15		*		4,7		
E1	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15		*			3,3	
E2	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15	*		5,3			
E3	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15		*			5,3	
E4	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15		*			3,3	
E5	ILUMINACION DE EMERGENCIA	7	7	127	200	0,7	1400,0	0,6	588,0	4,6	1P - 15	*		4,6			
E6	ILUMINACION DE EMERGENCIA	6	6	127	200	0,7	1200,0	0,6	504,0	4,0	1P - 15		*		4,0		
S1	ROTULOS DE SALIDA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15		*			5,3	
AE1	LUCES CON TRANSFERENCIA AUTOM.	20	20	127	40	0,7	800,0	0,6	336,0	2,6	1P - 15	*				2,6	
	SUB TOTAL						81045,0		35336,9	109,23					94,7	95,4	96,9
	RESERVA 25%						20261,3		8834,225	27,31							
	TOTAL						101306,3		44171,1	136,54	3P - 175A						

CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO NORMAL (TEN-T).

CUADROS DE CARGA																	
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL							SUBTABLERO: TEN-Teatro										
PISO: PLANTA BAJA							TIPO: QOL - 442 (3 Ø)										
ALIMENTADOR: (3 x N° 1/0) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 1/0) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 2) Cu Des - DUCTO Ø 4"							LONGITUD: 10 m										
% V : 0,23																	
Nº CIRCUITO	Descripcion de la carga	Nº PUNTOS	Nº CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	PROTECCIONES Nº POLOS - AMP	USO DE FASES			BALANCE		
												R	S	T	I[A] R	I[A] S	I[A] T
A1	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 20	*			0,9		
A2	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 20		*			4,4	
A3	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 20			*			1,8
A4	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 20	*			2,4		
A5	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 20		*			1,6	
A6	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 20			*			2,8
A7	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	22	22	127	20	0,7	440,0	0,6	184,8	1,5	1P - 20	*			1,5		
A8	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15		*			2,8	
A9	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6
A10	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	36	36	127	60	0,7	2160,0	0,6	907,2	7,1	1P - 20	*			7,1		
A11	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*			1,6	
A12	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	30	30	127	60	0,7	1800,0	0,6	756,0	6,0	1P - 15			*			6,0
A13	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 15	*			0,9		
A14	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 15		*			4,4	
A15	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 15			*			1,8
A16	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 15	*			2,4		
A17	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*			1,6	
A18	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15			*			2,8
A19	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	6	6	127	40	0,7	240,0	0,6	100,8	0,8	1P - 15	*			0,8		
A20	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15		*			1,3	
A21	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15			*			1,3
A22	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20	*			13,5		
A23	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20		*			13,5	
A24	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20			*			13,5
A25	BAÑOS HOMBRES - MUJERES IZQUIERDA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15	*			3,2		
A26	BAÑOS HOMBRES - MUJERES DERECHA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15		*			3,2	
A27	CAMERINOS	8	8	127	60	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6

T1	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	0,7	5000,0	0,5	1750,0	13,8	1P - 20	*			13,8			
T2	FUERZA PASILLOS	4	4	127	1000	1	4000,0	0,5	2000,0	15,7	1P - 20		*				15,7	
T3	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	1	5000,0	0,5	2500,0	19,7	1P - 20			*				19,7
T4	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20	*				8,2	8,2	
T5	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*				8,2	8,2
T6	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20			*			8,2	8,2
T7	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*			8,2	8,2	
T8	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*				3,9		
T9	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15			*				3,9
T10	FUERZA VESTIDORES	6	6	127	1000	0,6	6000,0	0,5	1800,0	14,2	1P - 20	*				14,2		
T11	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15		*				3,9	
T12	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15			*				3,9
T13	FUERZA CABINA DE CONTROL	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*				3,9		
T14	FUERZA CUARTO TABLEROS	1	1	127	1200	1	1200,0	0,5	600,0	4,7	1P - 15		*				4,7	
E1	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15			*				3,3
E2	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15	*				5,3		
E3	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15			*				5,3
E4	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15			*				3,3
E5	ILUMINACION DE EMERGENCIA	7	7	127	200	0,7	1400,0	0,6	588,0	4,6	1P - 15	*				4,6		
E6	ILUMINACION DE EMERGENCIA	6	6	127	200	0,7	1200,0	0,6	504,0	4,0	1P - 15		*				4,0	
S1	ROTULOS DE SALIDA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15			*				5,3
SUB TOTAL							80245,0		35000,9	108,19						94,7	95,4	94,2
RESERVA 25%							20061,3		8750,225	27,05								
TOTAL							100306,3		43751,1	135,24	3P - 150A							

CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN (SUMA-T).

CUADROS DE CARGA																	
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL												SUBTABLERO: STE - SUMA					
PISO: PLANTA BAJA												TIPO: QOL - 442 (3 Ø)					
ALIMENTADOR: (3 x N° 6) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 8) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 8) Cu Des - DUCTO Ø 2"												LONGITUD: 20 m					
% V : 0,55																	
Nº CIRCUITO	Descripción de la carga	Nº PUNTOS	Nº CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	PROTECCIONES Nº POLOS - AMP	USO DE FASES			BALANCE		
												R	S	T	I[A] R	I[A] S	I[A] T
A1	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 20	*			0,9		
A2	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 20		*				4,4
A3	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 20			*			1,8
A4	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 20	*			2,4		
A5	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 20		*				1,6
A6	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 20			*			2,8
A7	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	22	22	127	20	0,7	440,0	0,6	184,8	1,5	1P - 20	*			1,5		
A8	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15		*				2,8
A9	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6
A10	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	36	36	127	60	0,7	2160,0	0,6	907,2	7,1	1P - 20	*			7,1		
A11	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*				1,6
A12	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	30	30	127	60	0,7	1800,0	0,6	756,0	6,0	1P - 15			*			6,0
A13	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	13	13	127	20	0,7	260,0	0,6	109,2	0,9	1P - 15	*			0,9		
A14	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	22	22	127	60	0,7	1320,0	0,6	554,4	4,4	1P - 15		*				4,4
A15	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	27	27	127	20	0,7	540,0	0,6	226,8	1,8	1P - 15			*			1,8
A16	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	12	12	127	60	0,7	720,0	0,6	302,4	2,4	1P - 15	*			2,4		
A17	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	24	24	127	20	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15		*				1,6
A18	ILUMINACION TEATRO - DOWNLIGHT	14	14	127	60	0,7	840,0	0,6	352,8	2,8	1P - 15			*			2,8
A19	ILUMINACION TEATRO - GUIA PISO	6	6	127	40	0,7	240,0	0,6	100,8	0,8	1P - 15	*			0,8		
A20	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15		*				1,3
A21	REFLECTOR PISO	2	2	127	200	0,7	400,0	0,6	168,0	1,3	1P - 15			*			1,3
A22	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20	*			13,5		
A23	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20		*				13,5
A24	REFLECTOR TECHO	3	3	127	1365	0,7	4095,0	0,6	1719,9	13,5	1P - 20			*			13,5
A25	BAÑOS HOMBRES - MUJERES IZQUIERDA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15	*			3,2		
A26	BAÑOS HOMBRES - MUJERES DERECHA	16	16	127	60	0,7	960,0	0,6	403,2	3,2	1P - 15		*				3,2
A27	CAMERINOS	8	8	127	60	0,7	480,0	0,6	201,6	1,6	1P - 15			*			1,6
SUB TOTAL							30245,0		12702,9	39,27					32,6	34,3	33,1
RESERVA 25%							7561,3		3175,725	9,82							
TOTAL							TTY		15878,6	49,08	3P - 75 A						

CUADRO DE CARGA SUBTABLERO ELÉCTRICO DE FUERZA (SUMT-T).

CUADROS DE CARGA																	
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL							SUBTABLERO: STE - SUMT										
PISO: PLANTA BAJA							TIPO: QOL - 442 (3 Ø)										
ALIMENTADOR: (3 x Nº 4) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 4) AWG - TIPO THHN + (1 x Nº 6) Cu Des - DUCTO Ø 2"							LONGITUD: 20 m										
% V : 0,64																	
Nº CIRCUITO	Descripcion de la carga	Nº PUNTOS	Nº CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	PROTECCIONES Nº POLOS - AMP	USO DE FASES			BALANCE		
												R	S	T	I[A] R	I[A] S	I[A] T
T1	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	0,7	5000,0	0,5	1750,0	13,8	1P - 20	*			13,8		
T2	FUERZA PASILLOS	4	4	127	1000	1	4000,0	0,5	2000,0	15,7	1P - 20		*			15,7	
T3	FUERZA PASILLOS	5	5	127	1000	1	5000,0	0,5	2500,0	19,7	1P - 20			*			19,7
T4	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20	*			8,2	8,2	
T5	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*			8,2	8,2
T6	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20			*		8,2	8,2
T7	FUERZA ESCENARIO	3	3	220	1200	1	3600,0	0,5	1800,0	8,2	2P - 20		*		8,2	8,2	
T8	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*			3,9		
T9	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15			*			3,9
T10	FUERZA VESTIDORES	6	6	127	1000	0,6	6000,0	0,5	1800,0	14,2	1P - 20	*			14,2		
T11	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15		*			3,9	
T12	FUERZA SECADOR DE MANOS	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15			*			3,9
T13	FUERZA CABINA DE CONTROL	1	1	127	1000	1	1000,0	0,5	500,0	3,9	1P - 15	*			3,9		
T14	FUERZA CUARTO TABLEROS	1	1	127	1200	1	1200,0	0,5	600,0	4,7	1P - 15		*			4,7	
E1	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15			*			3,3
E2	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15	*			5,3		
E3	ILUMINACION DE EMERGENCIA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15			*			5,3
E4	ILUMINACION DE EMERGENCIA	5	5	127	200	0,7	1000,0	0,6	420,0	3,3	1P - 15			*			3,3
E5	ILUMINACION DE EMERGENCIA	7	7	127	200	0,7	1400,0	0,6	588,0	4,6	1P - 15	*			4,6		
E6	ILUMINACION DE EMERGENCIA	6	6	127	200	0,7	1200,0	0,6	504,0	4,0	1P - 15		*			4,0	
S1	ROTULOS DE SALIDA	8	8	127	200	0,7	1600,0	0,6	672,0	5,3	1P - 15			*			5,3
SUB TOTAL							50000,0		22298,0	68,93					62,1	61,1	61,1
RESERVA 25%							12500,0		5574,5	17,23							
TOTAL							62500,0		27872,5	86,16	3P - 100 A						

CUADRO DE CARGA TABLERO ELÉCTRICO DE EMERGENCIA (TEEm-T)

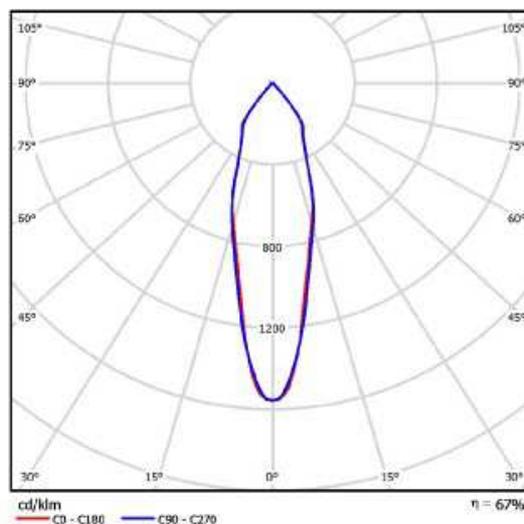
CUADROS DE CARGA																		
PROYECTO: SALON DE USO MULTIPLE UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL							SUBTABLERO: TEEN-Teatro											
PISO: PLANTA BAJA							TIPO: QOL - 442 (3 Ø)											
ALIMENTADOR: (3 x N° 8) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 8) AWG - TIPO THHN + (1 x N° 10) Cu Des - DUCTO Ø 2"							LONGITUD: 10 m											
% V: 0,01																		
N° CIRCUITO	Descripción de la carga	N° PUNTOS	N° CANT	VOLTAJE [V]	POTENCIA UNITARIO	FFU FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	CIR [W] CARGA INSTALADA REPRESENTAT	FD FACTOR DE DEMANDA	DMU [W] FFU*FD*CIR	In [A]	PROTECCIONES N° POLOS - AMP	USO DE FASES			BALANCE			
												R	S	T	I[A] R	I[A] S	I[A] T	
AE1	LUCES CON TRANSFERENCIA AUTOM.	20	20	127	40	0,7	800,0	0,6	336,0	2,6	1P - 15	*						2,6
SUB TOTAL							800,0		336,0	1,04					0,0	0,0	2,6	
RESERVA 25%							200,0		84	0,26								
TOTAL							1000,0		420,0	1,30	3P - 40A							

ANEXO N.º IX

HOJAS DE RESULTADOS DIALUX.

HAVELLSSYLVANIA 4069035 ALTAIR/W1_D57/W1-LWMB-AL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 100 100 100 100 68

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

GENERAL

ALTAIR/W1_D57/W1-LWMB-AL medium beam
3000K on request. Flat models, in down light version, fully meet all the Regulations and local Laws related to luminous pollution
Outdoor

PHYSICAL

Mounting Wall surface
Painting Polyester powder coating, with a pluri-processed against corrosion (passed the exposure of over 1500 hours in a saline mist environment)
Hardware AISI 304 stainless steel
Gaskets Silicone Rubber
Body Corrosion resistant die-cast aluminium construction

DIMENSION

Length (mm) 212
Width (mm) 132
Thickness (mm) 65

OPTICAL

Emission Medium
Optical system Safety tempered protective glass
Reflector Extra-pure aluminium

LAMP

Lamps description 1 x 13W LED white light 5000K

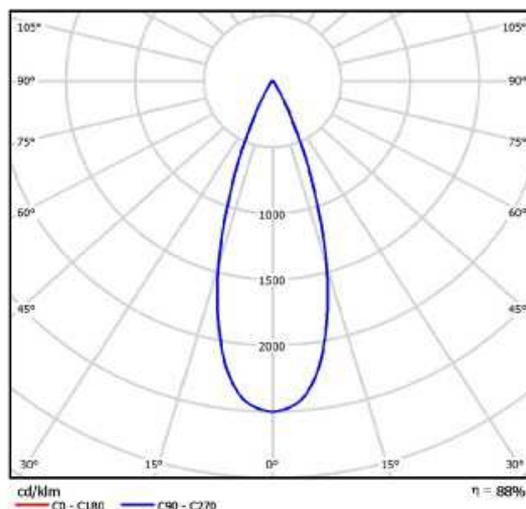
ELECTRICAL

Transformer mounting Integral
Transformer type Electronic
Line Entry Use only (EN 60598-1) cable type H07RN-F with diameter between 7 and 10mm



TOSHIBA LDRA0540WU5EU2 GU5.3 Gen.2 / 4W / 4000K / 35° / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 96 99 100 100 88

Muy polivalente, la gama E-Core de bajo voltaje esta totalmente adaptada al futuro.

La lámpara con casquillo de patillas GU5.3 está disponible en doce versiones, ofreciendo la máxima flexibilidad en lo que respecta a la iluminación eficiente general y de acento.

Advertencia: La distribución luminosa se refiere exclusivamente a la lámpara. Las luces empotradas también pueden cambiar la distribución de la luz.

Emisión de luz 1:

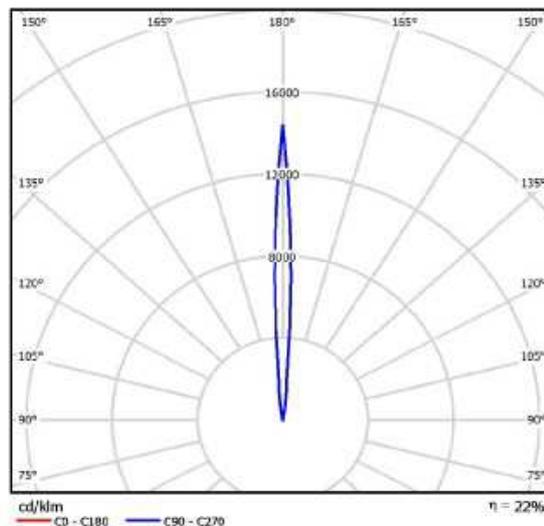
Valoración de deslumbramiento según UGR													
		75	70	55	50	30	70	70	50	30			
Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30			
Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Tabla del luz ¹		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
X	Y	2H	3H	4H	6H	8H	12H	2H	3H	4H	6H	8H	12H
2H	2H	11.7	12.4	12.0	12.6	12.8	11.7	12.4	12.0	12.6	12.8	11.7	12.4
	3H	12.0	13.5	13.2	13.7	14.0	12.0	13.5	13.2	13.7	14.0	12.0	13.5
	4H	13.3	13.8	13.6	14.1	14.3	13.3	13.8	13.6	14.1	14.3	13.3	13.8
	6H	13.4	14.0	13.8	14.2	14.5	13.4	14.0	13.8	14.2	14.5	13.4	14.0
	8H	13.5	14.0	13.8	14.3	14.6	13.5	14.0	13.8	14.3	14.6	13.5	14.0
	12H	13.4	13.9	13.8	14.2	14.5	13.4	13.9	13.8	14.2	14.5	13.4	13.9
4H	2H	12.3	12.9	12.6	13.2	13.4	12.3	12.9	12.6	13.2	13.4	12.3	12.9
	3H	13.0	14.1	14.0	14.4	14.7	13.0	14.1	14.0	14.4	14.7	13.0	14.1
	4H	14.1	14.5	14.5	14.8	15.2	14.1	14.5	14.5	14.8	15.2	14.1	14.5
	6H	14.3	14.7	14.7	15.0	15.4	14.3	14.7	14.7	15.0	15.4	14.3	14.7
	8H	14.4	14.7	14.8	15.0	15.4	14.4	14.7	14.8	15.0	15.4	14.4	14.7
	12H	14.4	14.6	14.8	15.0	15.4	14.4	14.6	14.8	15.0	15.4	14.4	14.6
6H	4H	14.2	14.5	14.6	14.8	15.3	14.2	14.5	14.6	14.8	15.3	14.2	14.5
	6H	14.5	14.7	15.0	15.2	15.6	14.5	14.7	15.0	15.2	15.6	14.5	14.7
	8H	14.6	14.8	15.0	15.2	15.7	14.6	14.8	15.0	15.2	15.7	14.6	14.8
	12H	14.6	14.7	15.1	15.2	15.7	14.6	14.7	15.1	15.2	15.7	14.6	14.7
12H	4H	14.2	14.5	14.6	14.9	15.3	14.2	14.5	14.6	14.9	15.3	14.2	14.5
	6H	14.5	14.7	15.0	15.1	15.6	14.5	14.7	15.0	15.1	15.6	14.5	14.7
	8H	14.6	14.7	15.1	15.2	15.7	14.6	14.7	15.1	15.2	15.7	14.6	14.7

Variación de la posición del espectador para separaciones h entre luminarias:		
S = 1.0H	+1.1 / -0.3	-1.1 / -0.3
S = 1.5H	+2.2 / -0.6	-2.2 / -0.6
S = 2.0H	+3.3 / -1.1	-3.3 / -1.1
Tabla auxiliar	8KDM	8KDM
Sumando de separación	-3.5	-3.5

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 200 lx: Flujo luminoso total

HAVELLSSYLVANIA 0049350 INGROUND 218 STE NARR 35W G12 MGR / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 2
 Código CIE Flux: 100 100 100 01 22

218 is a compact in-ground floodlight. It allows for an easy installation thanks to its shallow recess depth.

Features

- 35W G12 & G5.8 luminaire
- Suitable for metal halide and sodium lamps
- Fully integrated magnetic gear
- Narrow, Medium, Wide and Asymmetric Light Beam
- High protection class: IP67
- Surface load capacity of 5,000 Kg
- Surface temperature below 75°C
- Airpressure Equalising Valve
- Stainless steel trim

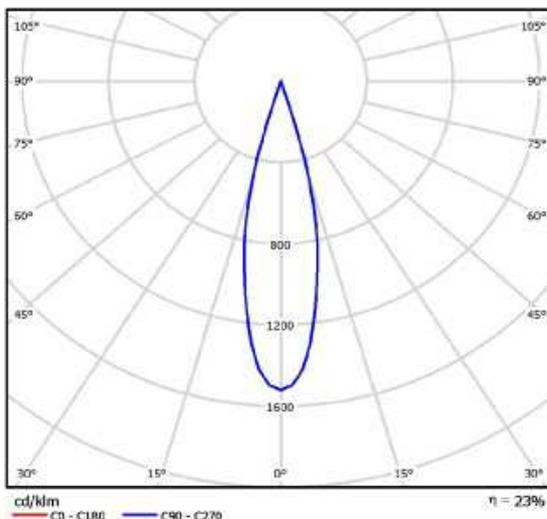
Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.



MARTIN 90504065 Exterior 1200 IP Medium Maximum_Pole / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 100 100 100 47 27

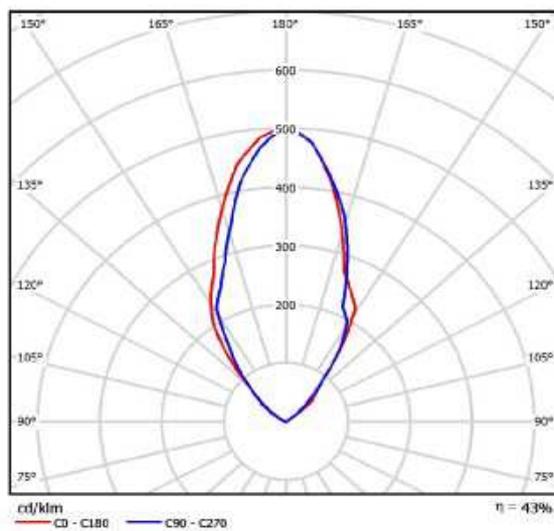
The Exterior 1200 Image Projector is a powerful 1200 W luminaire designed for projecting animated images and effects onto structures and landmark architecture.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
α Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
β Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
γ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Ángulo del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.9	19.5	19.2	19.7	19.9	18.9	19.5	19.2	19.7	19.9
	3H	18.8	19.4	19.1	19.6	19.8	18.8	19.4	19.1	19.6	19.8
	4H	18.7	19.3	19.0	19.5	19.8	18.7	19.3	19.0	19.5	19.8
	6H	18.6	19.1	19.0	19.4	19.7	18.6	19.1	19.0	19.4	19.7
	8H	18.6	19.1	18.9	19.4	19.7	18.6	19.1	18.9	19.4	19.7
4H	2H	18.7	19.3	19.0	19.5	19.8	18.7	19.3	19.0	19.5	19.8
	3H	18.6	19.0	18.9	19.3	19.6	18.6	19.0	18.9	19.3	19.6
	4H	18.5	18.9	18.9	19.2	19.5	18.5	18.9	18.9	19.2	19.5
	6H	18.4	18.7	18.8	19.1	19.5	18.4	18.7	18.8	19.1	19.5
	8H	18.4	18.7	18.8	19.0	19.4	18.4	18.7	18.8	19.0	19.4
6H	2H	18.3	18.6	18.8	19.0	19.4	18.3	18.6	18.8	19.0	19.4
	4H	18.4	18.7	18.8	19.0	19.4	18.4	18.7	18.8	19.0	19.4
	6H	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4	18.3	18.5	18.7	18.9	19.4
	8H	18.2	18.4	18.7	18.9	19.3	18.2	18.4	18.7	18.9	19.3
	12H	18.2	18.3	18.7	18.8	19.3	18.2	18.3	18.7	18.8	19.3
12H	4H	18.3	18.6	18.8	19.0	19.4	18.3	18.6	18.8	19.0	19.4
	6H	18.2	18.4	18.7	18.9	19.3	18.2	18.4	18.7	18.9	19.3
	8H	18.2	18.3	18.7	18.8	19.3	18.2	18.3	18.7	18.8	19.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.0 / 0.0					+0.0 / 0.0					
S = 1.5H	+0.0 / 0.0					+0.0 / 0.0					
S = 2.0H	+0.0 / 0.0					+0.0 / 0.0					
Tabla estándar	ENEC					ENEC					
Sumando de corrección	-4.3					-4.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 0.000000 flujo luminoso total											

MARTIN 90509080 Exterior 200 Very Wide_Floor / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



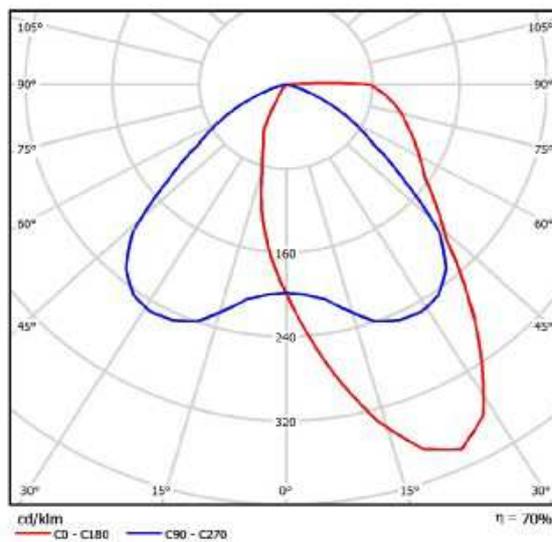
Clasificación luminarias según CIE: 0
Código CIE Flux: 00 00 00 00 43

The Exterior 200 series is a range of programmable 150 W luminaires weatherproofed for dynamic illumination of facades, structures, water features and monuments.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

DIAL 21 Compar Wandfluter für Minirail / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



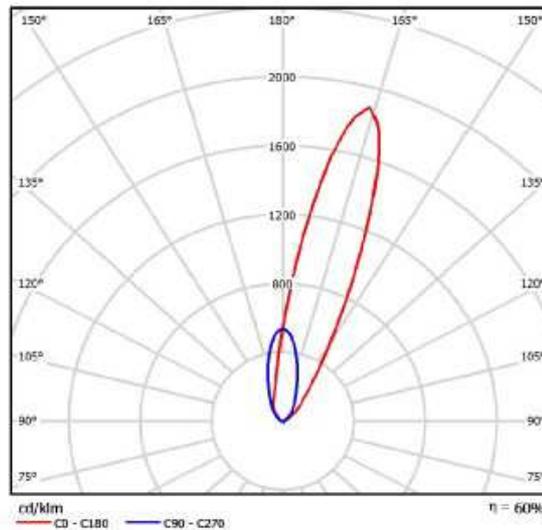
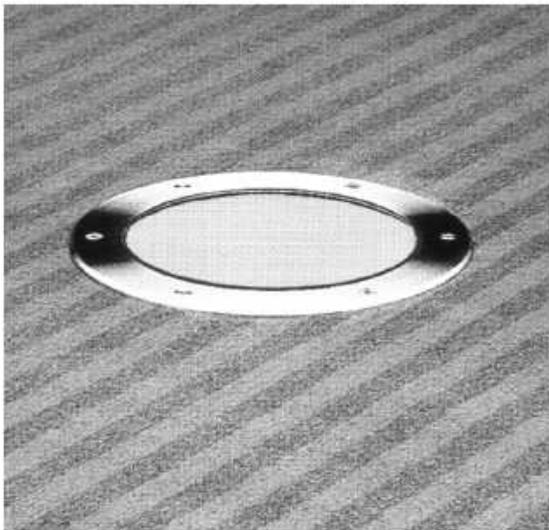
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 49 79 92 100 70

Compar Wandfluter für Minirail
QT12 50W/12V, GY6,35.
Gehäuse: Aluminiumguß, silber pulverbeschichtet; am Adapter 360° drehbar.
Adapter für Minirail Niedervolt-Stromschiene: Kunststoff, schwarz.
Reflektor: Aluminium, silber eloxiert.
Leuchtenabschluß: Rahmen, Aluminiumguß, schwarz pulverbeschichtet. Sicherheitsglas.
VDE-Zeichen.
Schutzklasse III.
L 108mm, B 92mm, H 113mm.
Gewicht 0,40kg

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

DIAL 17 1 HIT 35W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



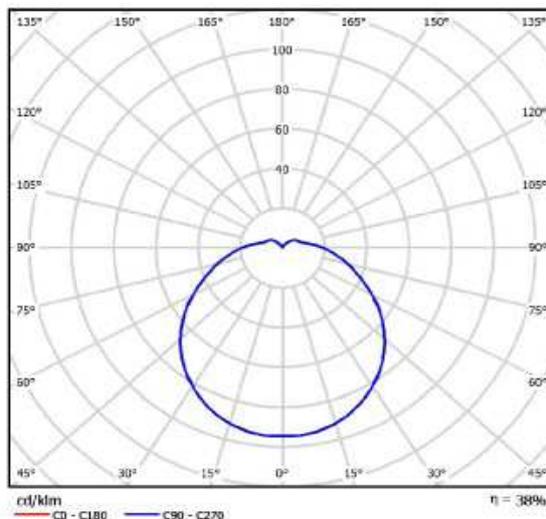
Clasificación luminarias según CIE: 0
 Código CIE Flux: 00 00 00 00 60

Bodeneinbauleuchte Nr. 8039 - asymmetrische Optik -
 begeh- und überrollbar, bis 3.000 kg Druckbelastung.
 Für 1 Halogen-Metall dampflampe HIT 35 Watt,
 Sockel G12, 3.000 Lumen, Schutzart IP 67.
 Der Scheinwerfer besteht aus Aluminiumguß und
 Edelstahl. Mit rutschhemmendem Sicherheitsglas und Reflektor
 aus eloxiertem Reinst-Aluminium.
 Die Leuchte erreicht im optischen Zentrum der
 Glasoberfläche eine Betriebstemperatur von 100°C

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

DIAL 10 SM283FHE7M / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 87
 Código CIE Flux: 40 69 88 88 38

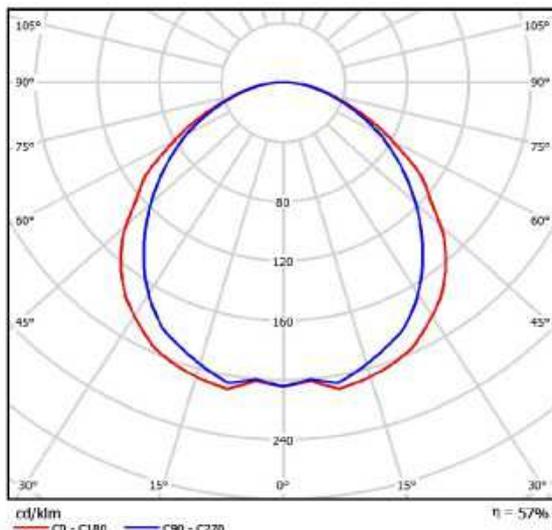
Anbauleuchte in weiß einbrennlackierter Ausführung, IP20/44.
 Berippter Opaldiffusor aus Polycarbonat mit rotgoldenen einbrennlackiertem
 Augenlid.
 (die Abbildung kann von der reellen Ausführung etwas abweichen)

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
i Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
i Paredes		50	30	50	30	30	30	30	30	30	30
i Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local x y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	32.0	33.3	32.5	32.7	34.2	32.0	33.3	32.5	32.7	34.2
	3H	34.1	35.2	34.6	35.7	36.3	34.1	35.2	34.6	35.7	36.3
	4H	35.2	36.3	35.7	36.8	37.3	35.2	36.3	35.7	36.8	37.3
	6H	36.4	37.4	36.9	37.9	38.5	36.4	37.4	36.9	37.9	38.5
	8H	37.0	38.0	37.6	38.5	39.1	37.0	38.0	37.6	38.5	39.1
4H	2H	32.8	33.9	33.3	34.4	34.9	32.8	33.9	33.3	34.4	34.9
	3H	35.1	36.0	35.7	36.6	37.2	35.1	36.0	35.7	36.6	37.2
	4H	36.4	37.2	37.0	37.8	38.4	36.4	37.2	37.0	37.8	38.4
	6H	37.8	38.5	38.4	39.1	39.7	37.8	38.5	38.4	39.1	39.7
	8H	38.5	39.2	39.1	39.8	40.5	38.5	39.2	39.1	39.8	40.5
8H	2H	39.4	20.0	20.0	20.6	21.3	39.4	20.0	20.0	20.6	21.3
	4H	36.9	17.6	17.5	18.2	18.9	36.9	17.5	17.5	18.2	18.9
	6H	38.5	19.1	19.2	19.8	20.5	38.5	19.1	19.2	19.8	20.5
	8H	39.5	20.0	20.1	20.7	21.4	39.5	20.0	20.1	20.7	21.4
	12H	40.6	21.0	21.2	21.7	22.4	40.6	21.0	21.2	21.7	22.4
12H	4H	37.0	37.7	37.7	38.3	39.0	37.0	37.7	37.7	38.3	39.0
	6H	38.8	39.3	39.4	39.9	40.7	38.8	39.3	39.4	39.9	40.7
	8H	39.8	20.3	20.5	20.9	21.7	39.8	20.3	20.5	20.9	21.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					-0.3 / -0.3				
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					-0.4 / -0.5				
Título estándar		BK10					BK10				
Sumando de corrección		0.3					0.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm flujo luminoso total											

DIAL 6 Optikleuchten / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 50 82 96 100 57

Einbauleuchte, weiß (RAL 9016),
 Raumflutend, Floatglasscheibe mit Ablendring
 TC-TELI 1 x 42 W

Reflektor aus Reinstaluminium (Al 99,98), weiß lackiert,
 Floatglasscheibe aus ESG (Einscheiben-Sicherheits-Glas), teilmattiert, mit
 Lochblechkranz zur zusätzlichen Entblendung, mit integrierter
 Sicherheitsabhangung

Abmessungen
 Durchmesser D : 255 mm
 Deckenausschnitt DA : 240 mm
 Ausladung AL : 252 mm
 Einbautiefe ET : 90 mm
 Einbautiefe ET : 90 mm
 Gewicht ca. : 2,4 kg

Gehäuse und elektrische Bauteile
 Runde Bauform,
 Montagering aus Magnesium Druckguß mit Schraubbefestigung für
 Deckenstärken von 1 - 50 mm,
 MS3-Bajonett zur werkzeuglosen Befestigung der Lichtoptik,
 mit EVG,
 Anschlußdose mit 5-pol. Steckklemme für Durchverdrahtung bis 5x2,5mm²,
 2-fach Zugentlastung

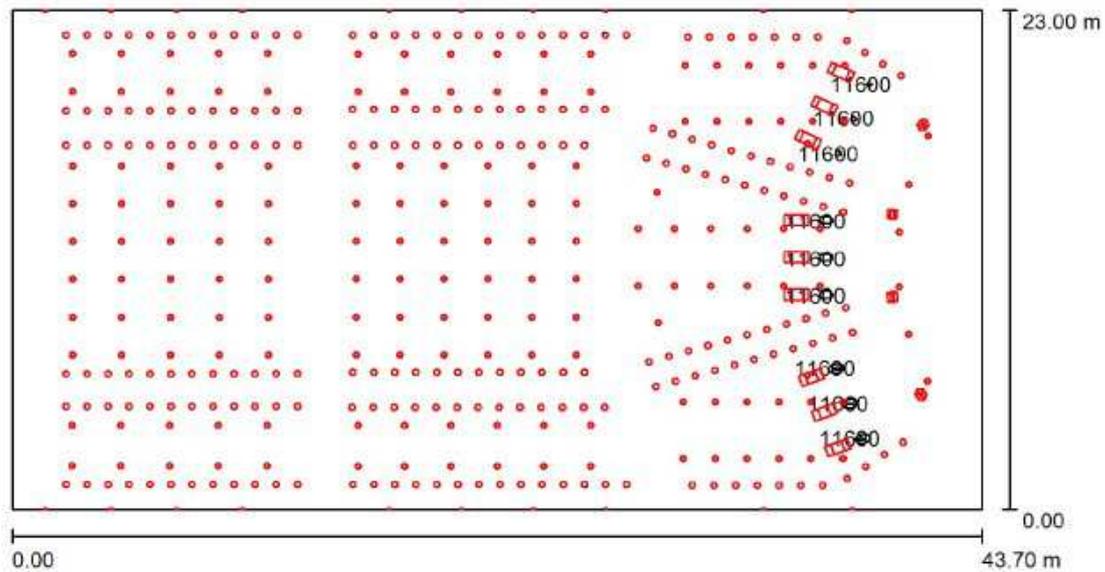
mit VDE- und F-Zeichen
 Schutzklasse : I
 Schutzart : IP 23

Fabrikat : WILA
 Type-Nr. : C0814-FL

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
i Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
i Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
i Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local S	Tamaño del local r	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.1	22.4	21.4	22.6	22.8	20.4	21.7	20.7	22.0	22.2
	3H	23.3	23.4	22.9	23.7	24.0	21.7	22.9	22.0	23.1	23.4
	4H	22.8	23.0	23.1	24.1	24.4	22.2	23.3	22.6	23.6	23.9
	6H	23.2	24.2	23.5	24.5	24.8	22.6	23.6	23.0	23.9	24.2
	8H	23.3	24.3	23.7	24.6	24.9	22.8	23.7	23.1	24.1	24.4
4H	2H	23.4	24.3	23.8	24.7	25.0	22.9	23.8	23.3	24.1	24.5
	3H	21.6	22.7	21.9	23.0	23.3	21.1	22.2	21.4	22.5	22.8
	4H	23.0	23.9	23.4	24.2	24.6	22.6	23.5	22.9	23.8	24.1
	6H	23.6	24.4	24.0	24.8	25.1	23.2	24.0	23.6	24.4	24.7
	8H	24.2	24.9	24.6	25.2	25.6	23.7	24.4	24.1	24.8	25.2
8H	2H	24.4	25.0	24.8	25.4	25.8	23.9	24.5	24.3	25.0	25.4
	3H	24.5	25.1	25.0	25.5	26.0	24.1	24.7	24.5	25.1	25.5
	4H	23.8	24.5	24.3	24.9	25.3	23.5	24.1	23.9	24.5	24.8
	6H	24.6	25.1	25.0	25.5	26.0	24.1	24.7	24.6	25.1	25.5
	8H	24.8	25.3	25.3	25.8	26.2	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8
12H	2H	25.1	25.5	25.6	25.9	26.4	24.7	25.1	25.2	25.5	26.0
	3H	23.9	24.5	24.3	24.9	25.3	23.5	24.1	23.9	24.5	24.9
	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	26.0	24.2	24.7	24.7	25.1	25.6
	6H	24.9	25.3	25.4	25.8	26.3	24.5	24.9	25.0	25.4	25.9
	8H	24.9	25.3	25.4	25.8	26.3	24.5	24.9	25.0	25.4	25.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.2				
S = 1.5H		+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5				
S = 2.0H		+0.6 / -0.9					+0.6 / -0.9				
Tabla estándar Sumando de desplazamiento		8K05					8K05				
		5.4					4.9				
Indice de deslumbramiento corrigido en relación a 3000h/m ² luminarias total											

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:313

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	881	253	58144	0.287
Suelo	59	852	298	14903	0.350
Techo	61	807	272	2143	0.337
Paredes (4)	50	686	296	119489	/

Plano útil:

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

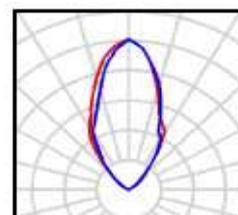
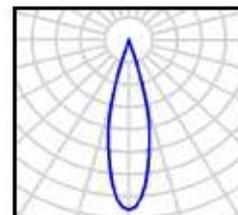
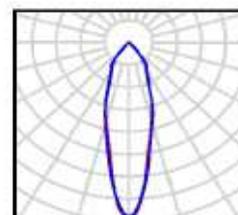
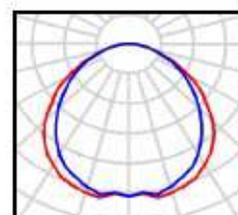
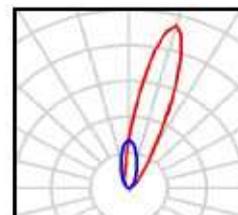
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	216	DIAL 17 1 HIT 35W (1.000)	2036	3400	42.0
2	156	DIAL 6 Optikleuchten (1.000) HAVELLSSYLVANIA 4069035	1817	3200	46.0
3	20	ALTAIR/W1_D57/W1-LWMB-AL (1.000) MARTIN 90504065 Exterior 1200 IP	5413	8100	13.0
4	9	Medium Maximum_Pole (1.000) MARTIN 90509080 Exterior 200 Very	21309	92000	1365.0
5	4	Wide_Floor (1.000)	5485	12900	200.0
			Total: 1045064	Total: 2275200	29593.0

Valor de eficiencia energética: $29.44 \text{ W/m}^2 = 3.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1005.10 m^2)

Local 1 / Lista de luminarias

- 216 Pieza DIAL 17 1 HIT 35W
 N° de artículo: 17
 Flujo luminoso (Luminaria): 2036 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 0
 Código CIE Flux: 00 00 00 00 60
 Lámpara: 1 x HIT 35W (Factor de corrección 1.000).
- 156 Pieza DIAL 6 Optikleuchten
 N° de artículo: 6
 Flujo luminoso (Luminaria): 1817 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
 Potencia de las luminarias: 46.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 50 82 96 100 57
 Lámpara: 1 x TC-TEL 42W (Factor de corrección 1.000).
- 20 Pieza HAVELLSSYLVANIA 4069035
 ALTAIR/W1_D57/W1-LWMB-AL
 N° de artículo: 4069035
 Flujo luminoso (Luminaria): 5413 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 8100 lm
 Potencia de las luminarias: 13.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 100 100 100 100 68
 Lámpara: 1 x 100W HIE-P (Factor de corrección 1.000).
- 9 Pieza MARTIN 90504065 Exterior 1200 IP Medium
 Maximum_Pole
 N° de artículo: 90504065
 Flujo luminoso (Luminaria): 21309 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 92000 lm
 Potencia de las luminarias: 1365.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 100 100 100 47 27
 Lámpara: 1 x Philips MSD 1200 W (Factor de corrección 1.000).
- 4 Pieza MARTIN 90509080 Exterior 200 Very Wide_Floor
 N° de artículo: 90509080
 Flujo luminoso (Luminaria): 5485 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 12900 lm
 Potencia de las luminarias: 200.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 0
 Código CIE Flux: 00 00 00 00 43
 Lámpara: 1 x Philips CDM-SA/T 150/942 (Factor de corrección 1.000).





Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1045064 lm
 Potencia total: 29593.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	411470881			/	/
Suelo	398454852			59	160
Techo	326481807			61	157
Pared 1	267458725			50	115
Pared 2	193488681			50	108
Pared 3	336476812			50	129
Pared 4	61	316	377	50	60

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.287 (1:3)
 E_{min} / E_{max} : 0.004 (1:230)

Valor de eficiencia energética: $29.44 \text{ W/m}^2 = 3.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1005.10 m^2)

ANEXO N.º X
PLANOS ELÉCTRICOS.