



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

## **FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS**

Byron Oswaldo García Gaytán

**Asesorado por el Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez**

**Guatemala, abril de 2007**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**BYRON OSWALDO GARCIA GAYTAN**

ASESORADO POR EL ING. NATANAEL J. REQUENA GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |       |                                |
|------------|-------|--------------------------------|
| DECANO     | Ing.  | Murphy Olympo Paiz Recinos     |
| VOCAL I    | Inga. | Glenda Patricia García Soria   |
| VOCAL II   | Inga. | Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III  | Ing.  | Miguel Ángel Dávila Calderón   |
| VOCAL IV   | Br.   | Kenneth Issur Estrada Ruiz     |
| VOCAL V    | Br.   | Elisa Yazminda Vides Leiva     |
| SECRETARIA | Inga. | Marcia Ivonne Velíz Vargas     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |       |  |
|------------|-------|--|
| DECANO     | Ing.  | Sydney Alexander Samuels Milson            |
| EXAMINADOR | Ing.  | Armando Gálvez Castillo                    |
| EXAMINADOR | Ing.  | Luis Eduardo Duran Córdova                 |
| EXAMINADOR | Ing.  | Otto Fernando Andrino Girón                |
| SECRETARIA | Inga. | Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE  
INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS.**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, el 14 Octubre de 2004.

Byron Oswaldo García Gaytán

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.079.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS**, presentado por el estudiante universitario **Byron Oswaldo García Gaytán**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, abril de 2007

/cc

Guatemala, 27 de mayo de 2006

Ingeniero

**Francisco Javier González López**

Jefe Área Básica y Electrotecnia

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Universidad de San Carlos de Guatemala

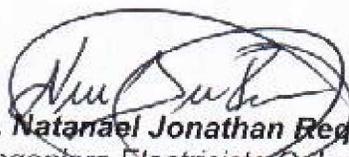
Ingeniero González:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he revisado a la fecha conjuntamente con el estudiante **Byron Oswaldo García Gaytán**, el informe final que corresponde para llegar al examen general publico titulado "**Factores en el Diseño e Implementación de instalaciones Eléctricas en Auditorios**" y luego de hacer las correcciones necesarias, doy la aprobación al mismo por considerar que cumple con los objetivos establecidos. Solicitando las revisiones y presentaciones del caso a efecto de que continúe el proceso, si esto es pertinente, ante la Escuela Mecánica Eléctrica.

Por lo tanto, el autor de esta tesis y yo como asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente;

  
**Ing. Natalael Jonathan Requena Gómez**  
Ingeniero Electricista Colegiado 6,240  
Asesor



Guatemala, 6 de marzo 2007.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director  
Ing. Mario Renato Escobedo Martínez  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **Factores en el Diseño e Implementación de instalaciones Eléctricas en Auditorios**, desarrollado por el estudiante; Byron Oswaldo Garcia Gaytán, por considerar que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Francisco Javier González López  
Coordinador Área de Electrotécnica

FJGL/sro



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Byron Oswaldo García Gaytán titulado: **Factores en el Diseño e Implementación de instalaciones Eléctricas en Auditorios**, procede a la autorización del mismo.

**Ing. Mario Renato Escobedo Martínez**

**DIRECTOR**



**GUATEMALA, 8 DE MARZO 2007.**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS:** Por ser más de lo que necesito, cuando lo necesito, en donde lo necesito. Dándome, el sentido de mi vida y motivándome a ser un instrumento de tus manos, ayudándome a cumplir cada objetivo, en el cual tu me has acompañado cada día de mi vida.
- MI MADRE:** Por su amor. Razón por la que me instruyó por el camino de verdad, disciplina y perseverancia.
- MI PADRE:** Por el esfuerzo que realizó por mis estudios.
- MIS HERMANOS:** Lucky, por el apoyo incondicional y el esfuerzo que realizó por mi vida y mi carrera, por todas las veces que me ha tendido la mano para cumplir nuestras metas. Oscar, por ser el apoyo y respaldo en mi carrera. Olga, por ser la sonrisa y la esperanza de cada día. Y por todas aquellas acciones que aunque quisiera nombrarlas para agradecerles, sólo puedo decirles que han sido las bendiciones más grandes en mi vida.
- MIS AMIGOS:** Por el apoyo brindado para completar mi carrera y los consejos que mejoraron mi carácter.
- MI IGLESIA:** Iglesia "El Shaddai", por ser el instrumento que Dios usó para alentar y dar visión a mi vida.
- MI ASESOR:** Por el apoyo que proporcionó en el desarrollo de mi trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....                   | <b>VII</b>  |
| <b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....                         | <b>IX</b>   |
| <b>GLOSARIO</b> .....                                  | <b>XI</b>   |
| <b>OBJETIVOS</b> .....                                 | <b>XV</b>   |
| <b>RESUMEN</b> .....                                   | <b>XVII</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                              | <b>XIX</b>  |
| <br>   |             |
| <b>1. AUDITORIO</b> .....                              | <b>1</b>    |
| 1.1 Definición .....                                   | 1           |
| 1.2 Antecedentes históricos .....                      | 1           |
| 1.3 Clasificación .....                                | 4           |
| 1.3.1 Por el edificio respecto a su entorno .....      | 4           |
| 1.3.2 Por su concepto .....                            | 4           |
| 1.3.3 Por la forma de la planta .....                  | 6           |
| 1.4 Características en un auditorio .....              | 7           |
| 1.4.1 Programa arquitectónico de un auditorio .....    | 7           |
| 1.4.2 Diagrama de funcionamiento de un auditorio ..... | 9           |
| 1.4.3 Descripción de partes .....                      | 10          |
| 1.4.3.1 Zona exterior .....                            | 10          |
| 1.4.3.2 Zona del público .....                         | 10          |
| 1.4.3.3 Zona de servicios generales .....              | 11          |

|   |    |
|---|----|
| <b>2. TIPO DE INSTALACIONES EN AUDITORIOS</b> .....             | 13 |
| 2.1 Instalación temporal .....                                  | 13 |
| 2.2 Instalación permanente .....                                | 14 |
| 2.2.1 Electroacústica .....                                     | 14 |
| 2.2.2 De Seguridad .....  | 14 |
| 2.2.3 Aire Acondicionado .....                                  | 15 |
| 2.2.4 Iluminación .....   | 15 |
| 2.2.5 De Servicio .....   | 16 |
| 2.3 Instalación privilegiada .....                              | 16 |
| 2.4 Instalación emergencia .....                                | 16 |
| <br>  |    |
| <b>3. ILUMINACIÓN</b> .....                                     | 17 |
| 3.1 Del área de publico y la sala .....                         | 17 |
| 3.2 De áreas de trabajo .....                                   | 18 |
| 3.3 Del escenario .....   | 18 |
| 3.4 Equipos luminosos .....                                     | 19 |
| 3.5 Fuentes de iluminación en colores .....                     | 21 |
| 3.6 De emergencia .....   | 22 |
| <br>  |    |
| <b>4. AIRE ACONDICIONADO</b> .....                              | 23 |
| 4.1 Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado .....         | 23 |
| 4.2 Energía y recursos de un diseño eficiente de CVAA .....     | 25 |
| 4.3 Sistemas de CVAA .....                                      | 27 |
| 4.3.1 Sistemas de calefacción .....                             | 27 |
| 4.3.2 Sistemas de ventilación .....                             | 27 |
| 4.3.3 Control de sistemas de ventilación .....                  | 29 |
| 4.4 Equipamiento del aire acondicionado .....                   | 30 |
| 4.5 Requerimientos eléctricos de las unidades enfriadoras ..... | 30 |
| 4.5.1 Bombas de producción .....                                | 30 |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.5.2     | Bombas de enfriamiento .....  | 31        |
| 4.6       | Características principales sistema CVAA.....                       | 31        |
| 4.7       | Características principales para el control de un sistema CVAA..... | 31        |
| <b>5.</b> | <b>EQUIPO DE SONIDO .....</b>                                       | <b>33</b> |
| 5.1       | Sonido en auditorios .....  | 33        |
| 5.1.1     | Sonido .....  | 34        |
| 5.1.1.1   | Principios físicos del sonido.....                                  | 34        |
| 5.1.1.2   | Clasificación del sonido .....                                      | 35        |
| 5.1.1.2.1 | Palabra hablada o hablar .....                                      | 35        |
| 5.1.1.2.2 | Música .....  | 35        |
| 5.1.1.2.3 | Sonido en general .....   | 35        |
| 5.1.1.3   | Ruido .....   | 36        |
| 5.1.1.3.1 | Procedente del exterior .....                                       | 36        |
| 5.1.1.3.2 | Producido por el publico .....                                      | 36        |
| 5.1.1.3.3 | Ocasionados por una parte del<br>sonido indirecto.....              | 37        |
| 5.1.1.4   | Reverberación .....   | 37        |
| 5.2       | Tipos de equipo de sonido .....                                     | 38        |
| 5.2.1     | De alta fidelidad .....   | 39        |
| 5.2.2     | Estereofónico .....   | 39        |
| 5.2.3     | Dolby .....   | 39        |
| 5.3       | Instalación del equipo de sonido .....                              | 40        |
| 5.3.1     | Consola mezcladora de radio .....                                   | 40        |
| 5.3.2     | Micrófonos .....  | 40        |
| 5.3.3     | Procesadores de audio .....   | 40        |
| 5.3.4     | Amplificadores de audio .....                                       | 41        |
| 5.3.5     | Equipo de video .....   | 41        |
| 5.3.6     | Ubicación de bocinas .....  | 41        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 5.3.7     | Cabina de control de sonido .....                              | 42        |
| <b>6.</b> | <b>RED PRIVILEGIADA .....</b>                                  | <b>43</b> |
| 6.1       | Equipo de video .....  | 43        |
| 6.1.1     | Circuito de video vigilancia .....                             | 43        |
| 6.1.2     | Circuito de reproducción de video .....                        | 43        |
| 6.2       | Equipo de intercomunicación.....                               | 44        |
| 6.2.1     | Sistemas de voceo .....  | 44        |
| 6.2.2     | Terminal portátil .....  | 44        |
| 6.3       | Equipo de computación .....                                    | 44        |
| 6.4       | Telefonía .....  | 45        |
| <b>7.</b> | <b>EJEMPLO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN AUDITORIO .....</b>     | <b>47</b> |
| 7.1       | Factores en la implementación de un proyecto.....              | 47        |
| 7.1.1     | Clasificación de los circuitos .....                           | 48        |
| 7.1.1.1   | Circuitos para usos generales .....                            | 49        |
| 7.1.1.2   | Circuitos para usos especiales .....                           | 49        |
| 7.1.1.3   | Circuitos para usos específicos .....                          | 50        |
| 7.1.1.4   | Circuitos para alimentación de tensión<br>estabilizada .....   | 50        |
| 7.1.2     | Norma para la ejecución de planos .....                        | 51        |
| 7.1.3     | Plano de instalación eléctrica de fuerza en sótano .....       | 53        |
| 7.1.4     | Plano de instalación eléctrica de iluminación en sótano .....  | 55        |
| 7.1.5     | Plano de instalación eléctrica de fuerza en nivel 1 .....      | 57        |
| 7.1.6     | Plano de instalación eléctrica de iluminación en nivel 1 ..... | 59        |
| 7.1.7     | Plano de instalación especial nivel 1.....                     | 61        |
| 7.1.8     | Plano de instalación eléctrica de fuerza en nivel 2 .....      | 63        |
| 7.1.9     | Plano de instalación eléctrica de iluminación en nivel 2 ..... | 65        |
| 7.1.10    | Plano de instalación especial en nivel 2 .....                 | 67        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 7.1.11 | Plano de diagrama unifilar .....  | 69 |
| 7.1.12 | Plano de instalación eléctrica iluminación en parqueo .....   | 71 |
| 7.2    | Diseño de red privilegiada .....  | 73 |
| 7.3    | Diseño de equipo de sonido .....  | 74 |
| 7.3.1  | Conceptos acústicos de diseño .....   | 74 |
| 7.3.2  | Conceptos acústicos de diseño de auditorio .....  | 74 |
| 7.3.3  | Conceptos de diseño de aislamiento del sonido del auditorio .....   | 74 |
| 7.3.4  | Conceptos de control de ruido mecánico .....  | 75 |
| 7.4    | Diseño de aire acondicionado .....  | 75 |
| 7.5    | Diseño de iluminación .....   | 75 |
| 7.5.1  | Formas de iluminación .....   | 76 |
| 7.5.2  | Tablas aplicables según normas internacionales .....  | 77 |
| 7.5.3  | Cálculo de la cantidad de luminarias a instalar por ambiente en el área interior .....                            | 77 |
| 7.5.4  | Determinación del tipo de iluminación a utilizar para los diferentes tipos de ambientes en el área interior ..... | 78 |
| 7.5.5  | Cálculo por el método práctico .....  | 79 |
| 7.5.6  | Cálculo por el método de software (iluminación punto a punto) .....   | 81 |
| 7.5.7  | Cálculo de la cantidad de luminarias a instalar en el área exterior .....   | 82 |
| 7.5.8  | Determinación del tipo de iluminación a utilizar en el área exterior .....  | 82 |
| 7.6    | Sistemas de protección contra sobrecargas .....   | 82 |
| 7.6.1  | Sistemas de tierras .....   | 82 |
| 7.6.2  | Pararrayos .....  | 83 |
| 7.7    | Costo de implementación .....   | 84 |
| 7.7.1  | Tableros .....  | 85 |

|                              |  |            |
|------------------------------|--|------------|
| 7.7.2                        | Materiales para acometida y circuitos por tablero .....              | 86         |
| 7.7.3                        | Red de tierras .....   | 90         |
| 7.7.4                        | Pararrayos .....   | 91         |
| 7.7.5                        | Instalaciones especiales .....                                       | 91         |
| 7.7.6                        | Iluminación .....  | 92         |
| 7.7.7                        | Fuerza .....   | 92         |
| 7.7.8                        | Cuantificación de costo de lámparas .....                            | 93         |
| 7.7.9                        | Generador y transferencia .....                                      | 93         |
| 7.7.10                       | Transformador .....  | 93         |
| 7.7.11                       | Costo total del proyecto de instalación eléctrica en auditorio ..... | 94         |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....    |  | <b>95</b>  |
| <b>RECOMENDACIONES</b> ..... |  | <b>97</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....    |  | <b>99</b>  |
| <b>APÉNDICE</b> .....        |  | <b>101</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| 1. Anfiteatro Romano.....                                       | 1  |
| 2. Teatro Medieval .....  | 2  |
| 3. Niveles de ruido, sonido y disipación.....                   | 3  |
| 4. Dirección del sonido .....                                   | 4  |
| 5. Reverberación .....  | 5  |
| 6. Plano de instalación eléctrica de fuerza sótano .....        | 6  |
| 7. Plano de instalación eléctrica de iluminación sótano .....   | 7  |
| 8. Plano de instalación eléctrica de fuerza nivel 1 .....       | 8  |
| 9. Plano de instalación eléctrica de iluminación nivel 1 .....  | 9  |
| 10. Plano de instalación eléctrica especial en nivel 1.....     | 10 |
| 11. Plano de instalación eléctrica de fuerza nivel 2.....       | 11 |
| 12. Plano de instalación eléctrica de iluminación nivel 2 ..... | 12 |
| 13. Plano de instalación eléctrica especial en nivel 2.....     | 13 |
| 14. Plano de diagrama unifilar .....                            | 14 |
| 15. Plano de instalación eléctrica iluminación en parqueo ..... | 15 |

### TABLAS

|   |    |
|---|----|
| I. Espacio requerido para un auditorio .....                            | 13 |
| II. Requerimiento de aire en auditorio .....                            | 27 |
| III. Costo del proyecto de instalación eléctrica en auditorio .....     | 78 |
| IV Costo total del proyecto de instalación eléctrica en auditorio ..... | 92 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| <b>kVA</b>  | Kilo-Voltio-Amperio (s)       |
| <b>kW</b>   | Kilovatio (s)                 |
| <b>kV</b>   | Kilovoltio (s)                |
| <b>W</b>    | Vatio (s)                     |
| <b>HP</b>   | Caballo de Fuerza             |
| <b>V</b>    | Voltio (s)                    |
| <b>A</b>    | Amperio (s)                   |
| <b>Hz</b>   | Ciclos por segundo            |
| <b>SNPT</b> | Sobre Nivel de Piso Terminado |



## **GLOSARIO**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Acústica</b>          | Característica de un recinto referida a la calidad de la recepción de los sonidos   |
| <b>Ángulo de montaje</b> | Inclinación con la cual se instala las bocinas para mejorar la propagación del sonido y disminuir el eco dentro de un local cerrado.  |
| <b>Baffle</b>            | Dispositivo que facilita la mejor difusión y calidad del sonido de un altavoz.  |
| <b>Caja de registro</b>  | Caja de derivación o de inspección.   |
| <b>Canalización</b>      | Se refiere a canales, canaletas, doctos o tubos por donde se hace pasar los conductores, con el fin de protegerlos mecánicamente y evitar el contacto de personal no calificado con los mismos. |
| <b>Candela</b>           | Unidad de intensidad luminosa, en español bujía. La definición original se hizo en términos de una fuente de flama, una vela común.   |
| <b>Cenital</b>           | El punto de intercepción de la línea vertical con la esfera superior del auditorio sobre la cabeza del observador.  |

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Ciclorama</b>       | En el teatro, gran superficie cóncava situada al fondo del escenario, hasta gran altura, sobre la que se proyectan el cielo y los efectos cinematográficos.   |
| <b>Conector</b>        | Pieza de empalme, conjunto destinado a conectar eléctricamente dos cables flexibles o un cable flexible a un aparato eléctrico.   |
| <b>Deslumbramiento</b> | Fenómeno que se produce cuando un foco o una superficie reflectante emite una luz con mucho brillo y llegan directamente a los ojos causando una ceguera momentánea.  |
| <b>Dimmers</b>         | Atenuadores de luz.   |
| <b>Escala</b>          | Relación de semejanza entre las figuras representadas en el plano y las reales. Esta relación se indica a partir de una división o de un quebrado, donde el numerador corresponde a la medida del plano, y el denominador a la medida real del cuerpo representado. |
| <b>Escenario</b>       | Parte del teatro construida y dispuesta convenientemente para que en ella se puedan colocar las decoraciones y representar las obras dramáticas o cualquier otro espectáculo teatral.   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Fonio</b>       | Unidad de medida de la sonoridad, equivalente a un decibelio del sonido cuya frecuencia sea de 1000 hercios  |
| <b>Fotométrica</b> | Información fotométrica que proporcionan los fabricantes de luminarias y física medida y procesada en el laboratorio, que se requiere para un diseño de iluminación. |
| <b>Isoptica</b>    | Término que se utiliza para describir, lo que se puede observar en el escenario o un punto dentro de él, desde cualquier ubicación en el auditorio.                  |
| <b>Lobby</b>       | Vestíbulo de un hotel y de otros establecimientos como: cines, teatros, restaurantes, etc., especialmente si es grande.  |
| <b>Luminaria</b>   | Aparato destinado a contener lámparas y equipos auxiliares, protegidos de los agentes exteriores.  |
| <b>Lux</b>         | Unidad de iluminancia del sistema internacional (SI), cuando el metro se toma como unidad de longitud.   |
| <b>Proscenio</b>   | Parte del escenario más inmediato al público, que viene a ser la que media entre el borde del mismo escenario y el primer orden de butacas.                          |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Sopotería</b>                    | Pieza adecuada para cargar cualquier elemento en una instalación eléctrica; por ejemplo: abrazaderas, racks, rieles acanalados, tuercas para rieles acanalados, de tarugo del tipo mariposa, etc. |
| <b>Tablero Electro-luminiscente</b> | Paneles de interruptores, los cuales poseen la característica de poderse observar ante la falta de luz como resultado de su propia iluminación.   |
| <b>Tramoya</b>                      | Máquina para figurar en el teatro o auditorio transformaciones.   |
| <b>Traspunte</b>                    | Lugar donde se coloca la persona que avisa a cada actor cuando ha de salir a escena   |

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

El proporcionar los conocimientos y técnicas para la implementación de instalaciones eléctricas en Auditorios, enriqueciendo los conocimientos respecto a este tipo de aplicaciones en la sociedad guatemalteca.

### **ESPECÍFICOS**

1. Mostrar e identificar los aspectos históricos, técnicos y prácticos de un auditorio.
2. Identificar los diferentes tipos de instalaciones eléctricos que se pueden necesitar dentro de un auditorio.
3. Identificar los diferentes sistemas de iluminación dentro de un auditorio.
4. Identificar la aplicación de un sistema de aire acondicionado y su efecto dentro de una instalación.
5. Mostrar el uso de los equipos de audio y sonido, sus características y su utilización dentro de un auditorio.
6. Reconocer el uso de una red privilegiada dentro de un auditorio.
7. Mostrar basándose en los conocimientos adquiridos la ejemplificación del diseño de una instalación eléctrica en un auditorio.



## RESUMEN

En la actualidad un auditorio se utiliza para mostrar un sin fin de aspectos de la sociedad, y Guatemala no es la excepción. Se debe entender las diferentes ambientes dentro de un auditorio para conocer sus requerimientos de energía eléctrica. A través de las definiciones estudiadas en las diferentes áreas, que en este caso, requieren energía eléctrica para su funcionamiento y por el uso de cada área pueden ser de carácter temporal o permanente.

En el trabajo encontrará una descripción del sistema de la instalación de iluminación dentro del auditorio como sus diferentes características para que pueda cumplir con su objetivo, luego encontrará la descripción del sistema de aire acondicionado y los diferentes aspectos de diseño, como sus requerimientos de un sistema eléctrico independiente. Uno de los sistemas principales es el del equipo de sonido, pues es un factor primordial en el diseño y el correcto funcionamiento del auditorio; se describe la propagación del sonido y su relación con cada uno de los materiales. Además, del diseño de la red eléctrica independiente y libre de distorsión para evitar efectos no deseados en la reproducción del sonido.

En los últimos capítulos encontrará la implementación del diseño de la instalación eléctrica de un auditorio y sus diferentes aplicaciones para su funcionamiento, mostrando los diferentes planos para su construcción, sus materiales y el costo de implementación.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las ramas de ingeniería eléctrica con más importancia es la referente a las instalaciones eléctricas en sitios públicos, esto se debe a que su importancia radica en la utilización de materiales decorativos en su instalación. Cuando apreciamos un espectáculo o conferencia, dentro de un auditorio, se puede apreciar que dentro del mismo, todas sus instalaciones deben ser funcionales y eficientes; y al mismo tiempo flexible debido a que un auditorio es un lugar de usos múltiples.

La instalación eléctrica dentro de un auditorio tiene la cualidad o distinción de que la misma no se hace en función del equipo que se conecta, sino se realiza basándose en los posibles equipos que se puedan utilizar en un momento. Los equipos y sistemas que se pueden conectar pueden ser de iluminación general o iluminación escénica, aire acondicionado, ventilación, sonido, video o de efectos visuales. Debido a su ubicación pueden ser de manera temporal o permanente. Además su capacidad debe ser lo suficientemente flexible y económica para soportar cualquier utilización. Lo anterior se ampliará de manera que al terminar de consultar este material se posea la suficiente capacidad para poder efectuar una instalación en auditorio y además se pueda tener principios técnicos con los cuales se pueda corregir cualquier limitación.

Como resultado de esta investigación, se presenta a continuación la lista de planos de un auditorio con capacidad de más de 6000 personas, además de otras áreas que se podrán apreciar al transcurrir el lector con cada página que a continuación se le presenta:

1. Plano de instalación eléctrica de fuerza sótano
2. Plano de instalación eléctrica de iluminación sótano
3. Plano de instalación eléctrica de fuerza nivel 1
4. Plano de instalación eléctrica de iluminación nivel 1
5. Plano de instalación eléctrica especial en nivel 1
6. Plano de instalación eléctrica de fuerza nivel 2
7. Plano de instalación eléctrica de iluminación nivel 2
8. Plano de instalación eléctrica especial en nivel 2
9. Plano de diagrama unifilar
10. Plano de instalación eléctrica iluminación en parqueo

# 1. AUDITORIO

## 1.1 Definición

Del latín *auditórium*, que significa “lugar donde algo es escuchado”. El auditorio es del género de edificios que cuentan con espacios flexibles para llevar a cabo diferentes actividades culturales, deportivas, laborales de esparcimiento, festivas, musicales, asambleas, conferencias, debates, proyección de cintas, montaje de obras teatrales, incluso, para los musicales. En estos edificios es necesario una buena isóptica y acústica.

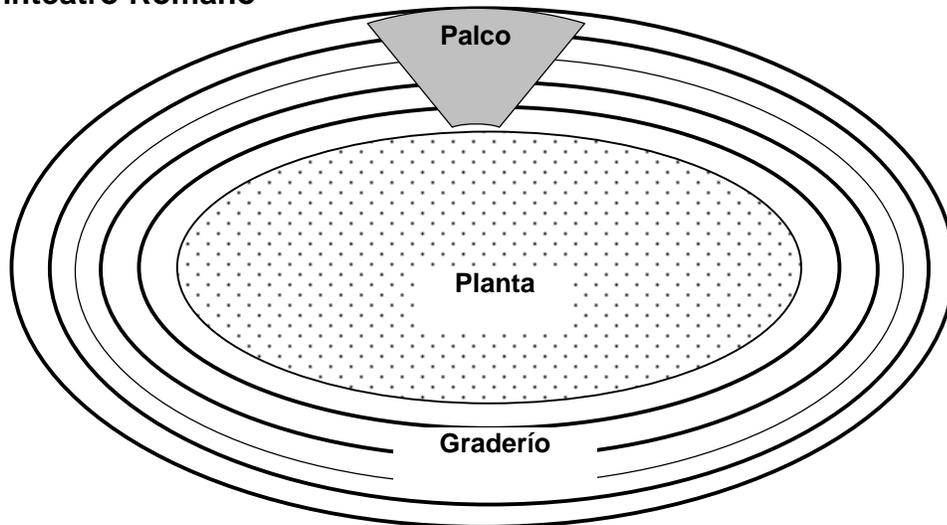
## 1.2 Antecedentes históricos

Desde que el hombre concibió los dramas ejemplares, el primero, el de la familia, necesitó un espacio propio donde pudiera comunicarse con los demás.

Los lugares para exhibiciones públicas surgieron en Grecia a partir del siglo IV a. C. y partió de un origen religioso, este era el centro de las actividades sociales, comerciales, políticas y ritos religiosos. Estos lugares constaban de la gradería que rodeaba en dos tercios de su circunferencia al espacio central de forma circular, que por lo general, eran terrenos accidentados y tenían que estar ubicados en la vertiente de una colina para poder construir las graderías.

En estos edificios los espectadores se sentaban en las gradas que se situaban alrededor y para los emperadores se reservaba el palco principal, lleno de lujo y comodidades; su planta era circular elíptica. Con los romanos estos edificios alcanzaron gran esplendor, lo que fue determinante siglos más tarde para la evolución arquitectónica de este.

**Figura 1. Anfiteatro Romano**



La arquitectura india en los edificios se trataba como lugares fijos de espectáculos construidos cerca de un templo o levantado en forma provisional para rituales. Y se erigían para los dioses, reyes y gente común. Dividida en áreas para escenario y público.

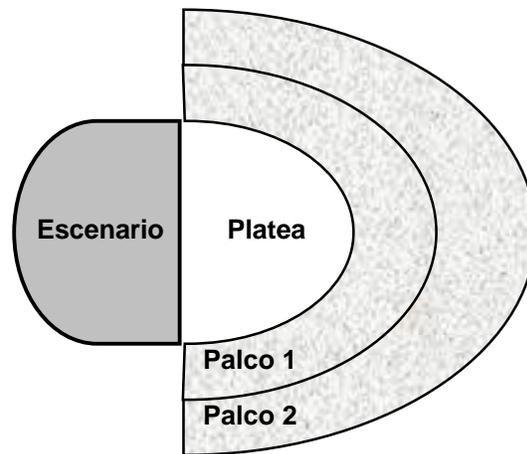
Las representaciones publicas comenzaron en Japón con representaciones al aire libre en el patio de los templos. En el siglo XVII las representaciones se hacían por medio de marionetas de tamaño real y con estenografía de tamaño real.

En el siglo X las representaciones se hicieron en las instalaciones de las iglesias católicas enfatizando sus doctrinas. Se trataban de espacios constituidos por un lugar central rodeado en los cuatro costados por casas con balcones donde la actuación se realizaba en el patio a cielo abierto, y las personas se colocaban de pie alrededor de la plataforma.

En el siglo XIV surgieron los primeros edificios cerrados destinados a la representación teatral. Dichas construcciones se basaban en los corrales y posadas medievales, pero con balcones y ventanas que se convirtieron en graderías; el público seguía de pie en el patio alrededor del escenario, pero tanto la decoración como el vestuario se fueron enriqueciendo.

En los siglos XVII al XVIII en el área central de Europa aparecieron los edificios con ángulos rodeados casi en forma de U, en el cual las graderías desaparecieron para ser sustituidas por platea y por los palcos dispuestos a diferentes alturas. Luego los músicos se colocaron al frente del escenario con la orquesta, que posteriormente se convertiría en el foso para mayor visibilidad. La sala no es tan alargada y la planta es un semicírculo alto.

**Figura 2. Teatro Medieval**



En siglo XX se introdujeron nuevas técnicas de iluminación, sonido, acústica e isóptica, aire acondicionado, las cuales transformaron la arquitectura de auditorios en esta época.

Actualmente un auditorio consta de tres partes fundamentales: la primera es la producción del espectáculo; la segunda es la exhibición de dicho espectáculo y la tercera es la suma de los requisitos necesarios para que el auditorio pueda ver, oír y sentirse transportado al ambiente del espectáculo y ligarse así al espectáculo.

### **1.3 Clasificación**

Se realiza considerando las características del edificio y las diferentes formas de espectáculos. Existen pequeños edificios con un máximo de 500 asientos, medianos de 500 a 900; grandes de 900 a 1500 y los más grandes con un mínimo de 1500 asientos o más.

#### **1.3.1 Por el edificio respecto al entorno**

**Abierto.** El que se construye al aire libre, por lo general, en una plaza, un parque, etc,. Su función principal es dar la público un espacio donde realicen reuniones masivas, conciertos y otros eventos de carácter cívico cultural.

**Cerrado.** El que agrupa los espacios de un edificio cerrado de volúmenes simétricos o largos prismas acostados en el suelo donde una mitad aloja cómodamente a los espectadores y la otra mitad del prisma da cabida al escenario con las instalaciones necesarias para realizar un espectáculo.

#### **1.3.2 Por su concepto**

Se diferencia por el tipo de espectáculo.

**Contemporáneo:** Requiere un espacio propio y organizado para su fin específico. En este caso se determina perfectamente la escena para lograr la apreciación unidireccional de los espacios que se requieren.

**De masas:** Edificio destinado a albergar una cantidad considerable de público de diversos estratos sociales que gustan de las representaciones populares.

**De repertorio:** Se puede manejar de dos tipos el que mantiene un repertorio de varios espectáculos que se pueden cambiar incluso a veces diario. El segundo tipo es el que lleva a cabo espectáculos con intervalos de dos a tres semanas y que evita repetir espectáculos.

**De vanguardia:** Contribuye a modificar y reformar los modos representativos y la cultura del espacio. La relación entre el escenario y el público es una repetición de escenarios redondos o abiertos.

**Experimental:** Son necesarios en áreas de estudio, se utilizan para realizar investigaciones de sonido, el espacio, del cine, del color, etc..

**Móvil:** Es el que puede trasladarse e instalarse en cualquier lugar.

**Municipal, estatal y nacional:** Son las que diseña el estado para cumplir con las demandas sociales de proporcionar cultura a las clases populares. Se diferencian por la cantidad de espectadores y por su situación geográfica.

**Particular:** Son espacios que se integran a determinado género de edificio, dan servicio a grupos pequeños de trabajadores, personal

administrativo, directivos, visitantes, etc. En ellos se realizan cursos de capacitación y actualización, etc.

**Polivalente:** Edificio acondicionado para todo tipo de representaciones.

**Unitario:** Conservador que no rompe las reglas existentes de diseño.

**De educación:** Se encuentran en instituciones educativas; se diseñan dependiendo de los recursos económicos y del grado de enseñanza de la escuela (kinder, primaria, secundaria, preparatoria, universidad y escuelas superiores). La capacidad de las butacas se calculan de acuerdo al número de alumnos. Contribuye a la vida social, cultural, profesional y académica.

**Urbano:** Donde se montan espectáculos de importancia en el país.

### 1.3.3 Por la forma de la planta

Determina la relación entre el espectador y el escenario, ya que cada forma influye en la comodidad visual del espectador y el aprovechamiento del espacio.

**Círculo:** Su escenario es centralizado y no dirige la representación a ningún lado específico, ya que esta a 360°.

**Con escenario de fondo:** Proporciona buena acústica y distancia visual.

**Tradicional:** Puede ser de escenario grande, normal o ancho; giratorio con gradas móviles incorporadas para cambiar la escena rápidamente con el telón abierto.

**Arena:** En el centro del edificio se localiza la escena, la cual rodea el público.

**De cámara:** De carácter experimental, dedicado especialmente a un público minoritario.

**Music-hall:** Presenta modalidades escénicas y espaciales mediante técnicas de iluminación y sonido.

#### **1.4 Características en un auditorio**

El escenario se diseña contemplando el número de actividades tales como presentaciones de teatro, conciertos de música, recitales, reuniones de trabajo, conferencias, conmemoración de festividades y deportes a cubierto. Las instalaciones de acústica, iluminación, aire acondicionado, sonido, planta de luz y caseta de controles, se diseñaran para adaptarse a diferentes espectáculos. Así como las alturas y dimensiones.

##### **1.4.1 Programa arquitectónico de un auditorio**

###### **Zona exterior**

Plaza

Acceso

Del público

Del personal

De actores

Estacionamiento

### **Zona administrativa**

- Acceso
- Recepción y control
  - Sala de espera
- Área secretarial
- Cubículo del administrador
- Contabilidad
- Cubículo de producción
- Sala de exposición y entrevistas
- Estación de café y cuarto de aseo
- Sanitarios para hombres y mujeres

### **Zona de butacas**

- Pórtico y galería
- Vestíbulo de acceso
- Sala y gradería
- Proscenio o foro
- Control de iluminación y sonido
- Caseta de proyección y bodega
- Sanitarios para hombres y para mujeres

### **Zona de camerinos**

- Control de actores y expositores
- Camerinos individuales para hombres y para mujeres con baño
- Camerino colectivo
- Sanitarios, baños y vestidores colectivos
- Bodega general
- Sala de ensayos
- Cuarto de calderas

### Zona de servicios generales

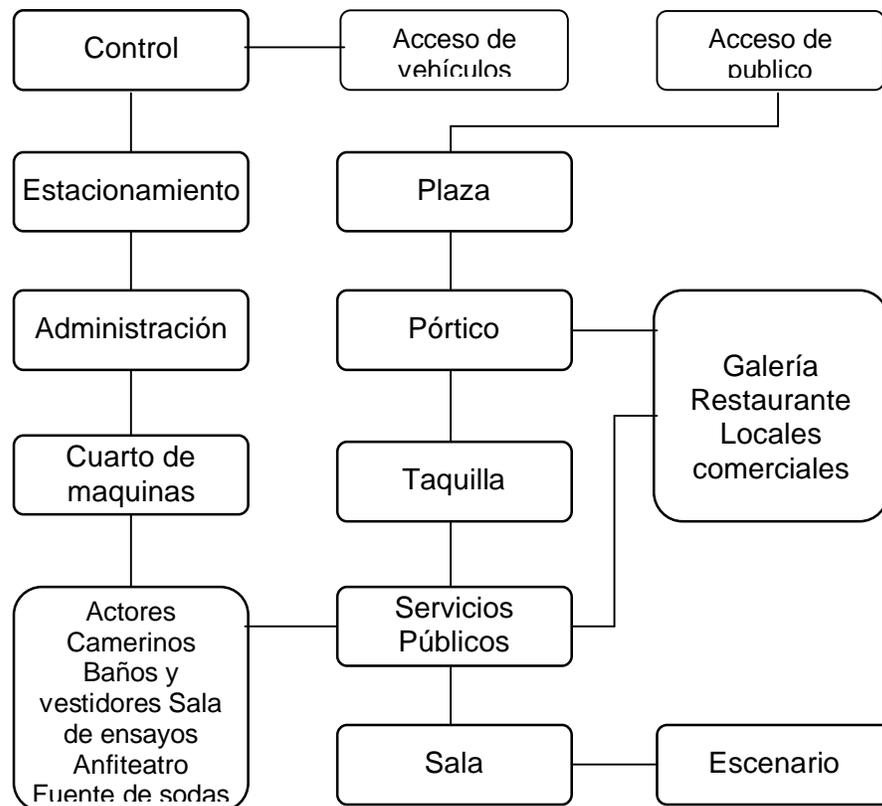
Anden de carga y descarga

Cuarto de maquinas

Bodega general

Área de empleados (casilleros, servicios sanitarios, regaderas y comedor)

### 1.4.2 Diagrama de funcionamiento de un auditorio



### 1.4.3 Descripción de partes

#### 1.4.3.1 Zona Exterior

**Plaza:** Su forma dependerá de la organización de los diferentes edificios, la cual debe estar ligada al estacionamiento o al área de acceso.

**Estacionamiento:** Debe corresponder a la capacidad del auditorio, con iluminación para exteriores.

**Acceso:** Su ubicación seguirá el orden del público que asiste a la función.

**Fachada:** Dependiendo del diseño del auditorio este puede tener anuncios luminosos y la iluminación debe ser indirecta para resaltar la fachada durante la noche.

**Salidas de emergencia:** Se iluminarán de forma constante en emergencias.

#### 1.4.3.2 Zona del público

Espacio por donde el público ingresa y permanece determinado tiempo antes del espectáculo.

**Pórtico:** Destaca la entrada principal del teatro y también exhibirá la cartelera. Esta incluirá taquilla de 5 m<sup>2</sup> de área.

**Vestíbulo:** Permite la llegada al interior del teatro y del esparcimiento durante los entreactos, este incluye la dulcería, locales, área de exhibición, sala de exposición, servicios sanitarios, restaurante o cafetería, cuarto de aseo.

**Sala:** Espacio donde el público aprecia el espectáculo.

**Escenario:** Lugar en el que se desarrolla el espectáculo.

### 1.4.3.3 Zona de servicios generales

Estos servicios son áreas o instalaciones con el fin de satisfacer las necesidades tanto de los empleados como las del público y edificio en general.

**Del personal:** Comprende los espacios que dan servicio a los trabajadores del teatro, incluyen casilleros, servicios sanitarios, restaurante o comedor para empleados.

**Del edificio:** Son locales destinados a mantener en condiciones adecuadas las instalaciones del teatro por lo general se dividirán en cubículos cercanos a la subestación eléctrica, controles de iluminación, corriente eléctrica, sonido y aire acondicionado entre otros.

**Subestación eléctrica:** La corriente se dividirá en secciones, para el escenario, salas, oficinas, camerinos, etc,. La energía eléctrica llegará a un transformador que canalizará la corriente en un tablero que distribuirá la corriente, se complementa con tierra física y sistema de pararrayos. En el cálculo se considerará el sistema de iluminación de emergencia, el cual se activará automáticamente cuando se suspenda el servicio normal.

**Tabla I: Espacio Requerido para un Auditorio**

| <b>Descripción<br/>Áreas por uso</b> | <b>Cant.</b> | <b>Pies<sup>2</sup></b> | <b>Espacio<br/>requerido</b> | <b>Suma<br/>Actual<br/>Pies<sup>2</sup></b> | <b>Factor<br/>de uso</b> | <b>Pies<sup>2</sup><br/>Usados</b> |
|--------------------------------------|--------------|-------------------------|------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|
| <b>Entrada</b>                       |              |                         |                              | 2,096                                       |                          |                                    |
| Lobby                                | 1            | 1,500                   | 1,500                        |   |                          |                                    |
| Vestíbulo de Entrada                 | 1            | 96                      | 96                           |   |                          |                                    |
| Cabina de Registro                   | 1            | 150                     | 150                          |   |                          |                                    |
| Area de paso                         | 1            | 200                     | 200                          |   |                          |                                    |
| Librería                             | 1            | 150                     | 150                          |   |                          |                                    |
| <b>Sala de Auditorio</b>             |              |                         |                              | 4,800                                       |                          |                                    |
| Butacas (300 asientos)               | 1            | 3,600                   | 3,600                        |   |                          |                                    |
| Escenario                            | 1            | 1,200                   | 1,200                        |   |                          |                                    |
| <b>Espacios de Soporte</b>           |              |                         |                              | 1,300                                       |                          |                                    |
| Cuarto de Proyección y Control       | 1            | 300                     | 300                          |   |                          |                                    |
| Bodega de equipo                     | 1            | 300                     | 300                          |   |                          |                                    |
| Cuarto de Proyección Posterior       | 1            | 400                     | 400                          |   |                          |                                    |
| Baños Públicos (Hombres)             | 1            | 120                     | 120                          |   |                          |                                    |
| Baños públicos (Mujeres)             | 1            | 180                     | 180                          |   |                          |                                    |
|                                      |              |                         |                              |   |                          |                                    |
| Suite habilitada                     |              |                         | 8,196                        | 8,196                                       | 1.14                     | 9,375                              |
|                                      |              |                         |                              |   |                          |                                    |
| <b>Área habilitada para uso</b>      |              |                         |                              |   |                          | 18,750                             |

## **2. INSTALACIONES EN AUDITORIOS**

En un auditorio las instalaciones con que se cuenta deben proporcionar energía eléctrica a cada punto donde se necesite y además deben ser lo mas eficiente posible. El diseño de la corriente eléctrica en los espacios destinados a los espectáculos debe cumplir con los requisitos establecidos por la compañía que proporciona la energía eléctrica los proyectos de instalación eléctrica contarán con los siguientes datos: croquis de localización del terreno, diagrama general, diagrama unifilar de cargas por circuito, planos de la planta y elevación, lista de materiales y equipo a utilizar y memoria descriptiva.

Para el calculo se considerara los requerimientos de consumo de lámparas, equipo e instalaciones que requieran energía eléctrica. En el diseño se considerara el balanceo de cargas eléctricas en circuitos y se calculara la caída de tensión. La corriente contara con línea a tierra. Se recomienda que cada área cuente con su tablero de control localizado en un punto de fácil acceso.

La distribución de corriente se realizara mediante ductos de instalaciones que se conecten a todas las áreas. Este tipo de edificaciones contara con espacios que alberguen el transformador, tableros de distribución y planta de luz de emergencia, estos espacios estarán perfectamente ventilados.

### **2.1 Instalación temporal**

Es la instalación eléctrica que solo se puede prever que se hará en un tiempo determinado y para un evento determinado, con la característica que será retirada después de su uso.

Esta instalación es la que proporcionara energía eléctrica principalmente a los efectos dentro del escenario; esta instalación consistirá en la colocación de un tablero de electricidad con sus circuitos cerca del escenario y con capacidad eléctrica suficiente proporcional al área de escenario. Debe hacerse en un punto no visible y de fácil acceso.

## **2.2 Instalación permanente**

Es toda aquella instalación eléctrica que se ha diseñado con el enfoque principal de durar junto a la construcción muchos años (de carácter empotrado), en ella se incluyen la mayoría de instalaciones que son parte del proyecto y se mencionan a continuación las mas importantes de ellas.

### **2.2.1 Electroacústica**

En las salas de espectáculos es el sistema electroacústico mediante el cual se distribuye el sonido producido por el escenario, voces, instrumentos, material pregrabado, mediante micrófonos conectados a bocinas. Para sus distribuciones se considera el tipo de baffle, potencia, posición y ángulo de montaje. Existen diferentes formas de producción de sonido como lo son sorround, digital, dolby stereo, entre otros.

### **2.2.2 De seguridad**

Esta instalación se puede dividir en seguridad para casos de emergencia para la cual solo se deben cumplir con iluminación de emergencia en las salidas correspondientes y la seguridad de vigilancia; la cual contara con un equipo de video portero en la entrada principal; además de cámaras de seguridad en las áreas donde se necesiten, manejados desde el cuarto de control en la zona de servicio y de los actores. Incluyendo sistemas de intercomunicación.

### **2.2.3 Aire Acondicionado**

El diseño e integración del sistema de ventilación y calefacción es crucial. En el caso de las partes generales del edificio se recomiendan los sistemas tradicionales de acondicionamiento diferente a la que requiere la sala y el escenario. En la sala se deberán controlar las bolsas de aire viciado o estancados. Las rejillas de entrada de aire deben dirigirse de manera uniforme por encima de los espectadores; las de extracción debajo de los asientos o los peldaños de las filas. Para evitar molestias no se recomienda ubicar las salidas de aire frío por los niveles bajos de la sala. Se recomienda instalar extractores inferiores para evitar la introducción de humos hacia los espectadores.

Se deben controlar los cambios de temperatura y ruidos mecánicos que puedan influir en el desarrollo del evento; también de salud y comodidad del público dependen de esta instalación, así como sus difusores o rejillas que influirán en la acústica haciendo ruidos mecánicos. La coordinación de la iluminación con el aire tendrá la finalidad de evitar cambios bruscos en la temperatura para un mejor confort en la sala. Los ductos de acondicionamiento de aire deberán ser de sección grande para evitar vibraciones llevando un recubrimiento de fibra de vidrio y papel de aluminio.

### **2.2.4 Iluminación**

Los pasillos, las escaleras y las filas de butacas deben tener una iluminación débil durante la función. Los tableros electro-luminiscentes constituyen una solución ideal; además, existen pequeñas armaduras para montaje superficial o empotrado en la pared, que se equipan con pequeñas lámparas incandescentes.

Las lámparas y las armaduras se deben montar de modo que puedan sustituirse o limpiarse con facilidad. En las grandes instalaciones puede hacerse por medio de crujías y pasillos especiales encima del techo y detrás de los muros, con objeto de que no sea necesario utilizar escaleras ni montar andamios.

### **2.2.5 De servicio**

En el área de servicio se incluyen los servicios sanitarios, bodegas y área de uso del personal interno de mantenimiento. En estas áreas se debe colocar iluminación y tomas de voltaje para el uso de equipo de mantenimiento.

## **2.3 Instalación privilegiada**

Esta es la instalación que se diseña para el uso específico de equipos sensibles a variaciones o perturbaciones de corriente y voltaje, tal como lo son las computadoras, proyectores y equipo de edición de audio y video.

## **2.4 Instalación de emergencia**

En la instalación eléctrica de emergencia se incluyen la planta de emergencia, tablero de transferencia automático y su respectivo circuito de alimentación.

### 3. ILUMINACIÓN

Por lo general se compone de:

**Control:** se compone de dimmers y consolas de iluminación que permiten la programación de luces, y tiempo que permanecen encendidas.

**Distribución de Circuitos:** esta compuesto por barras de distribución, cajas colgantes, paneles de pared, trampas de piso, etc.

**Luminarias:** se utilizan para las diferentes tipos de iluminación. Se compone de luces de moldaje, de ambientación, de la parte trasera, para ciclorama, luces proyectores de efectos, seguidores y luces robóticas.

#### 3.1 Del área de público y la sala

Es la iluminación que se localiza en los espacios públicos y la sala para que el público pueda sin dificultades encontrar su lugar, leer sus programas, etc.; También para iluminar las partes de mantenimiento y limpieza. Se recomienda que la luz blanca sea controlada a través de rejillas o vidrios para que la hagan difusa.

Los reglamentos de construcción recomiendan que por seguridad, se establezcan luces en los pasillos de las butacas cerca del piso, alternados en los asientos extremos. Este numero es excesivo para una buena visibilidad; pero se recomienda un mínimo de una luz por cada tres filas de asientos, alternando a uno y otro lado del pasillo.

**Cabina de control:** por lo regular se ubica detrás de la sala, el ancho de la ventana debe ser lo suficiente para proporcionar una visión del escenario, sin distorsiones ni obstrucciones, e incluso, con espectadores de pie.

### **3.2 De áreas de trabajo**

Su función es iluminar las áreas que participan en el montaje y mantenimiento de la obra, para los ensayos y para los cambios de escenas entre actos (escenario, tramoya, pasarelas, puentes de iluminación y sonido).

**Puente de iluminación.** Es útil en la distribución de luces para decorados de volumen o de forma mixta para escenarios grandes o medianos. El puente de iluminación puede ser fijo, comunicándose con los accesos laterales del escenario; o una construcción movible mediante poleas (andamio). En ambos casos, el puente de iluminación es una construcción, ya que deberá estar ubicado en el primer plano del escenario, por encima de los interpretes. En el se distribuyen los reflectores y aparatos de proyección para iluminar los distintos puntos del escenario y los decorados, así como la realización de algunos efectos especiales.

### **3.3 Del escenario**

La determinan las necesidades artísticas del auditorio, esta debe responder a tres objetivos: iluminación de los personajes en acción, los decorados y los efectos luminosos en general. Se clasifica en luz base o ambiente, de ciclorama, cenital, de frente, lateral y proyectores de efectos entre otras.

### 3.4 Equipos luminosos

El equipo de iluminación del escenario atiende principalmente a los decorados (ya que estos pueden ser planos, flexibles dibujados, decorados de volumen y mixtos). Las fuentes de luz se pueden dividir en tres tipos:

**Incandescente.** Su fuente de luz es su filamento en incandescencia; es mas difundida y practica, sin embargo tienen un bajo coeficiente de rendimiento, hay de diversos tamaños y potencias con diferentes formas de filamentos.

**De arco voltaico.** Es la más antigua fuente de luz eléctrica; tienen muy buena luminosidad y pequeña dimensión del área luminosa.

**De gases enrarecidos.** Son las que utilizan la descarga de gases o vapores de ciertos metales.

Algunos equipos de iluminación o proyección exigen condiciones especiales de sus fuentes de luz, los cuales pueden dividirse en:

**Equipos de iluminación general** Es el equipo menos exigente respecto a las fuentes de luz, generalmente utiliza lámparas de iluminación normal.

**Proyectores y equipos proyeccionales** (lámparas que requieren alta luminosidad). Los aparatos proyeccionales proporcionan un efecto mas eficiente cuanto mayor sea la luminosidad de la lámpara. Los proyectores pueden ser estacionados o portátiles. El proyector se compone de fuente de luz (lámpara incandescentes de tipo proyeccional o cine-proyeccional), condensador o sistemas de lentes (doble o triple), el cual aprovecha parte de la luz de la lámpara, la concentran en el haz de convergente proyectando la figura que esta en el dispositivo sobre la pantalla.

**Aparatos luminosos con lámparas fluorescentes.** Se aplican en escenarios para la iluminación del panorama o de algunos otros decorativos.

**Aparatos de emisión ultravioleta.** Están destinados a producir la irradiación de pinturas luminosas con las que se obtienen efectos de colores brillantes o real.

**Aparatos portátiles.** Este tipo de luminarias desempeña un papel importante en la técnica teatral, ya que ilumina satisfactoriamente a los intérpretes que se encuentran en el proscenio o primer plano del escenario.

**Con amplio ángulo de dispersión de luz.** Son los equipos portátiles que actualmente tienen gran aplicación. Forman parte de la iluminación inferior, por lo que se colocan sobre el piso del escenario frente a las superficies destinadas a la iluminación. Se dividen en monofocales y multifocales según el número de lámparas que tenga.

**Baterías focales.** Se utilizan para la iluminación general desde el escenario, principalmente para las superficies verticales de los decorados planos. Los cuales constituyen una formación alargada que corresponde a lo largo de la embocadura del escenario. Existen tres tipos de baterías: con lámparas descubiertas y de color, con focos de cámara y con focos especulares.

**Baterías horizontales.** Están destinados para iluminar el fondo del escenario. Estas baterías se distribuyen sobre los planos del escenario a una distancia del panorama que permita una buena distribución.

**Candilejas.** Este tipo de alumbrado constituye el aparato luminoso más antiguo y se colocan al borde anterior del piso del escenario. Su función principal es iluminar desde abajo a los intérpretes, atenuando inconvenientes de la iluminación superior.

**Haces de luz o cenitales.** Este tipo de iluminación forma parte del alumbramiento general del escenario e ilumina la parte funcional media del mismo. Los haces de luz o cenitales se colocan junto en la parte superior del escenario proyectando la luz, generalmente, en sentido vertical, por lo que los cenitales iluminan no solo a los intérpretes, sino también el piso del escenario y todos los elementos que ahí se encuentran (decorados, utilería, etc).

**Reflectores de teatro.** Son aparatos luminosos que emiten un haz de luz concentrada con un ángulo de dispersión relativamente pequeño. En la actualidad existe una gran variedad de este tipo de reflectores, ya que cumplen una función múltiple en la técnica teatral luminosa; algunos aparatos difieren de acuerdo a las fuentes de luz, a la potencialidad, al tipo óptico y a la estructura de cada tipo de escenario.

### **3.5 Fuentes de iluminación en colores**

La finalidad fundamental de este sistema de iluminación escénico es crear un ambiente real. Para obtener la iluminación en colores se utilizan filtros de luz. Los filtros de vidrio pueden ser fabricados con su color o pintados de acuerdo a las necesidades, Son mas resistentes y pesados, su resistencia, tanto mecánica como térmica es cuestionable pues estallan al ser calentados de manera irregular. Los filtros de celuloide se preparan mediante la coloración de la película de acetileno o celofán, de las cuales, la primera es mas recomendable.

**Colorantes para la iluminación.** Poseen propiedades parecidas a la de los filtros de luz. Las superficies pintadas reflejan algunos de los colores y absorben otros del haz de luz que sobre ellos caigan. Los decorados que se preparen deben hacerse teniendo en cuenta los colores de la iluminación que actuaran sobre ellos.

### **3.6 De emergencia**

El edificio destinado a los espectáculos masivos siempre contara con una planta adicional de corriente eléctrica. El cuarto se localizara en un punto que se comunique de forma directa al edificio y a la calle. Estará ventilado de forma natural y con una rejilla de protección. En caso de funcionar con combustible el abastecimiento será mediante una válvula de seguridad.

Las edificaciones tendrán sistemas de iluminación de emergencia con encendido automático para iluminar pasillos, salidas, vestíbulos, servicios sanitarios, salas de espera y locales concurrentes. En las salidas existirán letreros iluminados que indiquen los mismos.

Las luces de emergencia serán de 120 voltios de alimentación con una potencia de 200 watts para su trabajo y funcionaran en un sistema activado por la caída de energía en el sistema y energizada por un banco de baterías.

## 4. AIRE ACONDICIONADO

La sala requiere temperatura de 18.3 °C y renovación de aire de 28 m<sup>3</sup>/h. Cuando existe aire acondicionado, el grado de humedad debe ser de 55% en verano y 65% en invierno. La temperatura en la cabina de proyección no debe ser mayor a 21°C; esta debe contar con un sistema de ventilación independiente de la sala.

**Tabla II: Requerimiento de Aire en Auditorio**

| Tipo Local  | Requerimiento de Aire en dm <sup>3</sup> / seg. |        |                                  |        |
|---|---|--------|----------------------------------|--------|
|   | Por persona                                     |        | Por m <sup>2</sup> de superficie |        |
| Cines, Teatro* y Salas de Concierto*                              | Máximo  | Mínimo | Máximo                           | Mínimo |
|   | No fumadores                                    | 4.0    | 2.5                              | --     |
| fumadores   | 8.0   | 5.0    | --                               | 2.5    |
| * Se requiere ventilación especial para ventilación del escenario |   |        |                                  |        |

### 4.1 Calefacción, Ventilación, y Aire Acondicionado (CVAA)

El término CVAA se refiere a las tres disciplinas de *calefacción*, *Ventilación*, y *Aire Acondicionado*. Una cuarta disciplina, *Controles*, completa el campo entero de CVAA. Los Controles determina como el sistema de CVAA opera para cumplir los objetivos de comodidad, seguridad, y una operación costo-efectividad.

Calefacción puede ser acompañada por el calentamiento de aire dentro del espacio (Ej. Sistemas inyectores de aire), o por calentamiento de los ocupantes directamente por radiación (Ej. Radiación piso / cielo/ pared).

Ventilación mantiene una adecuada mezcla de gases en el aire que respiramos (Ej. no demasiado CO<sub>2</sub>), control de olores, y remueve contaminantes de espacios ocupados. "Aire Limpio" ayuda a mantener a los ocupantes saludables y productivos. La ventilación puede ser acompañada pasivamente a través de ventilación natural, o activamente a través de sistemas de distribución mecánica proporcionada por ventiladores.

Aire Acondicionado se refiere a la sensibilidad y constante enfriamiento del aire. Enfriamiento sensible involucra el control de la temperatura del aire mientras el enfriamiento constante involucra la humedad del aire. El aire del ambiente es enfriado por la transferencia de calor entre espacios, o por rechazo de este hacia el aire externo por medio de aire enfriado. El aire es deshumidificado por condensación de este sobre una superficie fría, igual al enfriamiento mecánico, que lo realiza removiendo el vapor a través de absorción (deshumidificación por intercambio).

Los sistemas CVAA son diseñados para calentar y enfriar en periodos de únicamente del 1% al 2.5% de el tiempo. Esta es la función de los controles de asegurar que los sistemas de CVAA funcionen constantemente, confiables y eficientemente del 7.5% al 99% del tiempo de funcionamiento.

Cada disciplina de los sistemas de CVAA tiene unos requerimientos específicos de diseño y los cuales tienen sus oportunidades para ahorrar energía. Esto implica la interacción entre componentes de un sistema CVAA, como también el sistema de CVAA y la iluminación y sistemas complementarios.

Utilizando un alto grado de adecuación de los sistemas de CVAA, puede conducir en un significativo ahorro de energía. Típicamente, una reducción del 30% del costo anual que puede consumir recuperándose en un periodo de tres a cuatro años.

#### **4.2 Energía y recursos de un diseño eficiente de CVAA**

**Considerar todos los aspectos del edificio simultáneamente.** Energía eficiente, aclimatación responsable de la construcción requiere una amplia perspectiva que integra aspectos de arquitectura e ingeniería tempranamente en el proceso de diseño. Por ejemplo, la evaluación del ambiente del edificio debe considerar el efecto de la carga del enfriamiento y la iluminación. Un ambiente de un edificio de energía-eficiencia, emparejado con un sistema de iluminación artística, de tamaño apropiado el equipo de CVAA, puede costar menos al comprar y operar aquellos sistemas seleccionados individualmente.

**Decida los objetivos del edificio lo mas temprano posible.** Un edificio que únicamente se diseña con códigos a menudo tiene un sistema CVAA diferente que aquel que usa 40% menos energía que el que usa códigos. Y la diferencia no es solamente el tamaño, sino también el tipo de sistema.

**Tamaño Adecuado.** Los factores de seguridad para sistemas CVAA permiten incertidumbres en el diseño final, construcción y uso del edificio, pero debe ser usado razonablemente. Equipo demasiado grande opera menos eficientemente y cuesta mas que un equipo propiamente diseñado. Esto es irrazonable y caro para asumir simultáneamente el escenario para todos los componentes (asientos, iluminación, instrumentos de sombra, clima) y luego para aplicar los mas altos factores de seguridad para el agrandamiento.

**Selección del equipo en la carga.** El equipo de calefacción y enfriamiento únicamente opera a su capacidad mínima, el pico de eficiencia es cuando esta totalmente cargado (esto es, trabajando a plena capacidad). De cualquier manera, los sistemas de CVAA son previstos para enfriar o calentar condiciones que ocurre únicamente del 1% al 2.5% del tiempo. Por esto, los sistemas CVAA son intencionalmente sobre diseñados para poder sobre trabajar en un margen de seguridad. En realidad, en la mayor parte de sistemas opera a 50% de su capacidad o menos.

**Disminuir los períodos pico de demanda eléctrica.** Muchos dispositivos eléctricos ofrecen bajos rangos durante periodos fuera de pico que típicamente ocurren en la noche. De cualquier manera posible, el diseño de sistemas debe aprovechar esta situación. Por ejemplo, sistemas de manejo de energía pueden conectar cargas no muy grandes en los periodos críticos para prevenir demandas eléctricas que afecten en la facturación de energía.

**Expansión.** Un cambio en el uso del edificio o la incorporación de nuevas tecnologías pueden llevar al incremento en la demanda de enfriamiento. Pero, esto es un desperdicio de la capacidad, la capacidad puede nunca ser usada o el equipo puede ser obsoleto para el tiempo que se necesite. Es mejor planear el equipo y espacio para que en el futuro la expansión sea posible.

**Revisión.** Los sistemas comerciales de CVAA no siempre funcionan como se espera. Los problemas se pueden causar por el diseño del sistema de CVAA o porque el equipo de control no está apropiadamente conectado o instalado. Una parte de la revisión involucra la prueba de los sistemas de CVAA bajo todos los sistemas de operación, revelando y corrigiendo los problemas, y asegurando que todo trabaje como debe.

**Programa de operaciones y mantenimiento (O&M).** Funcionamiento adecuado y la operación energía-eficiencia de los sistemas CVAA puede únicamente estar asegurada a través de un programa exitoso de O&M. El equipo de diseño del edificio puede proveer sistemas que pueden desarrollar efectivamente el nivel de mantenimiento. En cambio, el dueño debe entender que los diferentes componentes del sistema CVAA pueden requerir diferentes grados de mantenimiento para funcionar propiamente.

### **4.3 Sistemas de CVAA**

#### **4.3.1 Sistemas de calefacción**

Los calentadores son usados para generar vapor o agua caliente y pueden encenderse por gas natural, combustible o carbón. Los hornos pueden ser usados para residencias y pequeños sistemas comerciales de calentamiento.

Ambos el aire acondicionado y refrigeradoras son una clase de bombas de calor que extraen calor de un enfriador, espacio acondicionado y lo remueven hacia un espacio más cálido.

#### **4.3.2 Sistemas de Ventilación**

Los sistemas de ventilación entregan aire acondicionado a los espacios ocupados. Dependiendo del tipo de edificio, la ventilación de aire puede ingresar el 100% de aire externo, como en un edificio de laboratorios, o una mezcla de aire interno y eterno re-circulado. En edificios comerciales e institucionales, podemos encontrar diferentes tipos de sistemas de aire.

**Volumen de Aire Constante (VAC)** Estos sistemas entregan una tasa de aire constante de aire mientras varia la temperatura de la fuente de aire. Si mas de una zona es atendida por un sistema VAC, el aire suplido es enfriado en un punto central que reúna las necesidades de la zona de mas demanda.

**Volumen de Aire Variable (VAV)** Estos sistemas varían la cantidad de aire ingresado a una zona mientras mantiene la temperatura del aire ingresado constante. Esta estrategia ahorra energía del ventilador y utiliza menos recalentamiento que un sistema VAC.

**Difusores de Bajo Flujo de Aire** en sistemas VAV esto ayuda a mantener la distribución del aire de manera uniformen el espacio a bajos flujos de aire. Estos dispositivos pueden ser pasivos o activos. Los difusores pasivos de bajo flujo de aires son diseñados para mezclar el aire ingresado con el aire del lugar de una forma eficiente y a bajo flujo. Los difusores activos mueven la rejilla del difusor para mantener una buena mezcla de bajo flujo. Estos también pueden ser usados como unidades finales de VAV.

**VAV con ventiladores** estas unidades proveen otros métodos para mejorar la distribución de aire a condiciones de baja carga. Estas unidades tienen el beneficio de reducir la energía del ventilador principal y la energía de recalentamiento mantener un buen flujo de aire.

**Distribución de Aire en Pisos Elevados** entrega bajo flujo de aire en el espacio, a baja velocidad y relativamente alta temperatura comparada con el tradicional sistema de distribución montada plena. Entregando aire a través de series de registros ajustables montados en el piso permite al aire del cuarto el ser tratado con bajas temperaturas en la porción alta del lugar sonde la gente esta localizada y a altas temperaturas a través del techo.

### 4.3.3 Control de Sistemas de Ventilación

En años recientes, los sistemas de control de ventilación han venido a ser mas complejos y, si se instalan y mantienen propiamente, mas dependientes. Donde las ventajas son:

**Control Directo Digital (CDD)** Los sistemas neumáticos usan controladores de lógica análoga y disparadores de aire presurizado. Los sistemas eléctricos digitales son confiables y repetitivos, proveyendo sistemas de respuestas correctas, y puede ser supervisada desde una computadora central.

**Los Sistemas de VAC** deben tener controles para reiniciar la fuente de temperatura de aire cuando la espiral de enfriamiento para proveer el mayor aire cálido posible al espacio con la mas alta carga de enfriamiento. Esto reduce el recalentamiento a través del sistemas.

**Los Sistemas VAV** pueden ahora ser diseñados para atender áreas tan pequeñas con menos de seis toneladas de carga de enfriamiento. Aspas internas o, mejor aun, ventiladores de velocidad variable pueden ser usados para el control de volumen de aire. En sistemas que tienen ventiladores de inserción o extracción de aire, estaciones de monitoreo de flujo de aire pueden ser usadas para mantener el balance entre el ingreso y extracción de aire.

**Sistemas de control basados en CO<sub>2</sub>** controlan la cantidad de aire externo requerido para ventilación. Estos sistemas monitorean el CO<sub>2</sub> en aire de retorno y modulan la cantidad de aire externo para proveer únicamente la cantidad de aire requerido para mantener los niveles deseados.

#### **4.4 Equipamiento del aire acondicionado**

**Enfriadores** En grandes edificios comerciales o gubernamentales, dispositivos usados para producir agua enfriada se llaman enfriadores (Chillers).

**Condensadores** son intercambiadores de calor que son requeridos por los enfriadores para rechazar el calor que ha sido removido desde los espacios. Estos pueden ser enfriados por agua o por aire.

#### **4.5 Requerimientos Eléctricos de las Unidades Enfriadoras**

El suministro de fuerza eléctrica primaria será conectado a un solo punto de la unidad. La unidad será capaz de operar en 480 voltios, 3 fases, 60 ciclos, el voltaje de control será suplido internamente en 115 voltios, monofásico, desde el propio circuito de control de cada máquina.

Cada motor de las bombas de las unidades será operado y protegido contra sobrecargas eléctricas por medio de un arrancador de combinación a pleno voltaje para este propósito específico, con su interruptor magnético de disparo.

##### **4.5.1 Bombas de Producción**

Serán del tipo centrífugo horizontal con succión axial y descarga vertical hacia arriba, de una etapa, acoplada directamente a motores a prueba de goteo con acoplamientos flexibles montada sobre una base común de acero o hierro fundido. Los motores serán para una velocidad máxima de 1750 r.p.m., 480V/3/60Hz. La potencia del motor debe exceder en un mínimo del 10% a la potencia al freno de la bomba.

#### **4.5.2 Bombas de Enfriamiento**

Serán del tipo centrífugo horizontal con succión y descarga horizontales y opuestas de una etapa, acoplada directamente a motores a prueba de goteo con acoplamientos flexibles montada sobre una base común de acero o hierro fundido. Los motores serán para una velocidad máxima de 1750 r.p.m., 480V/3/60Hz.

#### **4.6 Características principales de un sistema CVAA**

**Proveer calidad térmica y ventilación comfortable.** Incorporar ventilación natural, si es apropiada para el lugar. Analizar las configuraciones del espacio y la distribución de CVAA para asegurar que todas las partes en el lugar están recibiendo la adecuada ventilación, especialmente espacios donde los grupos o personas se reúnen.

**Analizar el lugar de ventanas y tragaluces,** para proveer, sombra controlable para evitar “iluminación centralizada” debida a la luz directa del sol.

**Considerar el proveer una temperatura** y sistemas de monitoreo de humedad para asegurar la temperatura optima de comodidad. Evaluar el uso de accesos a niveles con ventilación de desplazamiento para proveer flexibilidad, control de la comodidad del persona, y ahorro de energía. Proveer aire individual y controles de temperatura para cada estación de trabajo.

#### **4.7 Características principales para el control de un sistema CVAA**

Los controles que afectan significativamente los enfriadores incluyen:

**Controladores de velocidad variable** para alcanzar un buen manejo de carga parcial en el encendido del motor a la salida del enfriador, y por el apagado periódico a bajas fracciones de la capacidad tanto como enfriadores de capacidad constante.

**Compresores múltiples** alcanzan un cambio mas cercano a la carga que un compresor simple en enfriadores donde la secuencia de compresión es necesitada.

**Control de cambios de temperatura** que incrementa la temperatura del agua cuando la demanda decrece, permitiendo enfriadores de operación mas eficiente.

**Controles integrados de plantas** de enfriamiento usan el monitoreo y estrategias computacionales para mantener al mínimo la energía de torres enfriadoras, ventiladores y bombas. Este arreglo puede ser mas significativo (pero mas difícil de implementar) que optimizando la operación de una pieza del equipo independientemente.

## **5. EQUIPO DE SONIDO**

Para conocer el sistema de audio a utilizar se debe conocer las características acústicas del auditorio, lo cual se describe a continuación:

Acústica es la ciencia que indaga y establece las leyes acústicas por las cuales se rige la construcción de las habitaciones y los lugares destinados a audiciones publicas (teatros, salas de conciertos, opera, iglesias, etc.) y las condiciones que las hacen impermeables al ruido exterior de la calle.

### **5.1 Sonido en auditorios**

Se basa en la acústica arquitectónica la cual es parte de la acústica que se relaciona con los problemas de obtención de una mejor distribución de las ondas sonoras en los espacios cerrados, conservando la mas alta fidelidad posible, así como la aislamiento entre ambientes internos y exteriores. El acondicionamiento acústico se debe basar en un estudio de la solución de formas interiores del local para no neutralizar la correcta reverberación del sonido.

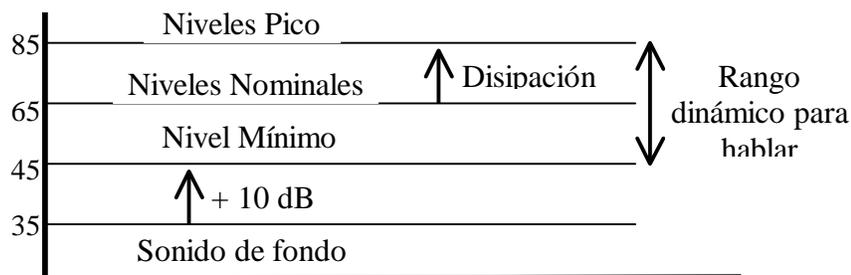
La claridad acústica en una sala que significa impresión, calidad y claridad precisa que da el sonido en ella, y que la hace llegar al interlocutor con perfecta nitidez. En lo que concierne a los edificios de espectáculos como: teatro, salas de espectáculos, conciertos, estudios de cine sonoro o radio, se buscara un acondicionamiento acústico o fónico optimo, evitando resonancias, distorsiones e interferencias.

Para los efectos decorativos, se cubren los fieltros con tela, cartón piedra, estuco u otro material de adorno atravesando numerosos agujeros para que en ellos se difracten las ondas sonoras y se absorban en el fieltro adyacente.

### 5.1.1 Sonido

Es el resultado de vibraciones producidas por cuerpos elásticos o por choques entre ellos, el oído humano es sensible a ondas comprendidas en un intervalo de frecuencias de 20 a 20,000 hz. Las ondas sonoras mas sencillas son las ondas sinusoidales con frecuencia, amplitud y longitud de ondas definidas. Cuando unas de estas ondas llega la oído causa una vibración en las partículas de aires situadas delante del tímpano con una frecuencia y una amplitud determinada.

**Figura 3. Niveles de ruido, sonido y disipación**



#### 5.1.1.1 Principios físicos del sonido

Desde su producción, propagación, reflexión, absorción, transmisión y extinción, están basados en considerar que físicamente el sonido se produce como resultado de una serie de vibraciones u oscilaciones, formando ondas mediante compresiones y extensiones sucesivas, moviéndose a través del medio que le rodea.

### **5.1.1.2 Clasificación del sonido**

Existen tres clases de sonidos: hablar, música y sonido general.

#### **5.1.1.2.1 Palabra hablada o hablar**

Es el sonido emitido por el ser humano al hablar, cantar, etc. La palabra es la que requiere de acústica ya que en una sala es necesario poder seguir sin dificultad una conversación teatral o escuchar con claridad una conferencia.

#### **5.1.1.2.2 Música**

Es la que produce un instrumento musical el cual se acentúa rápidamente a medida de que se expande el espacio.

#### **5.1.1.2.3 Sonido en general**

Lo producen diferentes cuerpos con movilidad motriz, mecánica, eléctrica, etc. De lo anterior se obtienen mediadas de inteligibilidad o porcentajes que varían del 80% con una deficiente audición; a 65% con una insuficiente audición. Quedan tres categorías: insuficiente, razonable y buena; para lograr esta última, es necesario conocer en primer lugar los factores que la afectan: el reparto de frecuencia en el sonido emitido; sonoridad o nivel sonoro y ruido. El primero no tiene relación con la acústica de una sala, ya que depende exclusivamente de la voz del orador; el sonido producido por la voz, al igual que el de muchos instrumentos musicales, están compuestos de un número de frecuencias diferentes y complejas. Cuando en la voz las frecuencias complejas son desfavorables, es imposible entender lo que dice el orador, aun cuando la sala cuente con acústica.

### 5.1.1.3 Ruido

Es el sonido o fenómeno acústico mas o menos irregular, confuso y no armonioso producido por diversos factores. El nivel de ruido es perjudicial para la inteligibilidad si el nivel de ruido es tan elevado como el nivel del sonido útil, la inteligibilidad será de 60% máximo (mala audición). Algunos ruidos mas comunes son:

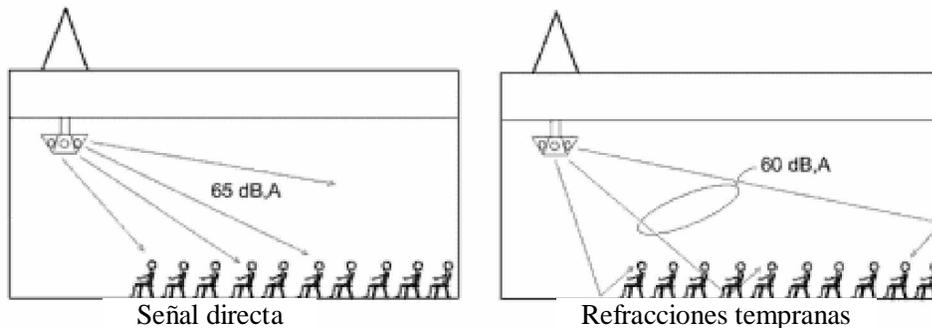
#### 5.1.1.3.1 Procedente del exterior

Es el que se produce desde la calle. El publico vera y escuchara el espectáculo y cualquier sonido que tome parte en la representación; pero no debe escuchar ruidos del exterior mientras se lleva la representación.

#### 5.1.1.3.2 Producido por el público

Es el ruido provocado por el publico como el hablar, arrugar papeles, toser, ruidos de pasos y crujidos de las butacas, etc. Se pueden evitar mediante materiales y mobiliario adecuados.

**Figura 4. Dirección del sonido**



Izquierda: Señales directas dejan al orador e impactan a la audiencia.  
Derecha: Señales indirectas son aquellas que rebotando en superficies impactan la audiencia.

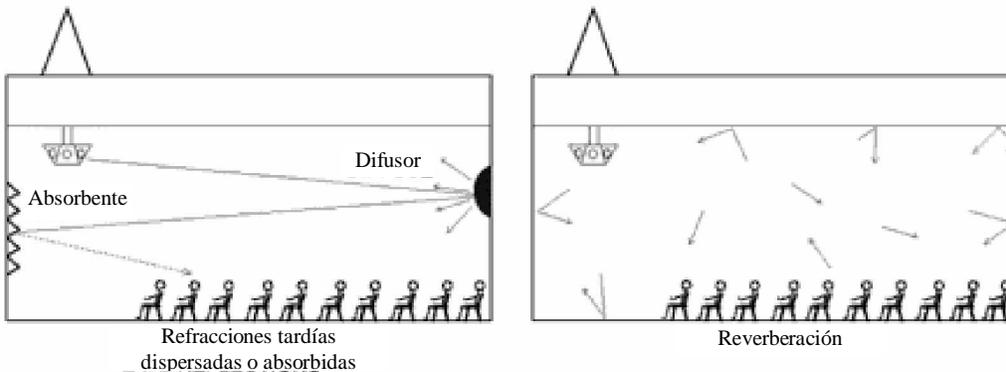
### **5.1.1.3.3 Ocasionados por una parte del sonido indirecto**

Esta fuente de ruido es la mas importante. Lo que el oído percibe son varios sonido consecutivos, decayendo el nivel de cada uno mas o menos logarítmicamente con el tiempo. Debido a la inercia del oído, se perciben como uno solo los sonidos que llegan dentro de 0.1 segundo, después se oyen separadamente. Después de 0.1 segundo habiendo recorrido el sonido una distancia mayor, originara un ruido perturbador, mismo que se recibirá cuando ya se oye otro sonido diferente. Para una buena inteligibilidad, el nivel sonoro inicial del sonido indirecto debe disminuir 80fonios en 0.1 segundo. Cuando el nivel de ruido es mayor de 62 fonios y no sea posible reducirlo, el nivel sonoro debe aumentarse, ya que es menos molesto tener un nivel elevado que admitir una diferencia demasiado pequeña entre el nivel sonoro y el nivel de ruido.

### **5.1.1.4 Reverberación**

La sala debe tener cualidades de reverberación y que ningún eco impida escuchar con claridad. La reverberación es la persistencia de las sensaciones auditivas en un local después de haber cesado la emisión del sonido. En cuanto a la sala, es el fenómeno por efecto de la acción múltiple reflectora de las paredes de la sala, el sonido no deja de ser percibido cuando se termina la emisión de las ondas sonoras que parte de la fuente respectiva, sino que continua con intensidad decreciente por un cierto tiempo (variable de sala a sala), siguiendo las sucesiones reflexivas de las paredes y techos hasta su terminación. El tiempo de reverberación se define como el tiempo en segundo que el sonido tarda en decaer 60 db, tiempo aproximado que tarda un sonido fuerte en hacerse audible.

**Figura 5. Reverberación**



Izquierda: Refracciones tardías difusas suben el nivel de reverberación. Mientras que las Refracciones tardías absorbidas lo reducen.  
Derecha: La reverberación es el ruido residual que ha perdido todo sentido de dirección.

## 5.2 Tipos de equipo de sonido

En una planta sencilla, el sonido debe dirigirse hacia el fondo de la sala, diseñando paredes y techos con ángulos necesarios para que actúen como relectores. Se puede reforzar por medio de unidireccionalidad de su distribución. Produce eco una reflexión demasiado fuerte o una combinación provocada por una superficie cóncava. Las reflexiones distorsionadas se eliminan cubriendo las superficies con materiales absorbentes porosos que aumentan la frecuencia. Los paneles colocados con cierta separación de las paredes, absorbe la energía sonora a través de la vibración al igual que las butacas al revestirlas con material de elevado coeficiente de absorción. En las salas de espectáculos es el sistemas electroacústico mediante el cual se distribuye el sonido producido en el escenario, para su distribución se considera el tipo de baffle, potencia, posición y ángulo de montaje. Existen algunas formas de producción de sonido:

### **5.2.1 De alta fidelidad**

Es la producción fiel del sonido original, en la que todos los sonidos se pueden escuchar y ofrecer una escala completa con los graves mas profundos y la nitidez de las notas mas agudas, pero con la desventaja de que todos los sonidos se escucharan al mismo tiempo y juntos, como si todos salieran de un mismo punto fijo o como si en una orquesta todos los instrumentos estuvieran en el mismo sitio.

### **5.2.2 Estereofónico**

La palabra estereofónico, viene del griego estereos, sólido, la interpretación de esta palabra es geométrica, o sea una figura con alto, largo y profundidad y phonos, sonido. El principio de los discos estereofónicos se basa en grabar por separado y una de las formas mas sencillas por medio de dos micrófonos separados dos o tres metros; cada uno graba distintos instrumentos y el micrófono que esta mas cerca de un instrumento, captara primero y, por tanto, un poco mas fuerte que el segundo micrófono.

### **5.2.3 Dolby**

Este sonido es la conjunción de un sistema de grabado con una película o multimedia mismo. No es únicamente un reductor de ruido (*noise reduction*), como el de los aparatos caseros. Este material permite que ahora en salas sean prácticamente rectas, además de que cuenta con la condicionante de opacar todos los ecos. El laboratorio Dolby de Inglaterra han creado el dolby estereo, que consiste en todo programa de grabado, desde la producción misma de la producción, en la que los efectos se han de imprimir a través del sonido que esta pensado por el productor.

Una vez grabados los efectos con los sonidos necesarios, se imprimen en la cinta, que viene en una forma codificada para que el sonido sea casi perfecto, por que es digitalizado, no es simplemente magnético. De esta forma la perfección del sonido es mucho mas cercana a la realidad en el auditorio.

### **5.3 Instalación del equipo de sonido**

#### **5.3.1 Consola mezcladora de radio**

Su función es de mezclar las señales provenientes de los micrófonos y reproductores de sonido (Reproductora de discos compactos y de audio digital, vídeo casetera, etc.).

#### **5.3.2 Micrófonos**

Este aparato transforma las vibraciones sonoras en oscilaciones eléctricas. Se recomiendan los de tipo inalámbrico. En caso de ser fijos su ubicación no interferirá en el movimiento del actor.

#### **5.3.3 Procesadores de audio**

Se compone de generadores de reverberación artificial para producir eco. Los mas comunes son: de retraso sonoro para alinear acústicamente las bocinas en la sala; de efectos acústicos; Procesador de voz para mejorar la inteligibilidad; Limitador compresor de audio para proteger amplificadores y bocinas; ecualizador para corregir la respuesta del equipo en relación de la sala; separadores de frecuencia para alimentar por separado las baja, medias y altas frecuencias a los amplificadores y sus respectivas bocinas.

#### **5.3.4 Amplificadores de audio**

Se compone de bafles que es un traductor electroacústico que transforma las señales eléctricas en acústicas. Entre los más comunes se encuentran el del refuerzo sonoro, monitoreo de escenario, monitoreo de cabina, para exteriores, para largo alcance, etc. Cuentan con accesorios como extensiones para micrófono, extensiones para bocina, paneles de parcheo de audio, pedestales para micrófonos y bocinas.

#### **5.3.5 Equipo de video**

En la actualidad su utilización es común, con ellos se proyectan imágenes a pantallas o como apoyo visual del traspunte, se manejan desde la cabina de proyección.

#### **5.3.6 Ubicación de bocinas**

Para lograr una buena distribución de bocinas se deben conocer las características de los oídos humanos que están separados aproximadamente 15 cm, por lo cual siempre se oye un sonido primero con un oído y luego con el otro; al juntarse este sonido en el cerebro, además de indicar que se oye, indica de donde viene y da idea de la distancia aproximada de la fuente del sonido. Esto indica que se oye con profundidad, dirección y reproducción fiel del sonido o alta fidelidad, lo que da lugar a oír estereo. Se colocan según el tamaño del espacio. Por ejemplo, si están a tres metros entre sí y para poder apreciar mejor esta música, no se debe escuchar a menos de tres metros ni a más de seis. El ángulo de incidencia del espectador es importante deberá ser mayor de 20° para evitar la reflexión.

### **5.3.7 Cabina de control de sonido**

En el se ubican los controles del equipo de sonido como: amplificador radiofónico con su correspondiente equipo de altavoces portátiles (para los diversos efectos) y por los menos dos mezcladores de audio, así como un reproductor de efectos y una consola. Contara con estantería de discos compactos, cassettes y películas. Contara con el espacio suficiente para dimmers, reles y reóstatos de alumbrado. El cuarto de sonido debe aislarse de la comunicación sonora de la sala. Los operadores se deben dirigir al escenario sin pasar por la sala.

## **6. RED PRIVILEGIADA**

### **6.1 Equipo de video**

El equipo de video se conforma de todos los dispositivos que sirven para el manejo de información visual, para su instalación se deben de tomar en cuenta que en general, este se compone de cámara de video, cable par transportar la señal, grabadora y reproductora de señal de video, cuarto de edición (donde pueden existir equipo extra para edición de videos), proyectores y / o televisores. El sistema de video puede ser de vigilancia o de reproducción.

#### **6.1.1 Circuito de video vigilancia**

Debido a la cantidad de personas en un auditorio y de la ubicación socio-económica en que se encuentra se hace necesario un sistema de monitoreo y vigilancia. Entre las principales características que esta posee, encontramos que las cámaras deben ser discretas y pequeñas, además de estar ubicada en una posición para tener el mayor campo visual pero lejos del alcance de las personas. Su instalación debe ser tomando en cuenta el diseño de ambiente de su ubicación, usualmente con conexión por cable coaxial hacia el cuarto de seguridad con grabadora de video independiente por cámara para la grabación de video en lapsos de tiempo dependiendo de su ubicación.

#### **6.1.2 Circuito de reproducción video**

Este sistema es el que se encarga de reproducir toda aquella información o efecto visual para el auditorio. El cual debe hacerse desde el cuarto de control general, con el uso de proyectores análogos, digitales o pantallas de televisión.

## **6.2 Sistemas de intercomunicación**

En la actualidad se utilizan por el tamaño de las construcciones para facilitar la intercomunicación entre la parte administrativa, de mantenimiento, iluminación, sonido, tramoya, producción y actores.

### **6.2.1 Sistemas de voceo**

Este tipo de sistemas cubre tres funciones básicas: intercomunicación entre las diferentes áreas técnicas; voceo y comunicación a los artistas y voceo de aviso al público en la sala y en los vestíbulos. Los principales equipos son: la terminal que controla el gerente de escenario con cuatro canales de comunicación como mínimo; terminal con micrófono y bocina para áreas cerradas (cabinas y oficinas) y terminales para diademas, para áreas abiertas como operadores de tramoya.

### **6.2.2 Terminal portátil**

Es uno de los sistemas mas utilizados se compone de equipo inalámbrico y radios. La central se localiza en el edificio administrativo; para su instalación se requiere de una antena la cual se localizara en el edificio más alto y deberá ocultarse. Por lo general, lo utiliza el personal de mantenimiento y de producción.

## **6.3 Equipo de computación**

Los sistemas que posean computadoras pueden estar enlazadas dependiendo del tipo de configuración de red (topología), debido a que esta presenta muchas ventajas en el manejo de información.

Que pueden variar desde el control de personas ingresadas hasta el inventario o materiales disponibles en la presentación. Las computadoras pueden estar unidas en red tipo anillo, estrella y bus, para cada tipo se toma las consideraciones necesarias de implementos necesarios para su correcto funcionamiento. En su instalación muy similar a la de telefonía solo se utiliza canalización independiente para el cable de comunicación y se finaliza en tomas de red para el uso que sea necesario en los lugares mas apropiados, contando con la estación central de información de acceso a otros recursos (Ej. Internet). Se debe tomar en cuenta que este equipo es frágil y no debe ser manipulado por nadie mas que la persona autorizada.

#### **6.4 Telefonía**

La red telefónica se identificara con manguera diferente color; se recomienda localizarla de manera subterránea de la cometida de la compañía telefónica al conmutador. Se instalaran extensiones en el cuarto de control, taquilla, oficinas administrativas, oficina de vigilancia de la puerta de escena, oficina del director escénico y sala de personal escénico. En las zonas de camerinos, sala de espera y de actores se instalaran teléfonos que funcionen con monedas y tarjetas. Las edificaciones que requieran instalaciones telefónicas deberán cumplir con lo que establezcan las normas técnicas de instalaciones telefónicas, así como las siguientes disposiciones:

La unión entre registro de banqueta y el registro de alimentación de la edificación se hará por medio de tubería fibra-cemento de 10cm de diámetro mínimo o plástico rígido de 50 mm mínimo para 20 a 50 pares y de 53 m mínimo para 70 a 200 pares.

Cuando la tubería o ductos de enlace tengan una longitud mayor de 20 m o cuando haya cambios a mas de 90°, se deberán colocar registro de paso; se deberá contar con un registro de distribución para cada siete teléfonos como máximo. La alimentación de los registros de distribución se hará por medio de cables de 10 pares y su numero dependerá de cada caso particular.

Los cables de distribución vertical deberán colocarse en tubos de metal o plástico rígidos. La tubería de conexión entre dos registros no podrán tener mas de dos curvas de 90°. Las cajas de registro de distribución y de alimentación deberán colocarse a una altura de 0.6 m de nivel del suelo y en lugares accesibles en todo momento. El numero de registro de distribución dependerá de las necesidades de cada caso, pero será cuando menos uno por cada nivel de la edificación. Las edificaciones que requieran conmutadores o instalaciones telefónicas especiales deberán sujetarse a los que establece las normas técnicas.

## **7. EJEMPLO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN AUDITORIO**

La ejecución de una instalación eléctrica requiere necesariamente la confección de un proyecto, sobre la base de los requisitos particulares en materia de niveles de iluminación, cantidad y ubicación de los consumos, así como condiciones adecuadas de seguridad y funcionamiento a largo de su vida útil, el que debe constar de planos y memoria técnica, firmado por un profesional con incumbencias y/o competencias específicas.

### **7.1 Factores en la implementación de un proyecto**

En el proyecto de una instalación eléctrica deben tenerse en cuenta los siguientes factores básicos:

#### **De orden general**

- Economía.
- Comodidad para uso y mantenimiento.
- Estética.

#### **Cargas eléctricas**

- Crecimiento y desarrollo de los sistemas de iluminación y fuerza motriz.
- Nuevas aplicaciones de la electricidad.

#### **De orden técnico**

- Adecuadas condiciones de seguridad para las instalaciones y las personas.
- Protección conveniente de los diferentes circuitos.
- Facilidad del reconocimiento de las distintas derivaciones.

## **Uso eficiente de la energía eléctrica**

- Elección de los conductores adecuados.
- Utilización de equipo de detección de presencia y de nivel de iluminación natural para control de iluminación.
- Lámparas y luminarias, colores ambientales.
- Elección de aparatos utilizadores eficientes.
- Aislamiento térmico del edificio en la climatización de ambientes.
- Utilización de motores y accionamientos eficientes.

### **7.1.1 Clasificación de los circuitos eléctricos**

Los circuitos eléctricos constituyen las líneas que vinculan los tableros seccionales con artefactos de consumo. En la implementación de los circuitos eléctricos se emplean *interruptores unipolares colocados en tableros* que deben cortar la circulación de la corriente *sobre el conductor activo o vivo* de la red de distribución, y donde el conductor neutro solo se une por medio del tablero de distribución. Este criterio es por razones de seguridad, dado que si una persona accede al artefacto con el interruptor abierto está vinculado con el conductor vivo, que normalmente es la que da origen a accidentes eléctricos por contacto directo.

Las Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de EGGSA clasifica los circuitos a los fines de los proyectos de las instalaciones eléctricas en inmuebles, de la siguiente manera:

Para usos generales

Para usos especiales

Para usos específicos

### **7.1.1.1 Circuitos para usos generales**

Son circuitos monofásicos que alimentan tomas de salida para iluminación y tomacorrientes que se utilizan básicamente en el interior de los edificios.

- En los circuitos de iluminación, pueden conectarse artefactos de iluminación, de ventilación, combinaciones entre ellos, u otras cargas unitarias, cuya corriente de funcionamiento permanente no sea mayor que 6 A, sea por medio de conexiones fijas o de tomacorrientes de 10 A.
- En los circuitos de tomacorrientes pueden conectarse cargas unitarias de no más de 10 A, por medio de tomacorrientes de 10 A.

Estos circuitos deben diseñarse de acuerdo a la capacidad de la carga a conectarse en cada toma, debe tomarse en cuenta que los calibres del conductor utilizado debe ser igual o mayor a la capacidad de las tomas que alimenta. Así mismo; las protecciones tal como el interruptor termo magnético utilizado, no debe sobrepasar la capacidad del conductor eléctrico para que no se tiendan a dañar las características físicas del conductor disminuyendo su vida útil en la instalación.

### **7.1.1.2 Circuitos para usos especiales**

Son circuitos monofásicos que alimentan tomas de salida para iluminación y tomacorrientes para cargas de consumos unitarios mayores que los admitidos para los de usos generales Este tipo de circuitos es apto para espacios semicubiertos o a la intemperie, como el caso de iluminación de parques y jardines debiendo los interruptores de efecto o tomacorrientes garantizar un grado de protección contra proyecciones de agua.

- En los circuitos de iluminación deben conectarse exclusivamente artefactos de iluminación, sea por medio de conexiones fijas o por medio de tomacorrientes hasta 20 A.
- En los circuitos de tomacorriente pueden conectarse cargas unitarias hasta 20 A por medio de tomacorrientes de 20 A. En cada toma de salida se puede instalar un tomacorriente adicional de 10 A.

Estos circuitos deben contar con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 25 A y el número máximo de tomas de salida es de 8.

#### **7.1.1.3 Circuitos para usos específicos**

Son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas por medio de conexiones fijas o por medio de tomacorrientes provistos para esa única función y se clasifican en dos grupos según la tensión que requieren:

- Tensión de la red de alimentación (110-220-380V)
- Tensión distinta a la red de la alimentación.

#### **7.1.1.4 Circuitos para alimentación de tensión estabilizada**

Son destinados a equipos o redes que requieran para su funcionamiento, ya sea por prescripciones de diseño o necesidades del usuario, tensión regulada o sistemas de energía ininterrumpible (UPS). Como por ejemplo; los circuitos que alimentan los equipos de sonido en los cuales no debe contener distorsiones porque estas se amplifican y se trasladan al sonido de ambiente, produciendo en algunos casos un zumbido que se escucha en las bocinas y puede llegar a ser demasiado fuerte disminuyendo la calidad del sonido producido.

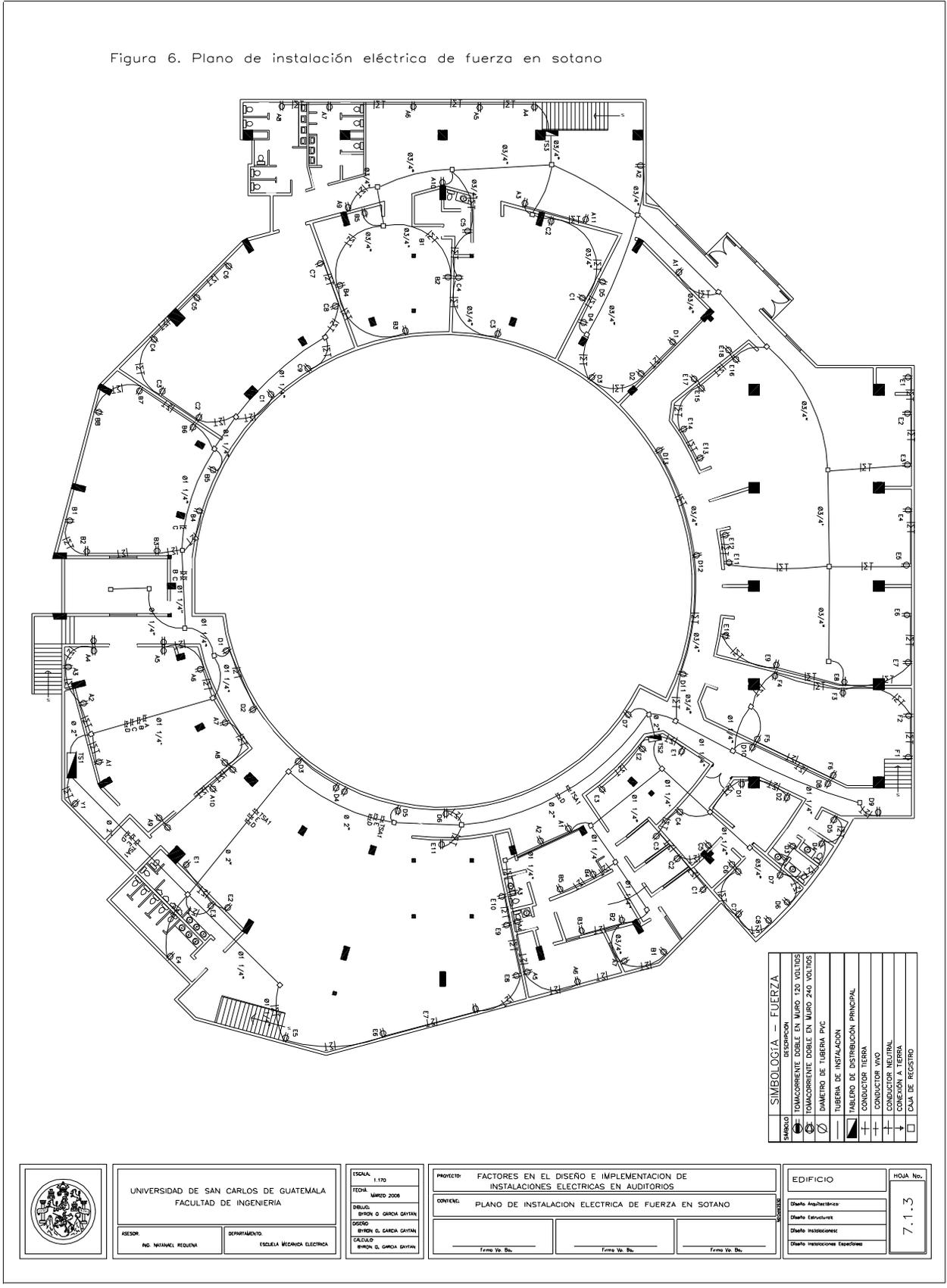
### **7.1.2 Norma para la ejecución de planos**

Las Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de EGGSA establecen que salvo distintas exigencias de la autoridad de aplicación correspondiente, como guía de contenidos mínimos considerados imprescindibles, todo proyecto debe incorporar los siguientes aspectos:

- Plano o croquis de la instalación; con indicación de la superficie de cada ambiente; las canalizaciones con sus medidas, cableados y circuitos a los que pertenecen; ubicación y destino de cada toma. Ubicación de la toma de tierra y canalización del conductor de puesta a tierra.
- Síntesis del proyecto de la instalación incluyendo los datos que permitan individualizar demanda de potencia, grado de electrificación, superficie total, cantidad y destino de los circuitos, secciones de los conductores, corrientes de proyecto, corriente presunta de cortocircuito en el punto de suministro y cantidad de tomas con su distribución ambiental.
- Esquema unifilar de los tableros, incluyendo las características nominales y de accionamiento de los dispositivos de maniobra y protección, tales como corriente asignada, curva de actuación, capacidad de ruptura. Sección de las líneas: principal, seccionales, de circuitos y de los conductores de protección; identificación de los circuitos derivados y corrientes de cortocircuito de cálculo en cada tablero.
- Listado de materiales de la instalación, indicando: marca de materiales, tipos normativos y, si correspondiera, forma de acreditación en conformidad con normas tales como UL para certificación de equipos.



Figura 6. Plano de instalación eléctrica de fuerza en sótano



| SIMBOLOGÍA — FUERZA |   |
|---------------------|---|
| ○                   | CONEXIÓN                                |
| ⊖                   | TOMACORRIENTE DOBLE EN MURO 120 VOLTIOS |
| ⊖                   | TOMACORRIENTE DOBLE EN MURO 240 VOLTIOS |
| ∅                   | DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC                 |
| —                   | TUBERÍA DE INSTALACIÓN                  |
| ▭                   | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL       |
| —                   | CONDUCTOR TIERRA                        |
| —                   | CONDUCTOR VIVO                          |
| —                   | CONDUCTOR NEUTRAL                       |
| ⊥                   | CONEXIÓN A TIERRA                       |
| □                   | CAJA DE REGISTRO                        |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ASESOR: ING. WITANIEL REQUEÑA      DEPARTAMENTO: ESCUELA MÉDICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2008  
DISEÑO: BRUNO O. GARCÍA GAYTÁN  
DISEÑO: BRUNO O. GARCÍA GAYTÁN  
CALCULO: BRUNO O. GARCÍA GAYTÁN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS

CONTEXTO: PLANO DE INSTALACION ELÉCTRICA DE FUERZA EN SÓTANO

Forma No. 01.      Forma No. 02.      Forma No. 03.

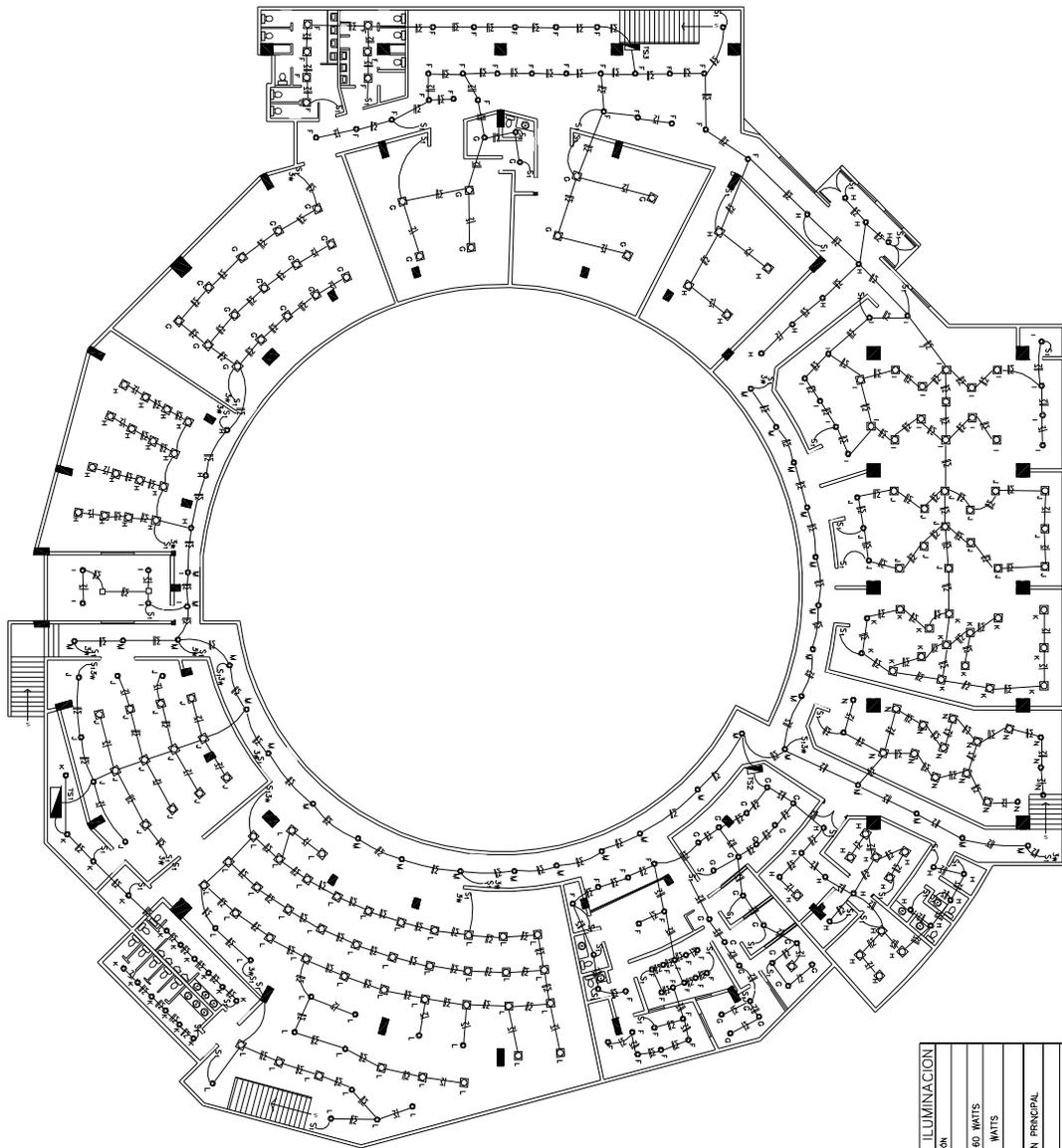
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico: \_\_\_\_\_  
Diseño Estructural: \_\_\_\_\_  
Diseño Instalaciones: \_\_\_\_\_

HOJA No. 7.1.3



Figura 7. Plano de instalación eléctrica de iluminación en sotano



| SIMBOLÓGICA — ILUMINACION |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| SÍMBOLO                   | DESCRIPCIÓN                       |
| ☐                         | LAMPARA 2 X 40 WATTS              |
| ⊗                         | BOMBILLA LUZ DE DAL 60 WATTS      |
| ⊙                         | BOMBILLA PRISMALITE 40 WATTS      |
| ⊕                         | TOMACORRIENTE 110                 |
| ⊕                         | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL |
| ⊕                         | CONDUCTOR TIERRA                  |
| ⊕                         | CONDUCTOR VIVO                    |
| ⊕                         | CONDUCTOR NEUTRAL                 |
| SW                        | INTERRUPTOR DE 3 WWS              |
| —                         | TUBO PVC ELECTRICO Ø3/4"          |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: ING. NATALIO REDUEÑA  
DEPARTAMENTO: ESCUELA MECANICA ELECTRICA

ESCALA: 1:500  
FECHA: MARZO 2006  
DISEÑO: IRIBON O. GARCIA GAYTAN  
CALCULO: IRIBON O. GARCIA GAYTAN  
COTEJO: IRIBON O. GARCIA GAYTAN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONTIENE: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA DE ILUMINACION EN SOTANO

Firma Va. Bto.      Firma Va. Bto.      Firma Va. Bto.

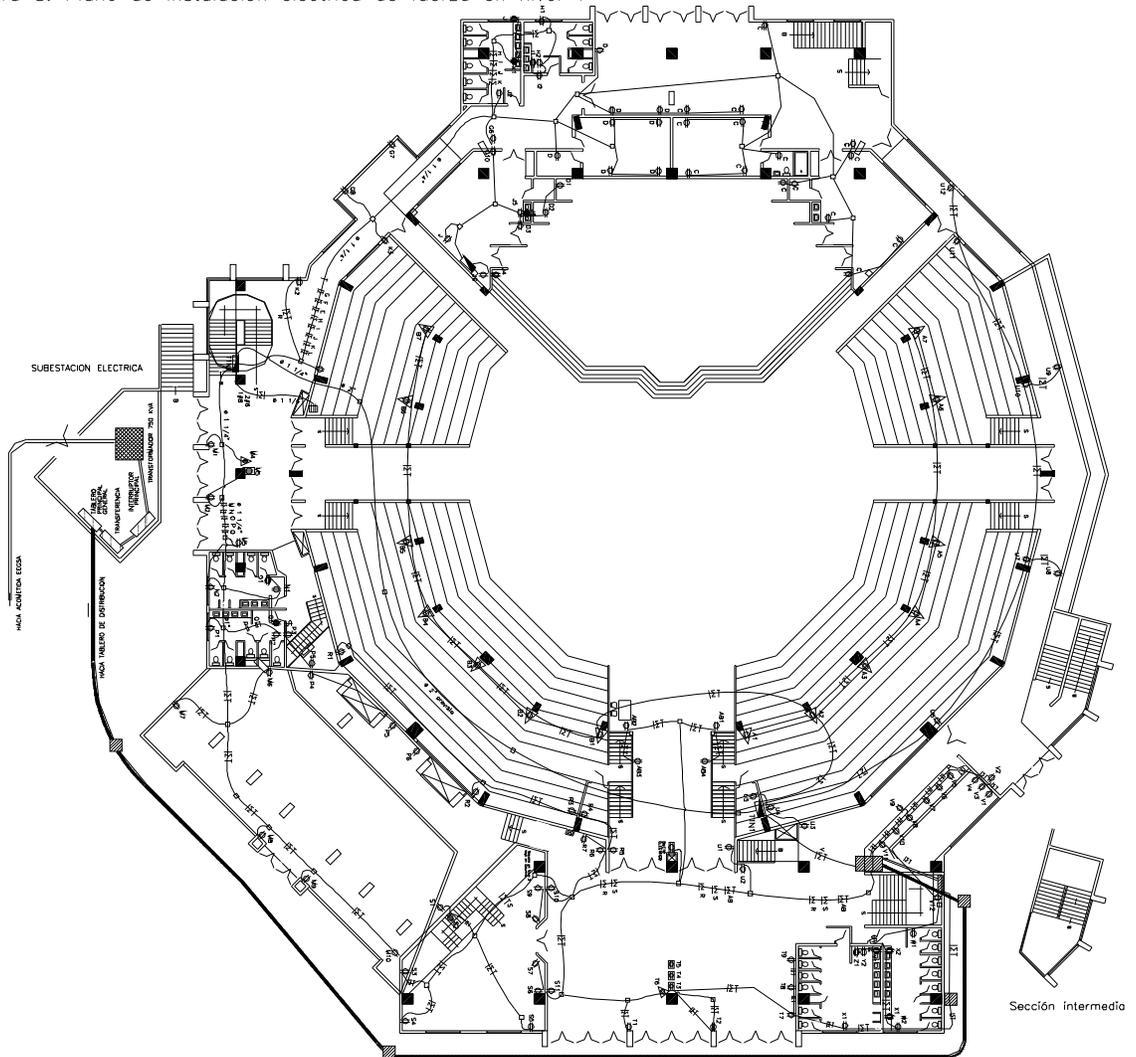
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico: \_\_\_\_\_  
Diseño Estructural: \_\_\_\_\_  
Diseño Instalaciones: \_\_\_\_\_  
Diseño Instalaciones Especiales: \_\_\_\_\_

HOJA No. 7.1.4

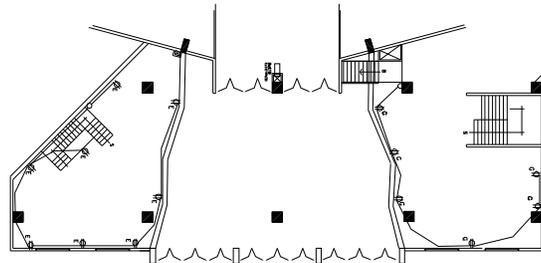
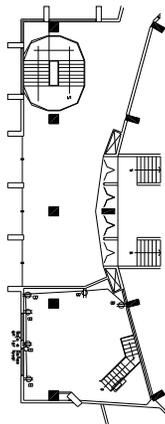


Figura 8. Plano de instalación eléctrica de fuerza en nivel 1



Sección intermedia

| SIMBOLOGÍA - FUERZA |  |
|---------------------|--|
| SIMBOLO             | DESCRIPCION  |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EN MURO 120 VOLTIOS              |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EN MURO 240 VOLTIOS              |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EMPOTRADO EN PISO DE 120 VOLTIOS |
|                     | TUBERIA DE INSTALACION                               |
|                     | TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL                    |
|                     | CONDUCTOR TIERRA                                     |
|                     | CONDUCTOR VIVO                                       |
|                     | CONDUCTOR NEUTRAL                                    |
|                     | CONEXION A TIERRA                                    |
|                     | CAJA DE REGISTRO                                     |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: DR. MANUEL ROSAÑA      DEPARTAMENTO: ESCUELA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2008  
DISEÑO: IRIBON O. GARCIA GAYTAN  
CALCULO: IRIBON O. GARCIA GAYTAN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONVINE: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA EN NIVEL 1

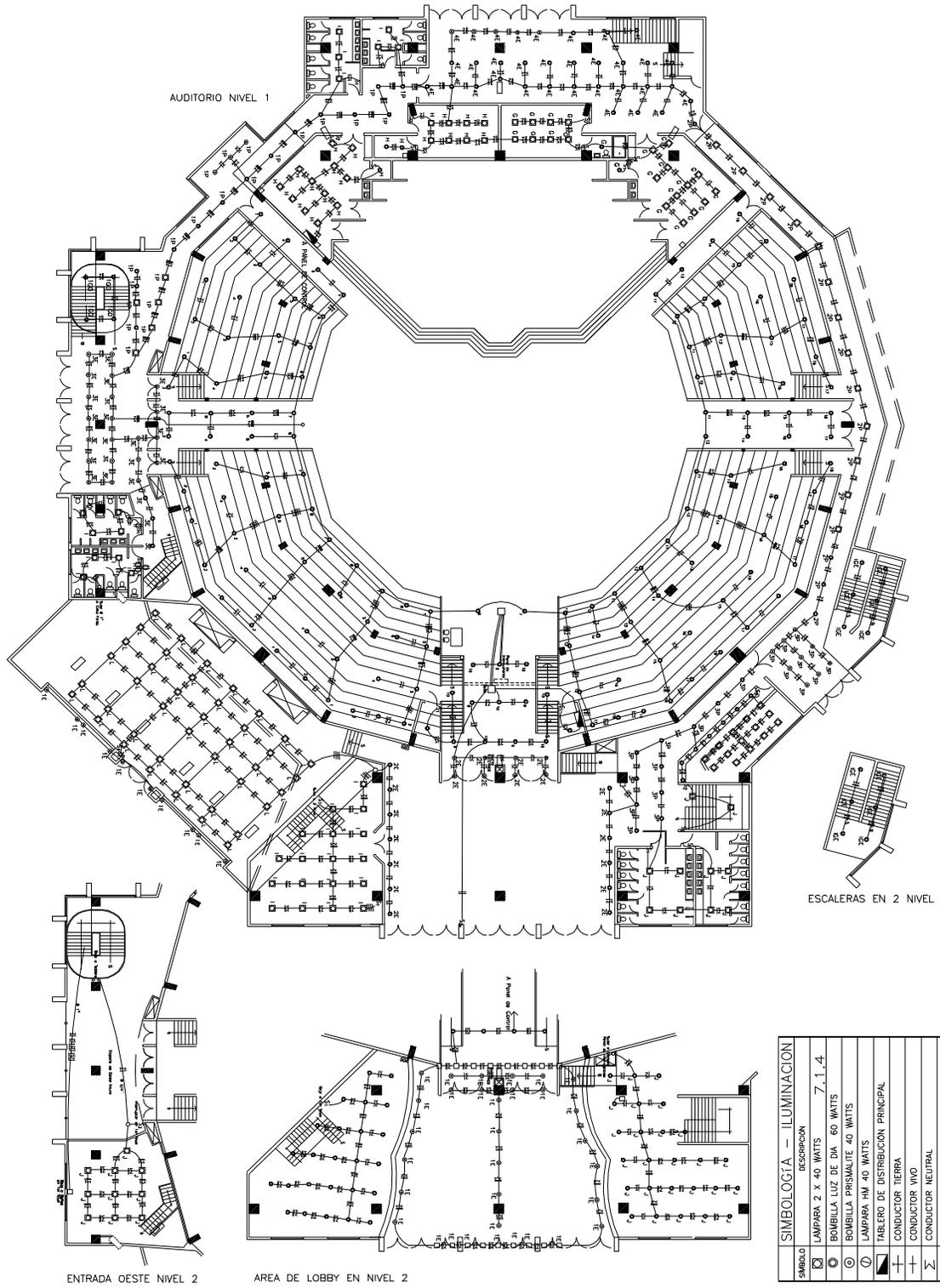
Firma Vs. Bs.      Firma Vs. Bs.      Firma Vs. Bs.

EDIFICIO:      HOJA No. 7.1.5

Diseño Arquitectónico:  
Diseño Estructural:  
Diseño Instalaciones:  
Diseño Instalaciones Especiales:



Figura 9. Plano de instalación eléctrica de iluminación en nivel 1



| SIMBOLÓGICA - ILUMINACION |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| SÍMBOLO                   | DESCRIPCIÓN                       |
| ⊗                         | LAMPARA 2 x 40 WATTS 7.1.4        |
| ⊙                         | BOMBILLA LUZ DE DIA 60 WATTS      |
| ⊖                         | BOMBILLA PRISMALITE 40 WATTS      |
| ⊕                         | LAMPARA HM 40 WATTS               |
| ⊞                         | TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL |
| ⊞                         | CONDUCTOR TIERRA                  |
| ⊞                         | CONDUCTOR VIVO                    |
| ⊞                         | CONDUCTOR NEUTRAL                 |
| ⊞                         | INTERRUPTOR DE 3 VAS              |
| ⊞                         | TUBO PVC ELECTRICO 63/4"          |
| ⊞                         | CAJA DE REGISTRO DE 4" x 4"       |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

FACTOR: ING. MIGUEL REYDUN  
DEPARTAMENTO: ESCUELA MECANICA ELECTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: AÑO 2006

DISEÑO: BRON O. GARCIA GAYAN  
DISEÑO: BRON O. GARCIA GAYAN  
DISEÑO: BRON O. GARCIA GAYAN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONTENIDO: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA DE ILUMINACION EN NIVEL 1

Firma vs. Bb.      Firma vs. Bb.      Firma vs. Bb.

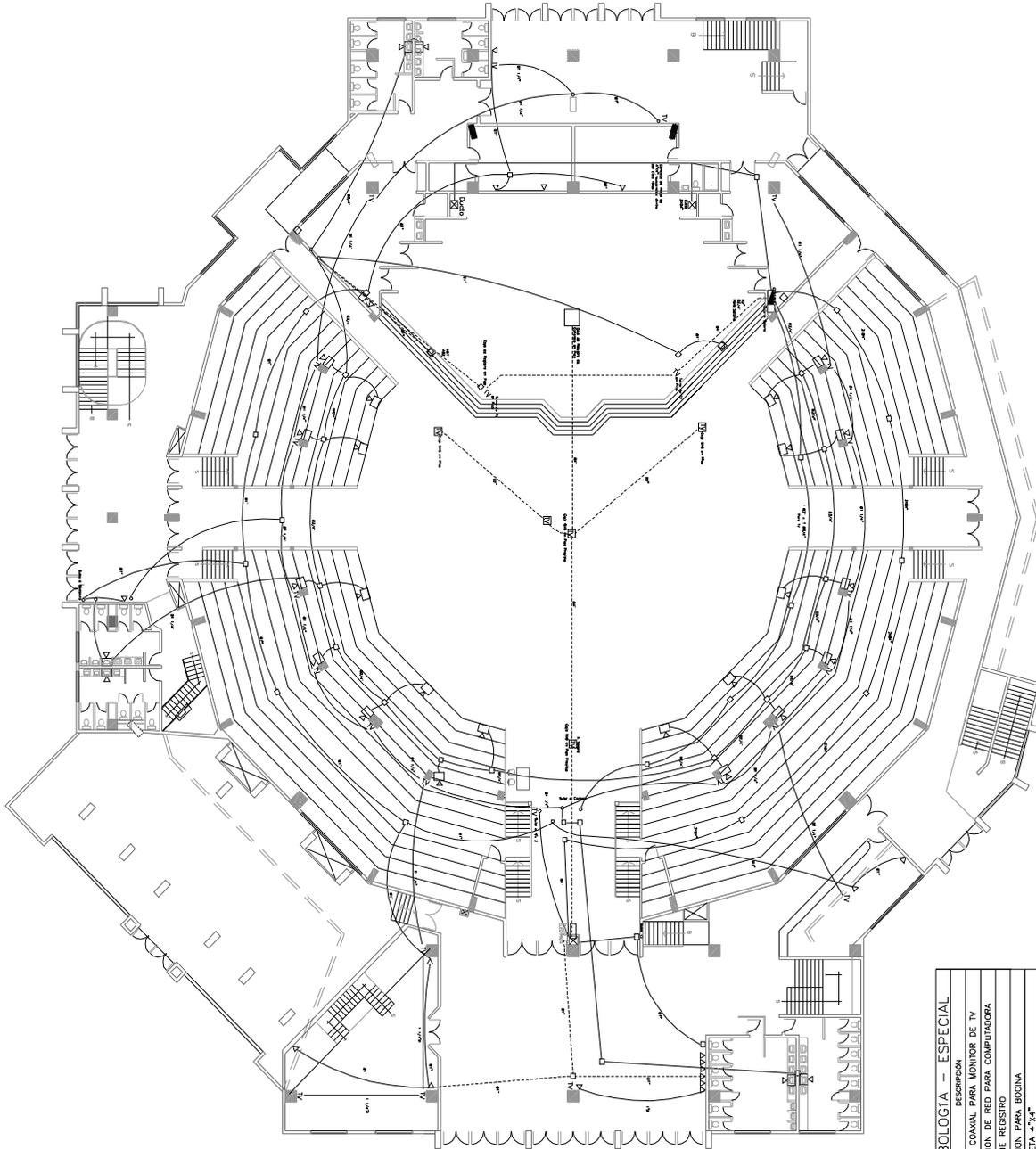
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico  
Diseño Estructural  
Diseño Instalaciones  
Diseño Instalaciones Especiales

HOJA No.  
7.1.6



Figura 10. Plano de instalación especial en nivel 1



| SIMBOLOGÍA - ESPECIAL |  |
|-----------------------|--|
| SÍMBOLO               | DESCRIPCIÓN  |
| TV                    | Salida coaxial para monitor de TV                                |
| △                     | Conexión de red para computadora                                 |
| □                     | Caja de registro   |
| ⊠                     | Conexión para bocina   |
| -----                 | Canaleta 4"x4"   |
| ▬                     | Tablero de distribución para uso de equipo de grabación de video |
| ⊗                     | Ducto de ventilación   |
| ○                     | Entrada a consola de control                                     |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ASESOR: ING. NATANAEL REQUENA  
DEPARTAMENTO: ESCUELA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2006  
DISEÑO: BYRON O. GARCÍA GAYTÁN  
DISEÑO: BYRON O. GARCÍA GAYTÁN  
CALCULO: BYRON O. GARCÍA GAYTÁN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS

CONTENIDO: PLANO DE INSTALACION ESPECIAL EN NIVEL 1

Firma Vs. Bs.      Firma Vs. Bs.      Firma Vs. Bs.

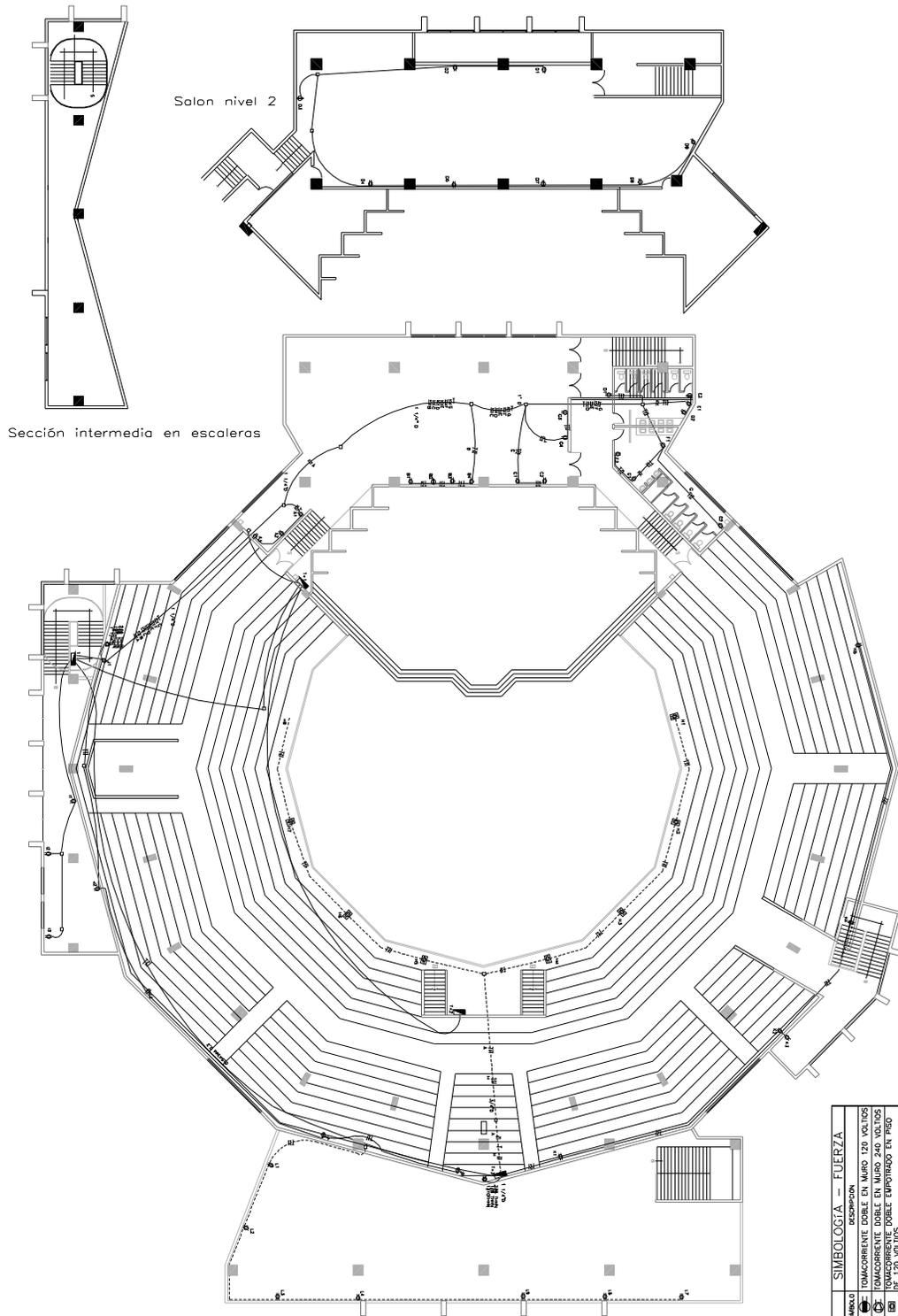
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico  
Diseño Estructural  
Diseño Instalaciones  
Diseño Instalaciones Especiales

HOJA No. 7.1.7



Figura 11. Plano de instalación eléctrica de fuerza en nivel 2



| SIMBOLOGÍA — FUERZA |  |
|---------------------|--|
|                     | DISTRIBUCIÓN   |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EN MAURO 120 VOLTIOS                                       |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EN MAURO 240 VOLTIOS                                       |
|                     | TOMACORRIENTE DOBLE EN MAURO 120 VOLTIOS CON CORRIENTE DOBLE EMPOTRADO EN PISO |
|                     | TUBERÍA DE INSTALACION   |
|                     | PLABERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL  |
|                     | CONDUCTOR TIERRA   |
|                     | CONDUCTOR 120V   |
|                     | CONDUCTOR 240V   |
|                     | PLACA DE REGISTRO  |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: ING. NIVANEL PROZENA      DEPARTAMENTO: ESCUELA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2006  
DIBUJO: ENRIQUE O. GARCIA GAYTÁN  
DISEÑO: ENRIQUE O. GARCIA GAYTÁN  
CORRECCIÓN: ENRIQUE O. GARCIA GAYTÁN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONTIENE: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA EN NIVEL 2

Firma Yo Soy: \_\_\_\_\_ Firma Yo Soy: \_\_\_\_\_ Firma Yo Soy: \_\_\_\_\_

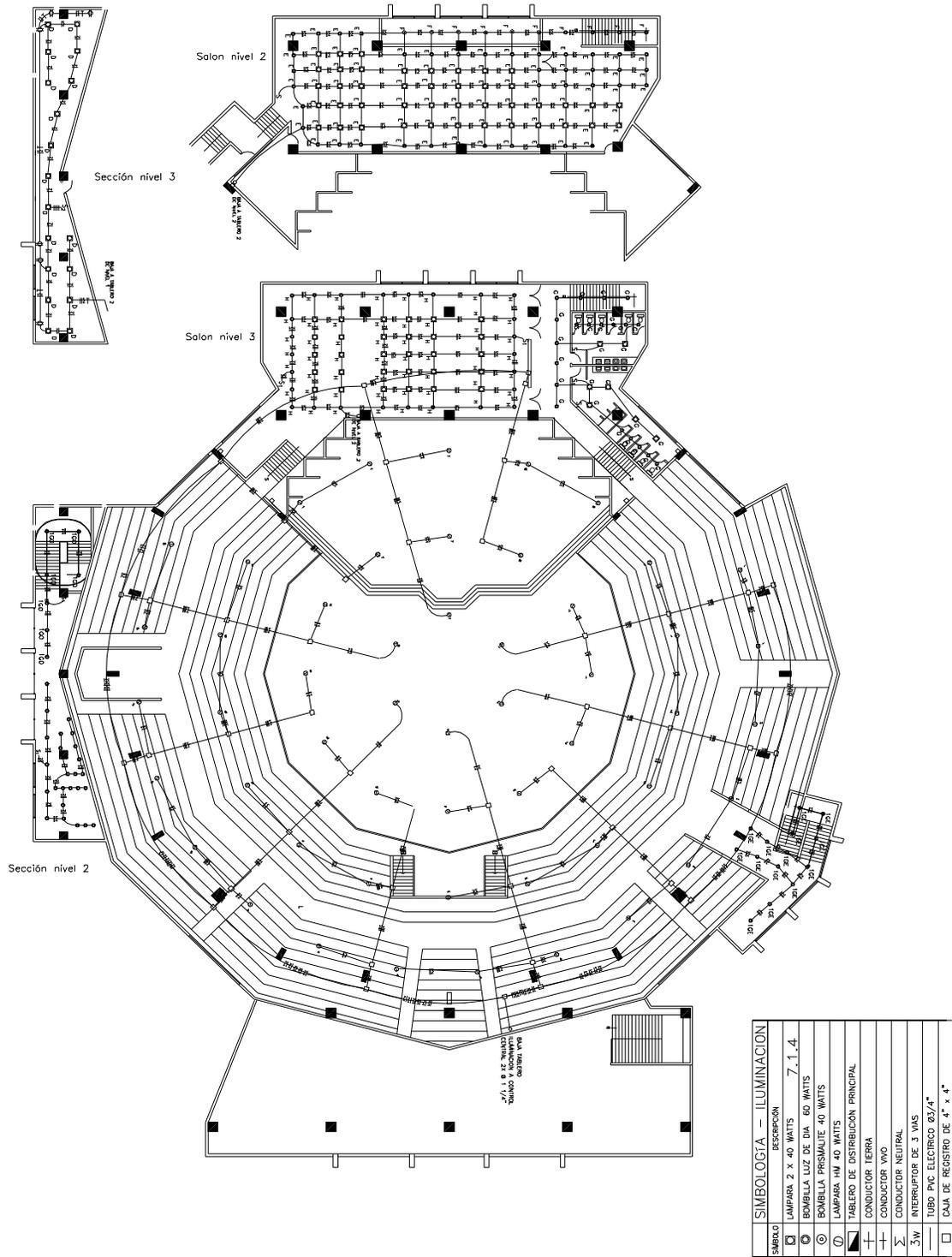
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico: \_\_\_\_\_  
Diseño Estructural: \_\_\_\_\_  
Diseño Instalaciones: \_\_\_\_\_  
Diseño Instalaciones Eléctricas: \_\_\_\_\_

HOJA No. 7.1.8



Figura 12. Plano de instalación eléctrica de iluminación en nivel 2



| SIMBOLOGIA - ILUMINACION |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| SIMBOL                   | DESCRIPCION                        |
| ⊗                        | LAMPARA 2 X 40 WATTS 7.1.4         |
| ⊙                        | BOMBILLA LUZ DE DIA 60 WATTS       |
| ⊖                        | BOMBILLA PRISMALITE 40 WATTS       |
| ⊕                        | LAMPARA HM 40 WATTS                |
| ⊞                        | TABLEROS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL |
| ⊟                        | CONDUCTOR TIERRA                   |
| ⊠                        | CONDUCTOR VIVO                     |
| ⊡                        | CONDUCTOR NEUTRAL                  |
| ⊣                        | INTERRUPTOR DE 3 VMS               |
| ⊤                        | TUBO PVC ELCTRICO 63/4"            |
| ⊥                        | CAJA DE REGISTRO DE 4" x 4"        |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: AG. NAYANOL REBOVA

DEPARTAMENTO: ESCUELA MEDIANA ELECTRICA

FORMULA: 1.170

FECHA: AÑO 2008

DISEÑO: BRUNO O. GARCIA GAYIA

PROYECTO: BRUNO O. GARCIA GAYIA

CALECIFICACION: BRUNO O. GARCIA GAYIA

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONTENIDO: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA DE ILUMINACION EN NIVEL 2

Firma: Yo. Br.

EDIFICIO

Diseño Arquitectónico:

Diseño Estructural:

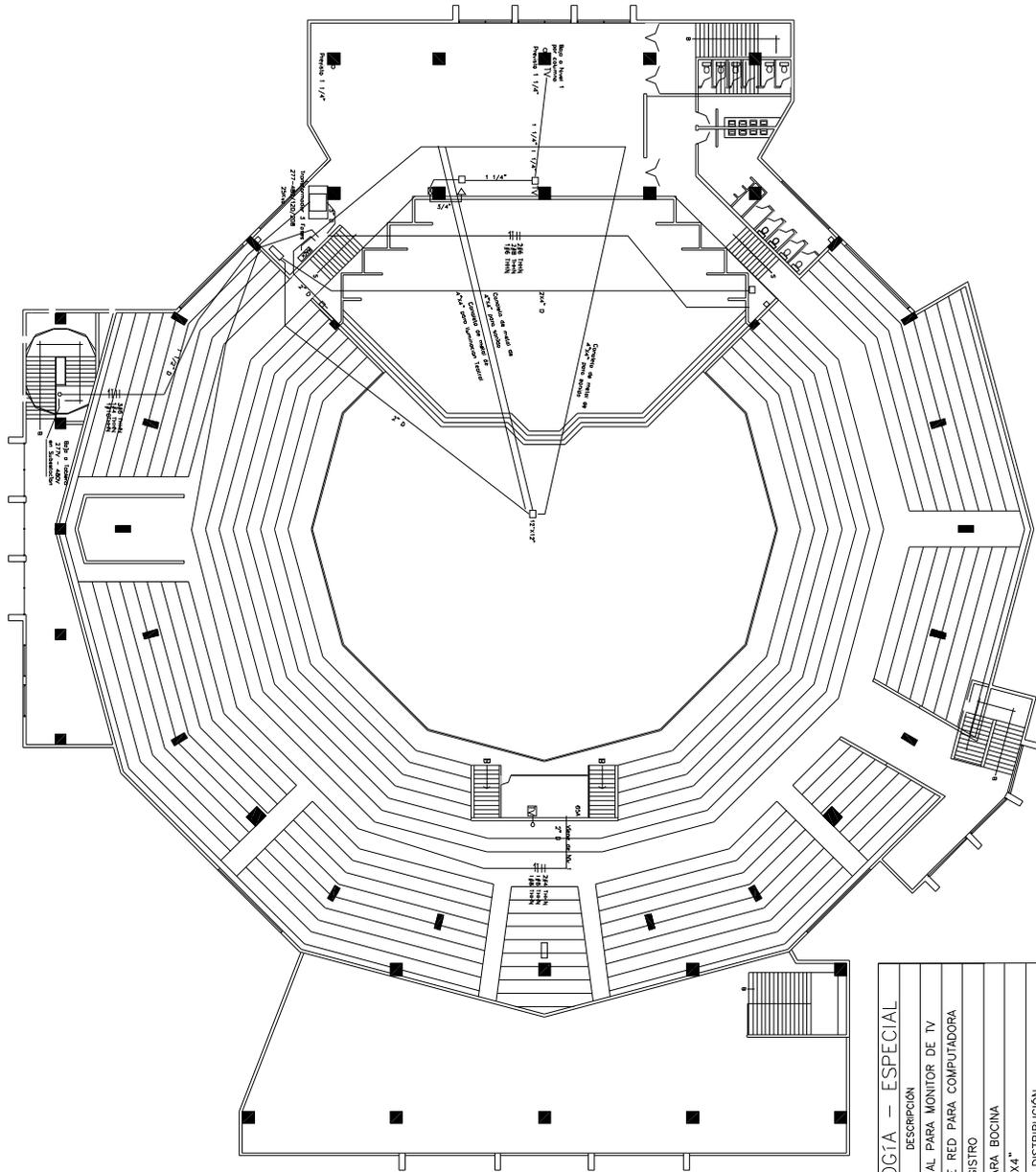
Diseño Mecánico:

Diseño Instalaciones Eléctricas:

Hoja No. 7.1.9



Figura 13. Plano de instalación especial en nivel 2



| SIMBOLOGÍA — ESPECIAL |   |
|-----------------------|---|
| SÍMBOLO               | DESCRIPCIÓN   |
| TV                    | SALIDA COAXIAL PARA MONITOR DE TV                             |
| △                     | CONEXIÓN DE RED PARA COMPUTADORA                              |
| □                     | CAJA DE REGISTRO  |
| ◇                     | CONEXIÓN PARA BOCINA  |
| —                     | CANALETA 4"X4"  |
| ▨                     | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA USO EQUIPO DE GRABACION DE VIDEO |
| TV                    | DUCTO DE VENTILACION  |
| ⊗                     | ENTRADA A CONSOLA DE CONTROL                                  |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: ING. NATANIEL REQUEÑA  
DEPARTAMENTO: ESCUELA MECÁNICA ELÉCTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2006  
DIBUJO: BYRON O. GARCIA GAYTAN  
DISEÑO: BYRON O. GARCIA GAYTAN  
CALCULO: BYRON O. GARCIA GAYTAN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AUDITORIOS

CONTENIDO: PLANO DE INSTALACION ESPECIAL EN NIVEL 2

Firma Vs. Ds.      Firma Vs. Ds.      Firma Vs. Ds.

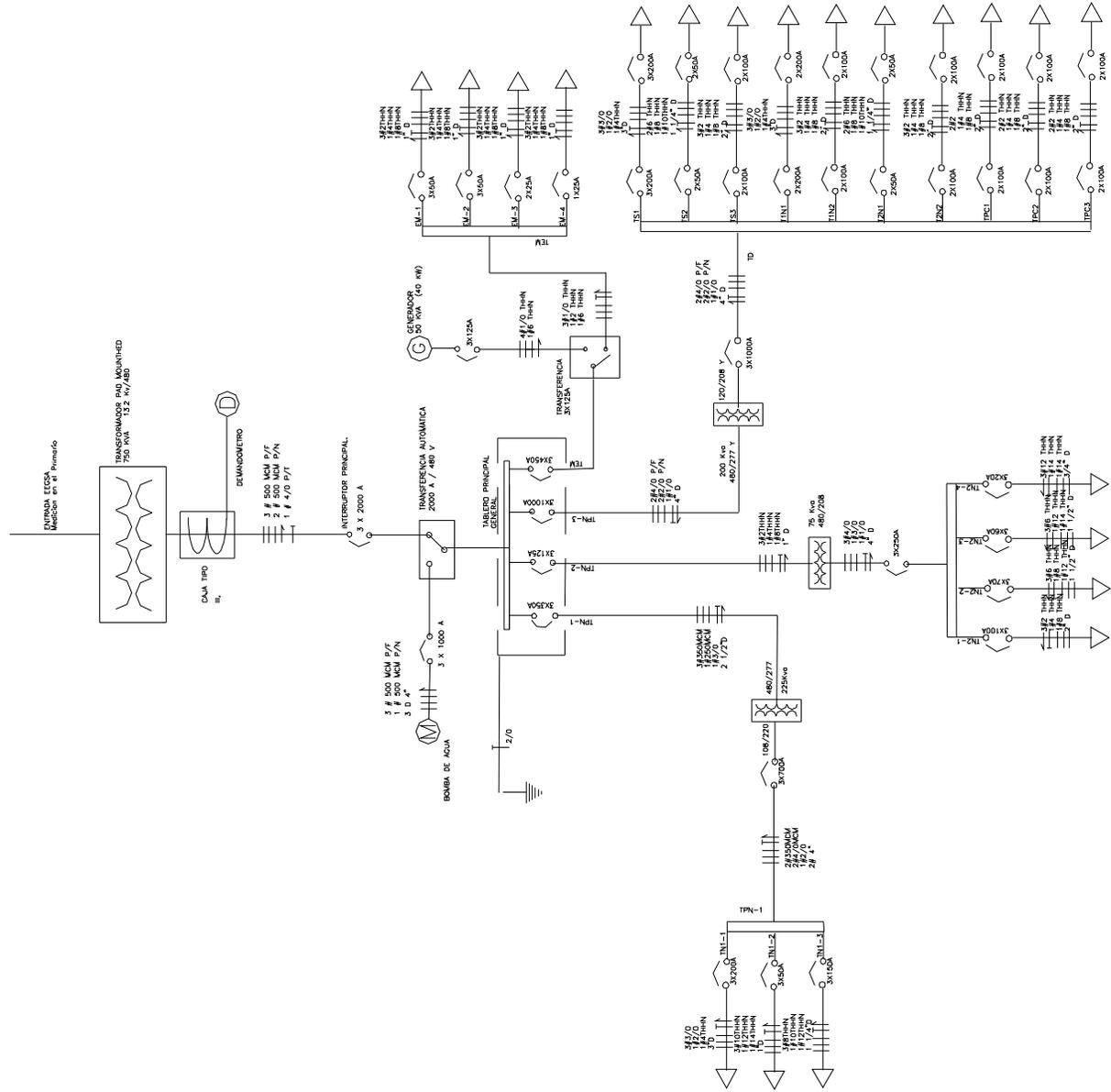
EDIFICIO

Diseño Arquitectónico  
Diseño Estructural  
Diseño Instalaciones  
Diseño Instalaciones Especiales.

HOJA No. 7.1.10



Figura 14. Plano de diagrama unifilar



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: ING. NATANIEL REQUEÑA  
DEPARTAMENTO: ESCUELA MECANICA ELECTRICA

ESCALA: 1:170  
FECHA: MARZO 2006  
DISEÑO: BRION O. GARCIA BAYAN  
DISEÑO: BRION O. GARCIA BAYAN  
CALCULO: BRION O. GARCIA BAYAN

PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS

CONTIENE: PLANO DE DIAGRAMA UNIFILAR

Firma vs. Bb.      Firma vs. Bb.      Firma vs. Bb.

EDIFICIO

Diseño Arquitectónico

Diseño Electrotécnico

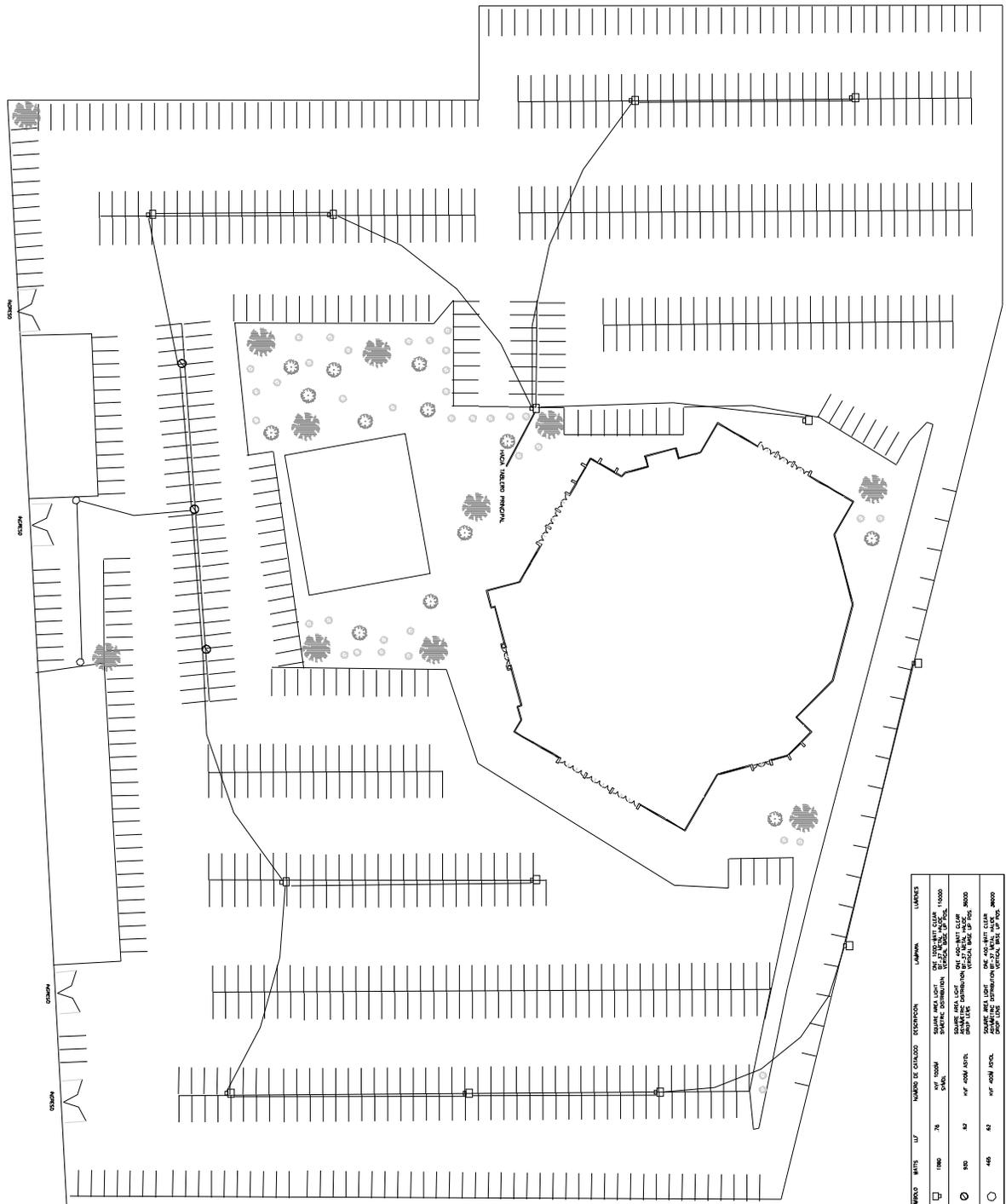
Diseño Instalaciones

Diseño Instalaciones Especiales

HQA No. 7.1.11



Figura 15. Plano de iluminación en parqueo



| SIMBOLO | METRS | LUZ | NUMERO DE CILINDRO | DESCRIPCION                                     | LAMPARAS                   |
|---------|-------|-----|--------------------|---|----------------------------|
| □       | 1000  | 70  | 4000               | SEÑAL DE ALTO EN UNO DE LOS LADOS DEL CARRETERO | ONE LIGHT HIGH CLEAR 10000 |
| ○       | 800   | 50  | 4000               | SEÑAL DE ALTO EN UNO DE LOS LADOS DEL CARRETERO | ONE LIGHT HIGH CLEAR 8000  |
| ○       | 400   | 40  | 4000               | SEÑAL DE ALTO EN UNO DE LOS LADOS DEL CARRETERO | ONE LIGHT HIGH CLEAR 4000  |

NOTA: LA ALTURA DE CADA POSTE ES DE 13 METROS

|   |  |  |   |   |  |  |   |  |                               |
|---|--|--|---|---|--|--|---|--|-------------------------------|
|  | UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA<br>FACULTAD DE INGENIERIA |  | ESCALA: 1:170<br>FECHA: MARZO 2006                                    | PROYECTO: FACTORES EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE<br>INSTALACIONES ELECTRICAS EN AUDITORIOS |  |  | EDIFICIO  |  | Hoja No.<br><br><b>7.1.12</b> |
|   | ASesor: ING. NATANAEL REGUENA                                    | DEPARTAMENTO: ESCUELA MECANICA ELECTRICA | DISEÑO: ERICSON O. GARCIA GAYTAN<br>CALCULO: ERICSON O. GARCIA GAYTAN | CONTENIDO: PLANO DE ILUMINACION EN PARQUEO  |  |  | Diseño Arquitectónico<br>Diseño Estructural<br>Diseño Instalaciones<br>Diseño Maquinas Especiales |  |                               |



## **7.2 Diseño de red privilegiada o estabilizada**

El diseño de esta red esta regido por el orden en que opere. Existen dos configuraciones posibles:

Un sistema independiente a los otros circuitos el cual utiliza reguladores de voltaje y protecciones mas eficientes para uso constante de equipos muy sensibles a distorsiones en el suministro de energía eléctrica. Siendo también independiente en su tablero de distribución.

Un sistema de respaldo cuyo objetivo es el de evitar la suspensión de energía eléctrica a equipos considerados como vitales para la instalación eléctrica en el auditorio, tal como la iluminación en los pasillos de acceso en horarios nocturnos. Este sistema funciona cuando la red de suministro falla, en el mismo instante que ocurre, un sistema de baterías por medio de un inversor es capaz de suministrar la energía requerida a los circuitos de antemano definidos como importantes, por un lapso de alrededor de 15 minutos o menos, dependiendo del tiempo que tarde en operar la planta de generación eléctrica.

Donde este proceso se controla por medio de un tablero de transferencia automático que se encarga de hacer los cambios para las diferentes fuentes de energía eléctrica, y cada circuito clasificado como importante posee su propio tablero de distribución para su protección. Con el objeto de diferenciar los tomacorrientes de circuitos de tensión estabilizada o regulada y evitar errores operativos con los tomacorrientes comunes, se los debe identificar con distintos colores como por ejemplo el amarillo o rojo según sus características o colocando una leyenda autoadhesiva indeleble que los identifique para uso de equipamiento informático.

### **7.3 Diseño de equipo de sonido**

El diseño debe hacerse tomando en cuenta la infraestructura del auditorio y de la expansión del espacio para una buena acústica. El cual debe realizarse por un ingeniero de sonido, debido a que debe de optimizarse la acústica propia y del sonido a producirse dentro del mismo.

#### **7.3.1 Conceptos acústicos de diseño**

El control directo de los patrones de reflexión y la supresión del enfoque en el centro del auditorio son igualmente importantes. También se utiliza control de ruido para los sistemas mecánicos para prevenir la interferencia en los discursos y la distorsión de la música.

#### **7.3.2 Conceptos acústicos de diseño del auditorio**

Un análisis de disminución de reverberación por la clásica formula de Sabine para conocer la capacidad de absorción y un análisis por medio de los diagramas de Ray de los patrones de propagación pueden demostrar los puntos en los cuales puede ser necesario aumentar la presencia de sonido y la disminución del mismo en otros puntos.

#### **7.3.3 Conceptos de diseño del aislamiento del sonido en el auditorio**

El diseño del auditorio aísla los espacios ocupados por medio de un Lobby corredores, donde al techo se le proporcionó de materiales al igual que a las puertas de acceso para aislar los sonidos externos del auditorio.

### **7.3.4 Conceptos de control de ruido mecánico**

El concepto de ruido continuo permisible dentro del auditorio requiere una separación física del sonido externo de sus fuentes de emisión, tales como atenuación del ventilador, ductos y ruido agregado.

## **7.4 Diseño de aire acondicionado**

Se debe de cumplir con las características que se mencionaron en el capítulo 4, teniendo en cuenta que para la instalación eléctrica se debe de tomar en cuenta el motor que este sistema posea y demanda eléctrica.

Además hay que instalar un interruptor que corte la corriente simultáneamente en todos los conductores activos que vayan a parar el motor y el dispositivo de arranque, que no permitan que la relación entre la corriente en este periodo y la de marcha normal a plena carga sea superior a 2.5 en los motores de 1 a 1.5 kilovatios, a 2 para los de potencia comprendida entre 1.5 y 5 kilovatios y a 1.5 para los de mayor potencia.

## **7.5 Diseño de iluminación**

La experiencia seguida de la investigación, ha demostrado que la mayor intensidad de iluminación artificial debidamente aplicada facilita el trabajo manual de tal modo que aumenta la producción, reduce las pérdidas por desperdicio, disminuye el número de accidentes, y, lo que tienen más importancia, no perjudica el órgano de la visión.

Se refiere, básicamente, a la calidad y cantidad de luz. En lo referente a calidad intervienen como elementos esenciales la forma constructiva de las luminarias, el color de la luz y la distribución.

El elemento que interviene en cantidad es el nivel de iluminación, su sistema de medida se expresa en lux o bujías-pies. Se ejecutó cuidadosamente el diseño de iluminación tomando en cuenta las diferentes áreas y ambientes, entendiendo que una iluminación adecuada es muy importante para lograr un ambiente confortable que haga del trabajo una actividad agradable, lo que conlleva una mejor calidad y alta productividad, y permite una percepción adecuada de los pequeños detalles.

### **7.5.1 Formas de iluminación**

Las formas de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, existen tres formas básicas de iluminación: el de iluminación general, el de iluminación localizado y el combinado.

La forma de iluminación general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Esta forma es muy extendida y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

La forma de iluminación localizada proporciona una distribución no uniforme de la luz, de manera que ésta se concentra sobre las áreas de trabajo. La situación de las lámparas depende mucho de la posición de los muebles o las máquinas. Claro, esto representa algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de iluminación entre zonas de trabajo y las de paso es muy grande, se puede producir deslumbramiento o fatiga visual.

La forma de iluminación combinada proporciona una iluminación general suficiente, pero a la vez utiliza una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. Por ejemplo, lámparas en escritorios, mostradores, máquinas y otros utensilios, donde sea requerido. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplea esta forma es que la relación entre las luminarias de tarea visual y el fondo no sea muy elevada, pues en caso contrario podría provocar deslumbramiento o fatiga visual.

### **7.5.2 Tablas aplicables según normas internacionales**

Las tablas son resultado de años de investigación de ingenieros especializados para determinar las iluminaciones recomendables para una amplia gama de actividades, las cuales se encuentran en tablas y catálogos.

Para nuestros cálculos de diseño, tomamos como referencia las tablas del informe No. 29 de la “*International Comisión Illumination*” (Comisión Internacional de Iluminación) en el cual se publica la lista de niveles de iluminación recomendados para diversos interiores y tareas.

### **7.5.3 Cálculo de la cantidad de luminarias a instalar por ambiente en el área interior**

Con el fin de diseñar un sistema de iluminación para cada tarea visual, hay que tomar en cuenta que el resultado a obtener debe ser una iluminación eficaz, cómoda, práctica y económica. La cantidad de luminarias a utilizar está condicionada por el tipo de luminaria a utilizar y el ambiente de trabajo a iluminar. El número de luminarias a utilizar depende en forma directa del nivel de iluminación.

#### **7.5.4 Determinación del tipo de iluminación a utilizar para los diferentes tipos de ambientes en el área interior**

Las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas a utilizar para los diferentes tipos de ambientes en el área interior, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapten a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de instalación).

#### **Iluminación promedio diseñada en el área interior de la instalación eléctrica dentro del auditorio es de 300 Luxes**

En el diseño de iluminación para los distintos ambientes, entre los cuales tenemos oficinas, salones y pasillos se utilizarán lámparas fluorescentes, se eligió este tipo en base a los siguientes factores: ámbito de uso, altura de montaje, economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con sistema de orientación de luz, apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales, modelos con difusores), y modelos especiales a prueba de explosión.

En la nave del cuarto de máquinas se optó por utilizar lámparas de descarga a alta presión, debido a que éstas se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techo altos). A continuación se presenta la clasificación del tipo de lámpara a utilizar en base a la altura.

- Luminarias situadas a baja altura ( <6 m ): fluorescentes
- Luminarias situadas a gran altura ( >6 m ): lámparas de descarga a alta presión.

### **7.5.5 Cálculo por el método práctico**

Para realizar un diseño de iluminación por el método práctico, utilizamos el método de cálculo de los lumens. Lo más importante de este método es localizar el valor medio de la iluminación en un local iluminado con alumbrado general. Con la información del fabricante sobre la emisión luminosa inicial de cada lámpara, la cantidad instalada y el área de la zona considerada (en metros cuadrados) puede obtenerse el número de lúmenes por metro cuadrado o luxes. Los pasos a seguir para elaborar un proyecto de iluminación:

- 1) Analizar las necesidades de iluminación: este depende del tipo de actividad a realizar.
- 2) Establecer el nivel de iluminación (NI) más aconsejable: una vez establecida la actividad a realizar, hacemos uso de las tablas aplicables según normas internacionales y en base a estas determinamos el nivel de iluminación requerido.
- 3) Escoger el tipo de lámpara, ya sea incandescente, fluorescente u otras; la que sea más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- 4) Seleccionar el tipo de luminaria.
- 5) Definir altura de montaje ( hm ) a la que se podrán las luminarias según el sistema de iluminación escogido.
- 6) Determinar el factor de mantenimiento (FM) de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza local.

- 7) Coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.
- 8) Determinar el índice de local (K). Éste depende de la forma geométrica o de las dimensiones del local.
- 9) Determinar el coeficiente de utilización (CU). El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo y a los totales generados por la lámpara.
- 10) Cálculo del número de luminarias: el número de luminarias puede calcularse de la siguiente manera:

$$N = ( E \times S ) / ( \Phi \times l \times CU \times FM )$$

- N es el número de luminarias
  - E iluminación requerida
  - S es la superficie del plano de trabajo
  - $\Phi$  es el flujo luminoso de una lámpara
  - l número de lámparas por luminaria
  - CU es el factor de utilización
  - FM es el factor de mantenimiento
- 11) Determinación del acomodo de las luminarias: la colocación de las luminarias depende de la arquitectura general, de las dimensiones del edificio y del tipo de luminaria.

### 7.5.6 Cálculo por software (iluminación punto a punto)

Esta forma de cálculo nos permite conocer valores de iluminación en puntos concretos. También necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas sobre planta local y la altura de estas sobre el plano de trabajo.

Mientras más puntos se calculen, más información tendremos sobre la distribución de la luz. Para realizar los cálculos de niveles de iluminación por medio del método punto por punto, se utiliza un programa por computadora, por ejemplo el distribuido por **Lithonia Lighting Group**, llamado VISUAL 2.0 el cual posee un sistema de cálculo profesional, que tiene las características fotométricas de las lámparas a utilizar. Para realizar un diseño de iluminación utilizando el sistema de cálculo profesional:

- a) En base al tipo de ambiente o qué actividades se van a realizar en el área de diseño.
- b) Especificar el tipo de lámpara o los tipos de lámparas a utilizar.
- c) Hacer un levantado tridimensional del área para el cual se hará el diseño, con las dimensiones del edificio.
- d) Especificar en el programa reflectancias de techo, pared y suelo, plano de trabajo, altura de montaje de las lámparas.
- e) Determinar al programa la distancia en filas y columnas entre punto y punto y enmarcar el área.
- f) Colocar las lámparas y ordenar al programa que realice el cálculo.

g) El resultado final del diseño es un plano que contiene las distancias prefijadas entre filas y columnas, que nos indica puntos con su nivel de iluminación o la distribución de luz de una forma más específica y exacta.

#### **7.5.7 Cálculo de la cantidad de luminarias a instalar en el área exterior**

En el cálculo de la cantidad luminarias a instalar en el área exterior, para realizar los cálculos de niveles de iluminación se utilizo el método punto por punto, y el programa por computadora llamado VISUAL 2.0, utilizando el sistema de cálculo profesional.

#### **7.5.8 Determinación del tipo de iluminación a utilizar en el área exterior**

El tipo de iluminación específica para parqueo, de acuerdo con el área exterior del edificio, se diseñó en base a la intensidad, la cual se prefirió la lámpara tipo Metal Halide de 1000 y 400 watts, colocados a 12 metros de altura.

### **7.6 Sistemas de protección contra sobrecargas**

#### **7.6.1 Sistema de Tierras**

El diseño de la red de tierras, en la cual se tomo varillas introducidas verticalmente con una longitud mínima de 2.5 metros y una resistencia de  $75 \Omega \cdot \text{metro}$  debido a que le tipo de terreno es arenoso barroso. Las varillas se colocaron en forma cuadrangular cuadriculada de 8 varillas, cubriendo un área total de  $96 \text{ M}^2$ .

La resistencia de los electrodos artificiales debe ser menor a  $10 \Omega$  cuando se trata de instalaciones con capacidad menor a 250 Kva. El valor total obtenido analizando las 8 varillas es de  $3.8\Omega$ .

Todas conectadas por medio de un cable de cobre desnudo calibre 1, donde cada varilla se unió por medio de abrazadera y cable desnudo a 0.8 metros de profundidad, luego se comprobó por medición de tierra Megger que la resistencia obtenida fue de  $4.75\Omega$ .

### **7.6.2 Pararrayos**

Un sistema de protección contra descargas, llamado de pararrayos, consiste en tres componentes básicos. El componente principal es el terminal aéreo o protector que intercepta la descarga. Siguiendo, un sistema de cables conductores que transfiere la energía de la descarga mediante trayectorias de baja impedancia. Y finalmente, esta energía es disipada en un sistema de terminales (electrodos) en tierra.

El sistema diseñado para nuestra instalación eléctrica, es el que consiste en utilizar el sistema de protecciones PDC con modelo 4.3., el cual proporciona un radio de protección de 54 metros. Se diseñó en base a un nivel isocearúnico de 60 rayos por año, en base a un área efectiva de  $15614 \text{ m}^2$  y una altura de estructura de 23.5 metros; con valores de 0.5 para la localización relativa de la estructura, 1 para el coeficiente estructural, 1 para el contenido de la estructura, 1 para la ocupación de la misma y 5 en la consecuencia de incidencia del rayo. Con un promedio anual de rayo mayor a la frecuencia aceptable de un rayo, con lo cual se obtuvo una eficiencia de rendimiento de 0.976, lo cual mostró un nivel de protección de Nivel I para corrientes pico de 2.8 su valor nominal.

## **7.7 Costo de implementación**

En el presente capítulo se presenta la memoria de cálculo para determinar los costos totales para la ejecución del proyecto de instalación eléctrica en un auditorio para 6,000 personas. Para la construcción de las instalaciones eléctricas de los nuevos edificios se utilizaron diferentes tipos de materiales y equipo, los que listan a continuación:

- Tableros
- Materiales para acometida y sus circuitos por tablero
- Red de tierras
- Pararrayos
- Instalaciones especiales
- Iluminación
- Fuerza
- Lámparas
- Transformador, planta eléctrica y transferencia etc.

Se cuantificó los costos de todo el material y equipo, para así determinar el costo total del proyecto del sistema eléctrico.

Tabla III. Costo del proyecto de instalación eléctrica en auditorio

| Nombre o código | ID          | Descripción   | cantidad | unidad | Precio unitario | Precio total      |
|-----------------|-------------|---|----------|--------|-----------------|-------------------|
| <b>7.7.1</b>    |             | <b>TABLEROS</b>   |          |        |                 |                   |
| 7.7.1.1.1       |             | SOTANO  |          |        |                 |                   |
| 7.7.1.1.1.1     | <b>TS1</b>  | Tablero de 30 polos, 2F, 4H, 240/110V, 60Hz, con barra de 200 A | 1        | u      | Q 2,972.29      | Q 2,972.29        |
| 7.7.1.1.1.2     |             | Ramal 2 X 15 A  | 2        | u      | Q 71.16         | Q 142.32          |
| 7.7.1.1.1.3     |             | Ramal 1 X 20 A  | 7        | u      | Q 27.48         | Q 192.35          |
| 7.7.1.1.1.4     |             | Ramal 1 X 30 A  | 3        | u      | Q 27.48         | Q 82.44           |
| 7.7.1.1.1.5     |             | Ramal 2 X 30 A  | 2        | u      | Q 71.26         | Q 142.52          |
| 7.7.1.1.1.6     |             | Ramal 2 X 50 A  | 1        | u      | Q 478.17        | Q 478.17          |
| 7.7.1.1.1.7     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 4,010.08</b> |
| 7.7.1.1.2       | <b>TS2</b>  | Tablero de 18 polos, 3F, 2H, 120/208V, 60Hz, con barra de 100 A | 1        | u      | Q 554.98        | Q 554.98          |
| 7.7.1.1.2.1     |             | Ramal 1 X 10 A  | 1        | u      | Q 27.49         | Q 27.49           |
| 7.7.1.1.2.2     |             | Ramal 1 X 15 A  | 4        | u      | Q 27.48         | Q 109.91          |
| 7.7.1.1.2.3     |             | Ramal 1 X 20 A  | 3        | u      | Q 27.48         | Q 82.44           |
| 7.7.1.1.2.4     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 774.82</b>   |
| 7.7.1.1.3       | <b>TS3</b>  | Tablero de 20 polos, 2F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 100 A | 1        | u      | Q 554.98        | Q 554.98          |
| 7.7.1.1.3.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 4        | u      | Q 27.49         | Q 109.95          |
| 7.7.1.1.3.2     |             | Ramal 1 X 20 A  | 3        | u      | Q 27.48         | Q 82.44           |
| 7.7.1.1.3.3     |             | Ramal 1 X 30 A  | 2        | u      | Q 27.48         | Q 54.96           |
| 7.7.1.1.3.4     |             | Ramal 2 X 50 A  | 1        | u      | Q 85.43         | Q 85.43           |
| 7.7.1.1.3.5     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 887.75</b>   |
| 7.7.1.2         |             | PRIMER NIVEL  |          |        |                 |                   |
| 7.7.1.2.1       | <b>T1N1</b> | Tablero de 24 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 200 A | 1        | u      | Q 2,972.29      | Q 2,972.29        |
| 7.7.1.2.1.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 3        | u      | Q 27.49         | Q 82.46           |
| 7.7.1.2.1.2     |             | Ramal 1 X 20 A  | 3        | u      | Q 27.48         | Q 82.44           |
| 7.7.1.2.1.3     |             | Ramal 2 X 20 A  | 1        | u      | Q 71.26         | Q 71.26           |
| 7.7.1.2.1.4     |             | Ramal 1 X 30 A  | 1        | u      | Q 27.48         | Q 27.48           |
| 7.7.1.2.1.5     |             | Ramal 2 X 30 A  | 2        | u      | Q 71.26         | Q 142.52          |
| 7.7.1.2.1.6     |             | Ramal 1 X 40 A  | 3        | u      | Q 71.26         | Q 213.78          |
| 7.7.1.2.1.7     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 3,592.23</b> |
| 7.7.1.2.2       | <b>T1N2</b> | Tablero de 18 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 200 A | 1        | u      | Q 2,972.29      | Q 2,972.29        |
| 7.7.1.2.2.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 3        | u      | Q 27.49         | Q 82.46           |
| 7.7.1.2.2.2     |             | Ramal 1 X 20 A  | 4        | u      | Q 27.49         | Q 109.95          |
| 7.7.1.2.2.3     |             | Ramal 1 X 30 A  | 3        | u      | Q 27.49         | Q 82.46           |
| 7.7.1.2.2.4     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 3,247.17</b> |
| 7.7.1.3         |             | SEGUNDO NIVEL   |          |        |                 |                   |
| 7.7.1.3.1       | <b>T2N1</b> | Tablero de 8 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 50 A   | 1        | u      | Q 173.17        | Q 173.17          |
| 7.7.1.3.1.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 1        | u      | Q 27.49         | Q 27.49           |
| 7.7.1.3.1.2     |             | Ramal 1 X 20 A  | 4        | u      | Q 27.49         | Q 109.95          |
| 7.7.1.3.1.3     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 310.61</b>   |
| 7.7.1.3.2       | <b>T2N2</b> | Tablero de 18 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 100 A | 1        | u      | Q 554.98        | Q 554.98          |
| 7.7.1.3.2.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 4        | u      | Q 27.49         | Q 109.95          |
| 7.7.1.3.2.2     |             | Ramal 1 X 30 A  | 3        | u      | Q 27.48         | Q 82.44           |
| 7.7.1.3.2.3     |             | Ramal 1 X 40 A  | 1        | u      | Q 71.26         | Q 71.26           |
| 7.7.1.3.2.4     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 818.62</b>   |
| 7.7.1.3.3       | <b>TPC1</b> | Tablero de 18 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 200 A | 1        | u      | Q 2,972.29      | Q 2,972.29        |
| 7.7.1.3.3.1     |             | Ramal 1 X 15 A  | 3        | u      | Q 27.49         | Q 82.46           |
| 7.7.1.3.3.2     |             | Ramal 1 X 20 A  | 5        | u      | Q 27.48         | Q 137.39          |
| 7.7.1.3.3.3     |             | <b>subtotal</b>   |          |        |                 | <b>Q 3,192.15</b> |

|              |             |   |      |    |   |                 |          |                  |
|--------------|-------------|---|------|----|---|-----------------|----------|------------------|
| 7.7.1.3.4    | <b>TPC2</b> | Tablero de 18 polos, 3F, 4H, 120/240V, 60Hz, con barra de 100 A                       | 1    | u  | Q | 554.98          | Q        | 554.98           |
| 7.7.1.3.4.1  |             | Ramal 1 X 15 A  | 1    | u  | Q | 27.49           | Q        | 27.49            |
| 7.7.1.3.4.2  |             | Ramal 1 X 20 A  | 5    | u  | Q | 27.48           | Q        | 137.39           |
| 7.7.1.3.4.3  |             | Ramal 1 X 30 A  | 2    | u  | Q | 28.48           | Q        | 56.96            |
| 7.7.1.3.4.4  |             | Ramal 1 X 40 A  | 1    | u  | Q | 71.26           | Q        | 71.26            |
| 7.7.1.3.4.5  |             | <b>subtotal</b>   |      |    |   |                 | <b>Q</b> | <b>848.08</b>    |
| 7.7.1.3.5    | <b>TPC3</b> | Tablero de 30 polos, 3F, 4H, 120V, 60Hz, con barra de 100 A                           | 1    | u  | Q | 554.98          | Q        | 554.98           |
| 7.7.1.3.5.1  |             | Ramal 1 X 15 A  | 18   | u  | Q | 27.49           | Q        | 494.78           |
| 7.7.1.3.5.2  |             | <b>subtotal</b>   |      |    |   |                 | <b>Q</b> | <b>1,049.75</b>  |
| 7.7.1.3.6    | <b>TD</b>   | Tablero Principal de Distribución. De 30 polos 3F, 4H, 240V, 60 Hz, con barra de 500A | 1    | u  | Q | 24,471.96       | Q        | 24,471.96        |
| 7.7.1.3.6.1  |             | Ramal 2 X 50 A  | 2    | u  | Q | 478.17          | Q        | 956.34           |
| 7.7.1.3.6.2  |             | Ramal 2 X 100 A   | 6    | u  | Q | 706.16          | Q        | 4,236.96         |
| 7.7.1.3.6.3  |             | Ramal 2 X 200 A   | 2    | u  | Q | 1,123.58        | Q        | 2,247.16         |
| 7.7.1.3.6.4  |             | *Con los ramales ya especificados, con barras de neutro y tierra física               |      |    |   | <b>subtotal</b> |          | <b>31,912.42</b> |
| 7.7.2        |             | <b>MATERIALES PARA ACOMETIDA Y SUS CIRCUITOS POR TABLERO</b>                          |      |    |   |                 |          |                  |
| 7.7.2.1      |             | <b>Sótano 1</b>   |      |    |   |                 |          |                  |
| 7.7.2.1.1    | <b>TS1</b>  | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b>  |      |    |   |                 |          |                  |
| 7.7.2.1.1.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"   | 25   | u  | Q | 174.86          | Q        | 4,371.50         |
| 7.7.2.1.1.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"   | 25   | u  | Q | 50.02           | Q        | 1,250.50         |
| 7.7.2.1.1.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"  | 48   | u  | Q | 21.96           | Q        | 1,054.08         |
| 7.7.2.1.1.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"  | 24   | u  | Q | 120.87          | Q        | 2,900.88         |
| 7.7.2.1.1.5  |             | TUBOS PVC 2 1/2"  | 100  | u  | Q | 11.73           | Q        | 1,173.00         |
| 7.7.2.1.1.6  |             | COPLA PVC 2 1/2"  | 100  | u  | Q | 1.27            | Q        | 127.00           |
| 7.7.2.1.1.7  |             | CONECTOR PVC 2 1/2"   | 100  | u  | Q | 1.50            | Q        | 150.00           |
| 7.7.2.1.1.8  |             | VUELTA PVC 2 1/2"   | 24   | u  | Q | 4.07            | Q        | 97.68            |
| 7.7.2.1.1.9  |             | CAJA 4X4"   | 22   | u  | Q | 174.71          | Q        | 3,843.62         |
| 7.7.2.1.1.10 |             | SIERRAS   | 1    | u  | Q | 8.50            | Q        | 8.50             |
| 7.7.2.1.1.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.   | 2    | lb | Q | 4.00            | Q        | 8.00             |
| 7.7.2.1.1.12 |             | CABLE THHN # 8  | 511  | m  | Q | 3.33            | Q        | 1,701.63         |
| 7.7.2.1.1.13 |             | CABLE THHN # 10   | 877  | m  | Q | 1.99            | Q        | 1,745.23         |
| 7.7.2.1.1.14 |             | CABLE THHN # 12   | 1385 | m  | Q | 1.24            | Q        | 1,717.40         |
| 7.7.2.1.1.15 |             | CABLE THHN # 16   | 42   | m  | Q | 1.24            | Q        | 52.08            |
| 7.7.2.1.1.16 |             | CINTA SCOTCH 33   | 2    | u  | Q | 21.84           | Q        | 43.68            |
| 7.7.2.1.1.17 |             | ABRAZADERA 2 1/2"   | 125  | u  | Q | 1.01            | Q        | 126.25           |
| 7.7.2.1.1.18 |             | CLAVOS  | 20   | u  | Q | 1.54            | Q        | 30.80            |
| 7.7.2.1.1.19 |             | FULMINANTE  | 20   | u  | Q | 0.70            | Q        | 14.00            |
| 7.7.2.1.1.20 |             | <b>subtotal</b>   |      |    |   |                 | <b>Q</b> | <b>20,415.83</b> |
| 7.7.2.1.2    | <b>TS2</b>  | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b>  |      |    |   |                 |          |                  |
| 7.7.2.1.2.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"   | 8    | u  | Q | 174.86          | Q        | 1,398.88         |
| 7.7.2.1.2.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"   | 8    | u  | Q | 50.02           | Q        | 400.16           |
| 7.7.2.1.2.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"  | 8    | u  | Q | 21.96           | Q        | 175.68           |
| 7.7.2.1.2.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"  | 8    | u  | Q | 120.87          | Q        | 966.96           |
| 7.7.2.1.2.5  |             | TUBOS PVC 2 1/2"  | 26   | u  | Q | 11.73           | Q        | 304.98           |
| 7.7.2.1.2.6  |             | COPLA PVC 2 1/2"  | 26   | u  | Q | 1.27            | Q        | 33.02            |
| 7.7.2.1.2.7  |             | CONECTOR PVC 2 1/2"   | 26   | u  | Q | 1.50            | Q        | 39.00            |
| 7.7.2.1.2.8  |             | VUELTA PVC 2 1/2"   | 20   | u  | Q | 4.07            | Q        | 81.40            |
| 7.7.2.1.2.9  |             | CAJA 6X6"   | 8    | u  | Q | 174.71          | Q        | 1,397.68         |
| 7.7.2.1.2.10 |             | SIERRAS   | 1    | u  | Q | 8.50            | Q        | 8.50             |
| 7.7.2.1.2.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.   | 4    | lb | Q | 4.00            | Q        | 16.00            |
| 7.7.2.1.2.12 |             | CABLE THHN # 12   | 394  | m  | Q | 1.99            | Q        | 784.06           |
| 7.7.2.1.2.13 |             | CABLE THHN # 14   | 383  | m  | Q | 1.27            | Q        | 486.41           |
| 7.7.2.1.2.14 |             | CINTA SCOTCH 33   | 2    | u  | Q | 21.84           | Q        | 43.68            |
| 7.7.2.1.2.15 |             | ABRAZADERA 1"   | 20   | u  | Q | 1.01            | Q        | 20.20            |
| 7.7.2.1.2.16 |             | CLAVOS  | 24   | u  | Q | 1.54            | Q        | 36.96            |
| 7.7.2.1.2.17 |             | FULMINANTE  | 24   | u  | Q | 0.70            | Q        | 16.80            |
| 7.7.2.1.2.18 |             | <b>subtotal</b>   |      |    |   |                 | <b>Q</b> | <b>6,210.37</b>  |

|              |             |                                |     |    |   |        |                    |
|--------------|-------------|--------------------------------|-----|----|---|--------|--------------------|
| 7.7.2.1.3    | <b>TS3</b>  | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |                    |
| 7.7.2.1.3.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 13  | u  | Q | 174.86 | Q 2,273.18         |
| 7.7.2.1.3.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 13  | u  | Q | 50.02  | Q 650.26           |
| 7.7.2.1.3.3  |             | TUERCAS GALV. 2 1/2"           | 20  | u  | Q | 21.96  | Q 439.20           |
| 7.7.2.1.3.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 3   | u  | Q | 120.87 | Q 362.61           |
| 7.7.2.1.3.5  |             | TUBOS PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 11.73  | Q 703.80           |
| 7.7.2.1.3.6  |             | COPLA PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 1.27   | Q 76.20            |
| 7.7.2.1.3.7  |             | CONECTOR PVC 2 1/2"            | 60  | u  | Q | 1.50   | Q 90.00            |
| 7.7.2.1.3.8  |             | VUELTA PVC 2 1/2"              | 30  | u  | Q | 4.07   | Q 122.10           |
| 7.7.2.1.3.9  |             | CAJA 6X6"                      | 13  | u  | Q | 174.71 | Q 2,271.23         |
| 7.7.2.1.3.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.1.3.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 4   | lb | Q | 4.00   | Q 16.00            |
| 7.7.2.1.3.12 |             | CABLE THHN # 8                 | 373 | m  | Q | 3.33   | Q 1,242.09         |
| 7.7.2.1.3.13 |             | CABLE THHN # 10                | 307 | m  | Q | 1.99   | Q 610.93           |
| 7.7.2.1.3.14 |             | CABLE THHN # 12                | 345 | m  | Q | 1.27   | Q 438.15           |
| 7.7.2.1.3.15 |             | CABLE THHN # 14                | 496 | m  | Q | 1.27   | Q 629.92           |
| 7.7.2.1.3.16 |             | CINTA SCOTCH 33                | 2   | u  | Q | 21.84  | Q 43.68            |
| 7.7.2.1.3.17 |             | ABRAZADERA 1"                  | 20  | u  | Q | 1.01   | Q 20.20            |
| 7.7.2.1.3.18 |             | CLAVOS                         | 24  | u  | Q | 1.54   | Q 36.96            |
| 7.7.2.1.3.19 |             | FULMINANTE                     | 24  | u  | Q | 0.70   | Q 16.80            |
| 7.7.2.1.3.20 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q 10,051.81</b> |
| 7.7.2.2      |             | <b>Nivel 1</b>                 |     |    |   |        |                    |
| 7.7.2.2.1    | <b>T1N1</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |                    |
| 7.7.2.2.1.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 7   | u  | Q | 174.86 | Q 1,224.02         |
| 7.7.2.2.1.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 7   | u  | Q | 50.02  | Q 350.14           |
| 7.7.2.2.1.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 14  | u  | Q | 21.96  | Q 307.44           |
| 7.7.2.2.1.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 4   | u  | Q | 120.87 | Q 483.48           |
| 7.7.2.2.1.5  |             | TUBOS PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 11.73  | Q 703.80           |
| 7.7.2.2.1.6  |             | COPLA PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 1.27   | Q 76.20            |
| 7.7.2.2.1.7  |             | CONECTOR PVC 2 1/2"            | 60  | u  | Q | 1.50   | Q 90.00            |
| 7.7.2.2.1.8  |             | VUELTA PVC 2 1/2"              | 60  | u  | Q | 4.07   | Q 244.20           |
| 7.7.2.2.1.9  |             | CAJA 4X4"                      | 40  | u  | Q | 50.00  | Q 2,000.00         |
| 7.7.2.2.1.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.2.1.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2   | lb | Q | 4.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.2.1.12 |             | CABLE THHN # 10                | 956 | m  | Q | 3.33   | Q 3,183.48         |
| 7.7.2.2.1.13 |             | CABLE THHN # 12                | 593 | m  | Q | 1.99   | Q 1,180.07         |
| 7.7.2.2.1.14 |             | CABLE THHN # 14                | 298 | m  | Q | 1.24   | Q 369.52           |
| 7.7.2.2.1.15 |             | CINTA SCOTCH 33                | 2   | u  | Q | 21.84  | Q 43.68            |
| 7.7.2.2.1.16 |             | ABRAZADERA 2 1/2"              | 100 | u  | Q | 1.01   | Q 101.00           |
| 7.7.2.2.1.17 |             | CLAVOS                         | 27  | u  | Q | 1.54   | Q 41.58            |
| 7.7.2.2.1.18 |             | FULMINANTE                     | 27  | u  | Q | 0.70   | Q 18.90            |
| 7.7.2.2.1.19 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q 10,434.01</b> |
| 7.7.2.2.2    | <b>T1N2</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |                    |
| 7.7.2.2.2.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 1   | u  | Q | 174.86 | Q 174.86           |
| 7.7.2.2.2.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 1   | u  | Q | 50.02  | Q 50.02            |
| 7.7.2.2.2.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 1   | u  | Q | 21.96  | Q 21.96            |
| 7.7.2.2.2.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 1   | u  | Q | 120.87 | Q 120.87           |
| 7.7.2.2.2.5  |             | TUBOS PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 11.73  | Q 703.80           |
| 7.7.2.2.2.6  |             | COPLA PVC 2 1/2"               | 60  | u  | Q | 1.27   | Q 76.20            |
| 7.7.2.2.2.7  |             | CONECTOR PVC 2 1/2"            | 60  | u  | Q | 1.50   | Q 90.00            |
| 7.7.2.2.2.8  |             | VUELTA PVC 2 1/2"              | 60  | u  | Q | 4.07   | Q 244.20           |
| 7.7.2.2.2.9  |             | CAJA 4X4"                      | 28  | u  | Q | 50.00  | Q 1,400.00         |
| 7.7.2.2.2.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.2.2.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2   | lb | Q | 4.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.2.2.12 |             | CABLE THHN # 10                | 178 | m  | Q | 3.33   | Q 592.74           |
| 7.7.2.2.2.13 |             | CABLE THHN # 12                | 691 | m  | Q | 1.99   | Q 1,375.09         |
| 7.7.2.2.2.14 |             | CABLE THHN # 14                | 669 | m  | Q | 1.24   | Q 829.56           |
| 7.7.2.2.2.15 |             | CINTA SCOTCH 33                | 2   | u  | Q | 21.84  | Q 43.68            |
| 7.7.2.2.2.16 |             | ABRAZADERA 2 1/2"              | 100 | u  | Q | 1.01   | Q 101.00           |
| 7.7.2.2.2.17 |             | CLAVOS                         | 20  | u  | Q | 1.54   | Q 30.80            |
| 7.7.2.2.2.18 |             | FULMINANTE                     | 20  | u  | Q | 0.70   | Q 14.00            |
| 7.7.2.2.2.19 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q 5,885.28</b>  |

|              |             |                                |     |    |   |        |          |                  |
|--------------|-------------|--------------------------------|-----|----|---|--------|----------|------------------|
| 7.7.2.3      |             | <b>Nivel 2</b>                 |     |    |   |        |          |                  |
| 7.7.2.3.1    | <b>T2N1</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |          |                  |
| 7.7.2.3.1.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 10  | u  | Q | 174.86 | Q        | 1,748.60         |
| 7.7.2.3.1.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 10  | u  | Q | 50.02  | Q        | 500.20           |
| 7.7.2.3.1.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 5   | u  | Q | 21.96  | Q        | 109.80           |
| 7.7.2.3.1.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 1   | u  | Q | 120.87 | Q        | 120.87           |
| 7.7.2.3.1.5  |             | TUBOS PVC 1"                   | 25  | u  | Q | 11.73  | Q        | 293.25           |
| 7.7.2.3.1.6  |             | COPLA PVC 1"                   | 25  | u  | Q | 1.27   | Q        | 31.75            |
| 7.7.2.3.1.7  |             | CONECTOR PVC 1"                | 25  | u  | Q | 1.50   | Q        | 37.50            |
| 7.7.2.3.1.8  |             | VUELTA PVC 1"                  | 3   | u  | Q | 4.07   | Q        | 12.21            |
| 7.7.2.3.1.9  |             | CAJA 4X4"                      | 10  | u  | Q | 50.00  | Q        | 500.00           |
| 7.7.2.3.1.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q        | 8.50             |
| 7.7.2.3.1.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2   | lb | Q | 4.00   | Q        | 8.00             |
| 7.7.2.3.1.12 |             | CABLE THHN # 12                | 488 | m  | Q | 1.99   | Q        | 971.12           |
| 7.7.2.3.1.13 |             | CABLE THHN # 14                | 97  | m  | Q | 1.24   | Q        | 120.28           |
| 7.7.2.3.1.14 |             | CINTA SCOTCH 33                | 1   | u  | Q | 21.84  | Q        | 21.84            |
| 7.7.2.3.1.15 |             | ABRAZADERA 2 1/2"              | 5   | u  | Q | 1.01   | Q        | 5.05             |
| 7.7.2.3.1.16 |             | CLAVOS                         | 20  | u  | Q | 1.54   | Q        | 30.80            |
| 7.7.2.3.1.17 |             | FULMINANTE                     | 20  | u  | Q | 0.70   | Q        | 14.00            |
| 7.7.2.3.1.18 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q</b> | <b>4,533.77</b>  |
| 7.7.2.3.2    | <b>T2N2</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |          |                  |
| 7.7.2.3.2.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 5   | u  | Q | 174.86 | Q        | 874.30           |
| 7.7.2.3.2.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 5   | u  | Q | 50.02  | Q        | 250.10           |
| 7.7.2.3.2.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 5   | u  | Q | 21.96  | Q        | 109.80           |
| 7.7.2.3.2.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 6   | u  | Q | 120.87 | Q        | 725.22           |
| 7.7.2.3.2.5  |             | TUBOS PVC 1"                   | 116 | u  | Q | 11.73  | Q        | 1,360.68         |
| 7.7.2.3.2.6  |             | COPLA PVC 1"                   | 116 | u  | Q | 1.27   | Q        | 147.32           |
| 7.7.2.3.2.7  |             | CONECTOR PVC 1"                | 116 | u  | Q | 1.50   | Q        | 174.00           |
| 7.7.2.3.2.8  |             | VUELTA PVC 1"                  | 27  | u  | Q | 4.07   | Q        | 109.89           |
| 7.7.2.3.2.9  |             | CAJA 4X4"                      | 11  | u  | Q | 50.00  | Q        | 550.00           |
| 7.7.2.3.2.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q        | 8.50             |
| 7.7.2.3.2.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 1   | lb | Q | 4.00   | Q        | 4.00             |
| 7.7.2.3.2.12 |             | CABLE THHN # 8                 | 491 | m  | Q | 3.33   | Q        | 1,635.03         |
| 7.7.2.3.2.13 |             | CABLE THHN # 10                | 489 | m  | Q | 1.99   | Q        | 973.11           |
| 7.7.2.3.2.14 |             | CABLE THHN # 12                | 97  | m  | Q | 1.24   | Q        | 120.28           |
| 7.7.2.3.2.15 |             | CINTA SCOTCH 33                | 1   | u  | Q | 21.84  | Q        | 21.84            |
| 7.7.2.3.2.16 |             | ABRAZADERA 2 1/2"              | 5   | u  | Q | 1.01   | Q        | 5.05             |
| 7.7.2.3.2.17 |             | CLAVOS                         | 20  | u  | Q | 1.54   | Q        | 30.80            |
| 7.7.2.3.2.18 |             | FULMINANTE                     | 20  | u  | Q | 0.70   | Q        | 14.00            |
| 7.7.2.3.2.19 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q</b> | <b>7,113.92</b>  |
| 7.7.2.3.3    | <b>TPC1</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |     |    |   |        |          |                  |
| 7.7.2.3.3.1  |             | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 40  | u  | Q | 174.86 | Q        | 6,994.40         |
| 7.7.2.3.3.2  |             | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 30  | u  | Q | 50.02  | Q        | 1,500.60         |
| 7.7.2.3.3.3  |             | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 40  | u  | Q | 21.96  | Q        | 878.40           |
| 7.7.2.3.3.4  |             | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 1   | u  | Q | 120.87 | Q        | 120.87           |
| 7.7.2.3.3.5  |             | TUBOS PVC 1"                   | 100 | u  | Q | 11.73  | Q        | 1,173.00         |
| 7.7.2.3.3.6  |             | COPLA PVC 1"                   | 100 | u  | Q | 1.27   | Q        | 127.00           |
| 7.7.2.3.3.7  |             | CONECTOR PVC 1"                | 100 | u  | Q | 1.50   | Q        | 150.00           |
| 7.7.2.3.3.8  |             | VUELTA PVC 1"                  | 10  | u  | Q | 4.07   | Q        | 40.70            |
| 7.7.2.3.3.9  |             | CAJA 4X4"                      | 32  | u  | Q | 50.00  | Q        | 1,600.00         |
| 7.7.2.3.3.10 |             | SIERRAS                        | 1   | u  | Q | 8.50   | Q        | 8.50             |
| 7.7.2.3.3.11 |             | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2   | lb | Q | 4.00   | Q        | 8.00             |
| 7.7.2.3.3.12 |             | CABLE THHN # 12                | 864 | m  | Q | 1.99   | Q        | 1,719.36         |
| 7.7.2.3.3.13 |             | CABLE THHN # 14                | 608 | m  | Q | 1.24   | Q        | 753.92           |
| 7.7.2.3.3.14 |             | CINTA SCOTCH 33                | 1   | u  | Q | 21.84  | Q        | 21.84            |
| 7.7.2.3.3.15 |             | ABRAZADERA 2 1/2"              | 5   | u  | Q | 1.01   | Q        | 5.05             |
| 7.7.2.3.3.16 |             | CLAVOS                         | 20  | u  | Q | 1.54   | Q        | 30.80            |
| 7.7.2.3.3.17 |             | FULMINANTE                     | 20  | u  | Q | 0.70   | Q        | 14.00            |
| 7.7.2.3.3.18 |             | <b>subtotal</b>                |     |    |   |        | <b>Q</b> | <b>15,146.44</b> |
|              |             |                                |     |    |   |        |          |                  |
|              |             |                                |     |    |   |        |          |                  |
|              |             |                                |     |    |   |        |          |                  |

|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|------|----|---|--------|--------------------|
| 7.7.2.3.4    | <b>TPC2</b>              | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |   |        |                    |
| 7.7.2.3.4.1  |                          | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 10   | u  | Q | 174.86 | Q 1,748.60         |
| 7.7.2.3.4.2  |                          | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 10   | u  | Q | 50.02  | Q 500.20           |
| 7.7.2.3.4.3  |                          | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 5    | u  | Q | 21.96  | Q 109.80           |
| 7.7.2.3.4.4  |                          | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 1    | u  | Q | 120.87 | Q 120.87           |
| 7.7.2.3.4.5  |                          | TUBOS PVC 1"                   | 100  | u  | Q | 11.73  | Q 1,173.00         |
| 7.7.2.3.4.6  |                          | COPLA PVC 1"                   | 100  | u  | Q | 1.27   | Q 127.00           |
| 7.7.2.3.4.7  |                          | CONECTOR PVC 1"                | 100  | u  | Q | 1.50   | Q 150.00           |
| 7.7.2.3.4.8  |                          | VUELTA PVC 1"                  | 3    | u  | Q | 4.07   | Q 12.21            |
| 7.7.2.3.4.9  |                          | CAJA 4X4"                      | 10   | u  | Q | 50.00  | Q 500.00           |
| 7.7.2.3.4.10 |                          | SIERRAS                        | 1    | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.3.4.11 |                          | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2    | lb | Q | 4.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.3.4.12 |                          | CABLE THHN # 8                 | 97   | m  | Q | 3.33   | Q 323.01           |
| 7.7.2.3.4.13 |                          | CABLE THHN # 10                | 153  | m  | Q | 1.99   | Q 304.47           |
| 7.7.2.3.4.14 |                          | CABLE THHN # 12                | 574  | m  | Q | 1.24   | Q 711.76           |
| 7.7.2.3.4.15 |                          | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q | 21.84  | Q 21.84            |
| 7.7.2.3.4.16 |                          | ABRAZADERA 2 1/2"              | 5    | u  | Q | 1.01   | Q 5.05             |
| 7.7.2.3.4.17 |                          | CLAVOS                         | 20   | u  | Q | 1.54   | Q 30.80            |
| 7.7.2.3.4.18 |                          | FULMINANTE                     | 20   | u  | Q | 0.70   | Q 14.00            |
| 7.7.2.3.4.19 |                          | <b>subtotal</b>                |      |    |   |        | <b>Q 5,869.11</b>  |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
| 7.7.2.3.5    | <b>TPC3</b>              | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |   |        |                    |
| 7.7.2.3.5.1  |                          | TUVO CONDUIT GALV. 2 1/2"      | 1    | u  | Q | 174.86 | Q 174.86           |
| 7.7.2.3.5.2  |                          | COPLAS GALV. 2 1/2"            | 1    | u  | Q | 50.02  | Q 50.02            |
| 7.7.2.3.5.3  |                          | NIPLE BUSHING 2 1/2"           | 2    | u  | Q | 21.96  | Q 43.92            |
| 7.7.2.3.5.4  |                          | VUELTAS GALV. 2 1/2"           | 1    | u  | Q | 120.87 | Q 120.87           |
| 7.7.2.3.5.5  |                          | TUBOS PVC 1"                   | 110  | u  | Q | 11.73  | Q 1,290.30         |
| 7.7.2.3.5.6  |                          | COPLA PVC 1"                   | 110  | u  | Q | 1.27   | Q 139.70           |
| 7.7.2.3.5.7  |                          | CONECTOR PVC 1"                | 110  | u  | Q | 1.50   | Q 165.00           |
| 7.7.2.3.5.8  |                          | VUELTA PVC 1"                  | 9    | u  | Q | 4.07   | Q 36.63            |
| 7.7.2.3.5.9  |                          | CAJA 4X4"                      | 10   | u  | Q | 50.00  | Q 500.00           |
| 7.7.2.3.5.10 |                          | SIERRAS                        | 1    | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.3.5.11 |                          | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2    | lb | Q | 4.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.3.5.12 |                          | CABLE THHN # 14                | 1714 | m  | Q | 1.24   | Q 2,125.36         |
| 7.7.2.3.5.13 |                          | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q | 21.84  | Q 21.84            |
| 7.7.2.3.5.14 |                          | ABRAZADERA 2 1/2"              | 2    | u  | Q | 1.01   | Q 2.02             |
| 7.7.2.3.5.15 |                          | FULMINANTE                     | 20   | u  | Q | 0.70   | Q 14.00            |
| 7.7.2.3.5.16 |                          | <b>subtotal</b>                |      |    |   |        | <b>Q 4,701.02</b>  |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
| 7.7.2.4      |                          | <b>Nivel 1</b>                 |      |    |   |        |                    |
|              | <b>Tablero Principal</b> | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |   |        |                    |
| 7.7.2.4.1    |                          | TUVO CONDUIT GALV. 4"          | 12   | u  | Q | 303.25 | Q 3,639.00         |
| 7.7.2.4.1.2  |                          | COPLAS CONDUIT GALV. 4"        | 12   | u  | Q | 90.34  | Q 1,084.08         |
| 7.7.2.4.1.3  |                          | NIPLE BUSHING 4"               | 12   | u  | Q | 46.99  | Q 563.88           |
| 7.7.2.4.1.4  |                          | VUELTAS CONDUIT GALV. 4"       | 3    | u  | Q | 333.54 | Q 1,000.62         |
| 7.7.2.4.1.5  |                          | CABLE THHN 500 MCM             | 500  | m  | Q | 99.21  | Q 49,605.00        |
| 7.7.2.4.1.7  |                          | CABLE THHN #4/0                | 100  | m  | Q | 43.10  | Q 4,310.00         |
| 7.7.2.4.1.8  |                          | SIERRAS                        | 1    | u  | Q | 8.50   | Q 8.50             |
| 7.7.2.4.1.9  |                          | ABRAZADERA HANGLER 4"          | 6    | u  | Q | 7.97   | Q 47.82            |
| 7.7.2.4.1.10 |                          | TARUGOS CON TORNILLO           | 6    | u  | Q | 1.13   | Q 6.78             |
| 7.7.2.4.1.11 |                          | BROCA DE CONCRETO 1/4"         | 1    | u  | Q | 8.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.4.1.12 |                          | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 2    | lb | Q | 4.00   | Q 8.00             |
| 7.7.2.4.1.13 |                          | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q | 21.84  | Q 21.84            |
| 7.7.2.4.1.14 |                          | <b>subtotal</b>                |      |    |   |        | <b>Q 60,303.52</b> |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |
|              |                          |                                |      |    |   |        |                    |

|              |               |                                |      |    |          |                    |  |
|--------------|---------------|--------------------------------|------|----|----------|--------------------|--|
| 7.7.2.4.2    | Distribución  | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |          |                    |  |
| 7.7.2.4.2.1  |               | TUVO CONDUIT GALV. 3"          | 100  | u  | Q 122.94 | Q 12,294.00        |  |
| 7.7.2.4.2.2  |               | COPLAS CONDUIT GALV. 3"        | 100  | u  | Q 17.68  | Q 1,768.00         |  |
| 7.7.2.4.2.3  |               | NIPLA BUSHING 3"               | 50   | u  | Q 11.86  | Q 593.00           |  |
| 7.7.2.4.2.4  |               | VUELTAS CONDUIT GALV. 3"       | 5    | u  | Q 63.40  | Q 317.00           |  |
| 7.7.2.4.2.5  |               | CABLE THHN # 1/0               | 100  | m  | Q 21.03  | Q 2,103.00         |  |
| 7.7.2.4.2.6  |               | CABLE THHN # 2/0               | 200  | m  | Q 27.01  | Q 5,402.00         |  |
| 7.7.2.4.2.7  |               | CABLE THHN # 4/0               | 200  | m  | Q 43.10  | Q 8,620.00         |  |
| 7.7.2.4.2.6  |               | CABLE THHN #6                  | 10   | m  | Q 5.27   | Q 52.70            |  |
| 7.7.2.4.2.7  |               | ABRAZADERA HANGLER 3"          | 4    | u  | Q 3.64   | Q 14.56            |  |
| 7.7.2.4.2.8  |               | TARUGOS CON TORNILLO           | 4    | u  | Q 1.13   | Q 4.52             |  |
| 7.7.2.4.2.9  |               | SIERRAS                        | 1    | u  | Q 8.50   | Q 8.50             |  |
| 7.7.2.4.2.10 |               | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 1    | lb | Q 4.00   | Q 4.00             |  |
| 7.7.2.4.2.11 |               | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q 21.84  | Q 21.84            |  |
| 7.7.2.4.2.12 |               | <b>subtotal</b>                |      |    |          | <b>Q 31,203.12</b> |  |
| 7.7.2.4.3    | Transferencia | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |          |                    |  |
| 7.7.2.4.3.1  |               | TUVO CONDUIT GALV. 2"          | 2    | u  | Q 122.94 | Q 245.88           |  |
| 7.7.2.4.3.2  |               | COPLAS CONDUIT GALV. 2"        | 2    | u  | Q 17.68  | Q 35.36            |  |
| 7.7.2.4.3.3  |               | NIPLA BUSHING 2"               | 1    | u  | Q 11.86  | Q 11.86            |  |
| 7.7.2.4.3.4  |               | VUELTAS CONDUIT GALV. 2"       | 2    | u  | Q 63.40  | Q 126.80           |  |
| 7.7.2.4.3.5  |               | CABLE THHN # 1/0               | 30   | m  | Q 21.03  | Q 630.90           |  |
| 7.7.2.4.3.6  |               | CABLE THHN #6                  | 10   | m  | Q 5.27   | Q 52.70            |  |
| 7.7.2.4.3.7  |               | ABRAZADERA HANGLER 2"          | 6    | u  | Q 3.64   | Q 21.84            |  |
| 7.7.2.4.3.8  |               | TARUGOS CON TORNILLO           | 6    | u  | Q 1.13   | Q 6.78             |  |
| 7.7.2.4.3.9  |               | SIERRAS                        | 1    | u  | Q 8.50   | Q 8.50             |  |
| 7.7.2.4.3.10 |               | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 1    | lb | Q 4.00   | Q 4.00             |  |
| 7.7.2.4.3.11 |               | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q 21.84  | Q 21.84            |  |
| 7.7.2.4.3.12 |               | BROCA DE CONCRETO 1/4"         | 1    | u  | Q 8.00   | Q 8.00             |  |
| 7.7.2.4.3.13 |               | <b>subtotal</b>                |      |    |          | <b>Q 1,174.46</b>  |  |
| 7.7.2.4.4    | Emergencia    | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |          |                    |  |
| 7.7.2.4.4.1  |               | TUVO CONDUIT GALV. 2"          | 3    | u  | Q 122.94 | Q 368.82           |  |
| 7.7.2.4.4.2  |               | COPLAS CONDUIT GALV. 2"        | 3    | u  | Q 17.68  | Q 53.04            |  |
| 7.7.2.4.4.3  |               | NIPLA BUSHING 2"               | 2    | u  | Q 11.86  | Q 23.72            |  |
| 7.7.2.4.4.4  |               | VUELTAS CONDUIT GALV. 2"       | 2    | u  | Q 63.40  | Q 126.80           |  |
| 7.7.2.4.4.5  |               | CABLE THHN # 1/0               | 35   | m  | Q 21.03  | Q 736.05           |  |
| 7.7.2.4.4.6  |               | CABLE THHN #6                  | 10   | m  | Q 5.27   | Q 52.70            |  |
| 7.7.2.4.4.7  |               | ABRAZADERA HANGLER 2"          | 6    | u  | Q 3.64   | Q 21.84            |  |
| 7.7.2.4.4.8  |               | TARUGOS CON TORNILLO           | 6    | u  | Q 1.13   | Q 6.78             |  |
| 7.7.2.4.4.9  |               | SIERRAS                        | 1    | u  | Q 8.50   | Q 8.50             |  |
| 7.7.2.4.4.10 |               | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 1    | lb | Q 4.00   | Q 4.00             |  |
| 7.7.2.4.4.11 |               | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q 21.84  | Q 21.84            |  |
| 7.7.2.4.4.12 |               | TUBO LT 2 "                    | 5    | u  | Q 17.56  | Q 87.80            |  |
| 7.7.2.4.4.13 |               | CONECTOR RECTO LT 2"           | 1    | u  | Q 52.82  | Q 52.82            |  |
| 7.7.2.4.4.14 |               | CONECTOR CURVO LT 2"           | 1    | u  | Q 81.60  | Q 81.60            |  |
| 7.7.2.4.4.15 |               | <b>subtotal</b>                |      |    |          | <b>Q 1,646.31</b>  |  |
| 7.7.3        | R.T.          | <b>RED DE TIERRAS</b>          |      |    |          |                    |  |
| 7.7.3.1      |               | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b> |      |    |          |                    |  |
| 7.7.3.2      |               | TUBOS PVC 1"                   | 20   | u  | Q 11.73  | Q 234.60           |  |
| 7.7.3.3      |               | COPLA PVC 1"                   | 20   | u  | Q 1.27   | Q 25.40            |  |
| 7.7.3.4      |               | CONECTOR PVC 1"                | 10   | u  | Q 1.50   | Q 15.00            |  |
| 7.7.3.5      |               | VUELTA PVC 1"                  | 5    | u  | Q 4.07   | Q 20.35            |  |
| 7.7.3.6      |               | VARILLA DE COBRE               | 18   | u  | Q 61.20  | Q 1,101.60         |  |
| 7.7.3.7      |               | CHUCHO PARA CABLE 2/0          | 5    | u  | Q 23.31  | Q 116.55           |  |
| 7.7.3.8      |               | CABLE # 2/0                    | 35   | m  | Q 27.74  | Q 970.90           |  |
| 7.7.3.9      |               | Soldaduras cadweld variedad    | 12   | u  | Q 35.00  | Q 420.00           |  |
| 7.7.3.10     |               | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.        | 8    | lb | Q 4.00   | Q 32.00            |  |
| 7.7.3.11     |               | CINTA SCOTCH 33                | 1    | u  | Q 21.84  | Q 21.84            |  |
| 7.7.3.12     |               | galón DE PEGAMENTO             | 0.25 | gl | Q 90.00  | Q 22.50            |  |
| 7.7.3.13     |               | ABRAZADERAS 1"                 | 6    | u  | Q 1.89   | Q 11.34            |  |
| 7.7.3.14     |               | TARUGOS CON TORNILLO           | 6    | u  | Q 1.13   | Q 6.78             |  |
| 7.7.3.15     |               | BROCA DE CONCRETO 1/4"         | 1    | u  | Q 8.00   | Q 8.00             |  |
| 7.7.3.16     |               | <b>subtotal</b>                |      |    |          | <b>Q 3,006.86</b>  |  |

|            |          |  |      |    |             |                    |
|------------|----------|--|------|----|-------------|--------------------|
| 7.7.4      | <b>P</b> | <b>PARARRAYOS</b>                              |      |    |             |                    |
| 7.7.4.1    |          | <b>MATERIALES ( ENTUBADO )</b>                 |      |    |             |                    |
| 7.7.4.2    |          | Punta Ingesco # PDC 4.3                        | 1    | u  | Q 12,160.00 | Q 12,160.00        |
| 7.7.4.3    |          | Adaptador cabeza-mástil de 2", ingesco #111013 | 1    | u  | Q 532.00    | Q 532.00           |
| 7.7.4.4    |          | Mástil de 5.8 metros, Ingesco #114041          | 1    | u  | Q 1,460.00  | Q 1,460.00         |
| 7.7.4.5    |          | Base soporte de 2", Ingesco # 113032           | 1    | u  | Q 330.00    | Q 330.00           |
| 7.7.4.6    |          | Tarugos de expansión de 1/2"                   | 4    | u  | Q 7.00      | Q 28.00            |
| 7.7.4.7    |          | Tornillos de 1/2" X2" galvanizados             | 4    | u  | Q 3.50      | Q 14.00            |
| 7.7.4.8    |          | Arandelas planas de 1/2" galvanizadas          | 4    | u  | Q 1.00      | Q 4.00             |
| 7.7.4.9    |          | Roldanas de Presión de 1/2" galvanizadas       | 4    | u  | Q 1.00      | Q 4.00             |
| 7.7.4.10   |          | Cable trenzado 70 mm, Ingesco # 117073         | 200  | u  | Q 54.00     | Q 10,800.00        |
| 7.7.4.11   |          | Coplas para cable tipo X, Ingesco # 115053     | 4    | u  | Q 290.00    | Q 1,160.00         |
| 7.7.4.12   |          | Coplas para cable tipo T, Ingesco # 115052     | 1    | u  | Q 274.00    | Q 274.00           |
| 7.7.4.13   |          | Abrazaderas de cable M-8, Ingesco # 118081     | 100  | u  | Q 107.00    | Q 10,700.00        |
| 7.7.4.14   |          | Junta de prueba, Ingesco # 250001              | 2    | u  | Q 1,020.00  | Q 2,040.00         |
| 7.7.4.15   |          | Caja para junta de prueba, Ingesco # 250003    | 2    | u  | Q 530.00    | Q 1,060.00         |
| 7.7.4.16   |          | <b>subtotal</b>                                |      |    |             | <b>Q 40,566.00</b> |
| 7.7.5      |          | <b>INSTALACIONES ESPECIALES</b>                |      |    |             |                    |
| 7.7.5.1    |          | <b>NIVEL 1</b>                                 |      |    |             |                    |
| 7.7.5.1.1  |          | <b>MATERIALES DE ENTUBADO EN LOSA</b>          |      |    |             |                    |
| 7.7.5.1.2  |          | TUBOS PVC 3/4"                                 | 50   | u  | Q 7.41      | Q 370.50           |
| 7.7.5.1.3  |          | COPLA PVC 3/4"                                 | 50   | u  | Q 0.90      | Q 45.00            |
| 7.7.5.1.4  |          | CONECTOR PVC 3/4                               | 25   | u  | Q 1.01      | Q 25.25            |
| 7.7.5.1.5  |          | VUELTA PVC 3/4"                                | 25   | u  | Q 2.16      | Q 54.00            |
| 7.7.5.1.6  |          | TUBOS PVC 1 1/4"                               | 20   | u  | Q 16.42     | Q 328.40           |
| 7.7.5.1.7  |          | COPLA PVC 1 1/4"                               | 20   | u  | Q 2.16      | Q 43.20            |
| 7.7.5.1.8  |          | CONECTOR PVC 1 1/4"                            | 20   | u  | Q 1.50      | Q 30.00            |
| 7.7.5.1.9  |          | VUELTA PVC 1 1/4"                              | 25   | u  | Q 6.41      | Q 160.25           |
| 7.7.5.1.10 |          | TUBOS PVC 2"                                   | 5    | u  | Q 29.49     | Q 147.45           |
| 7.7.5.1.11 |          | COPLA PVC 2"                                   | 5    | u  | Q 5.52      | Q 27.60            |
| 7.7.5.1.12 |          | ADAPTADOR MACHO PVC 2"                         | 5    | u  | Q 3.50      | Q 17.50            |
| 7.7.5.1.13 |          | TUERCA CONDUIT 2"                              | 4    | u  | Q 1.40      | Q 5.60             |
| 7.7.5.1.14 |          | VUELTA PVC 2"                                  | 4    | u  | Q 9.91      | Q 39.64            |
| 7.7.5.1.15 |          | CAJAS RECTANGULARES                            | 24   | u  | Q 2.33      | Q 55.92            |
| 7.7.5.1.16 |          | CAJA DE 12 X 12 "                              | 5    | u  | Q 36.93     | Q 184.65           |
| 7.7.5.1.17 |          | CAJA DE 5 X 5 "                                | 5    | u  | Q 7.14      | Q 35.70            |
| 7.7.5.1.18 |          | SIERRAS  | 4    | u  | Q 8.50      | Q 34.00            |
| 7.7.5.1.19 |          | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.                        | 20   | lb | Q 4.00      | Q 80.00            |
| 7.7.5.1.20 |          | galón DE PEGAMENTO                             | 0.5  | gl | Q 90.00     | Q 45.00            |
| 7.7.5.1.21 |          | TORNILLOS No. 6 x 2"                           | 32   | u  | Q 0.30      | Q 9.60             |
| 7.7.5.1.22 |          | TAPADERA RECTANG. GALV."                       | 24   | u  | Q 1.46      | Q 35.04            |
| 7.7.5.1.23 |          | TARUGOS CON TORNILLO                           | 50   | u  | Q 2.00      | Q 100.00           |
| 7.7.5.1.24 |          | BROCA DE CONCRETO 1/4"                         | 10   | u  | Q 8.00      | Q 80.00            |
| 7.7.5.1.25 |          | <b>subtotal</b>                                |      |    |             | <b>Q 1,954.30</b>  |
| 7.7.5.2    |          | <b>NIVEL 2</b>                                 |      |    |             |                    |
| 7.7.5.2.1  |          | <b>MATERIALES DE ENTUBADO EN LOSA</b>          |      |    |             |                    |
| 7.7.5.2.2  |          | TUBOS PVC 1"                                   | 20   | u  | Q 11.73     | Q 234.60           |
| 7.7.5.2.3  |          | COPLA PVC 1"                                   | 20   | u  | Q 1.27      | Q 25.40            |
| 7.7.5.2.4  |          | CONECTOR PVC 1"                                | 20   | u  | Q 1.50      | Q 30.00            |
| 7.7.5.2.5  |          | VUELTA PVC 1"                                  | 25   | u  | Q 4.07      | Q 101.75           |
| 7.7.5.2.6  |          | CAJAS RECTANGULARES                            | 15   | u  | Q 2.33      | Q 34.95            |
| 7.7.5.2.7  |          | TAPADERA RECTANG. GALV."                       | 15   | u  | Q 1.46      | Q 21.90            |
| 7.7.5.2.8  |          | SIERRAS  | 1    | u  | Q 8.50      | Q 8.50             |
| 7.7.5.2.9  |          | ALAMBRE GALVANIZADO Lb.                        | 10   | lb | Q 4.00      | Q 40.00            |
| 7.7.5.2.10 |          | GALÓN DE PEGAMENTO                             | 0.25 | gl | Q 90.00     | Q 22.50            |
| 7.7.5.2.11 |          | TORNILLOS No. 6 x 2"                           | 40   | u  | Q 0.30      | Q 12.00            |
| 7.7.5.2.12 |          | TARUGOS CON TORNILLO                           | 13   | u  | Q 2.00      | Q 26.00            |
| 7.7.5.2.13 |          | BROCA DE CONCRETO 1/4"                         | 10   | u  | Q 8.00      | Q 80.00            |
| 7.7.5.2.14 |          | <b>subtotal</b>                                |      |    |             | <b>Q 637.60</b>    |

|            |  |  |     |   |          |          |                 |
|------------|--|--|-----|---|----------|----------|-----------------|
|            |  |  |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6      |  | <b>ILUMINACIÓN</b>                     |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.1    |  | <b>SOTANO 1</b>                        |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.1.1  |  | <b>MATERIALES EN LOSA (EMPOTRADOS)</b> |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.1.3  |  | INTERRUPTOR SIMPLE TICINO              | 40  | u | Q 13.04  | Q        | 521.60          |
| 7.7.6.1.4  |  | INTERRUPTOR 3WAY TICINO                | 20  | u | Q 16.79  | Q        | 335.80          |
| 7.7.6.1.5  |  | PLACAS SIMPLES TICINO                  | 10  | u | Q 9.63   | Q        | 96.30           |
| 7.7.6.1.6  |  | PLACAS DOBLES TICINO                   | 30  | u | Q 9.63   | Q        | 288.90          |
| 7.7.6.1.7  |  | PLACAS TRIPLES TICINO                  | 30  | u | Q 9.34   | Q        | 280.20          |
| 7.7.6.1.8  |  | TORNILLOS No. 10 x 1"                  | 50  | u | Q 0.30   | Q        | 15.00           |
| 7.7.6.1.9  |  | TOMAC. POLARIZADO TICINO               | 20  | u | Q 10.55  | Q        | 211.00          |
| 7.7.6.1.10 |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>1,748.80</b> |
| 7.7.6.2    |  | <b>NIVEL 1</b>                         |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.2.1  |  | <b>MATERIALES EN LOSA (EMPOTRADOS)</b> |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.2.2  |  | INTERRUPTOR SIMPLE TICINO              | 20  | u | Q 13.04  | Q        | 260.80          |
| 7.7.6.2.3  |  | PLACAS SIMPLES TICINO                  | 5   | u | Q 9.63   | Q        | 48.15           |
| 7.7.6.2.4  |  | PLACAS DOBLES TICINO                   | 10  | u | Q 9.63   | Q        | 96.30           |
| 7.7.6.2.5  |  | PLACAS TRIPLES TICINO                  | 5   | u | Q 9.34   | Q        | 46.70           |
| 7.7.6.2.6  |  | TORNILLOS No. 10 x 1"                  | 12  | u | Q 0.30   | Q        | 3.60            |
| 7.7.6.2.7  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>455.55</b>   |
| 7.7.6.3    |  | <b>NIVEL 2</b>                         |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.3.1  |  | <b>MATERIALES EN LOSA (EMPOTRADOS)</b> |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.3.2  |  | INTERRUPTOR SIMPLE TICINO              | 4   | u | Q 11.16  | Q        | 44.64           |
| 7.7.6.3.3  |  | PLACAS SIMPLES TICINO                  | 2   | u | Q 9.63   | Q        | 19.26           |
| 7.7.6.3.4  |  | PANEL DE 12 INTERRUPT. 1POLO           | 6   | u | Q 306.00 | Q        | 1,836.00        |
| 7.7.6.3.5  |  | TORNILLOS No. 6 x 2"                   | 12  | u | Q 0.30   | Q        | 3.60            |
| 7.7.6.3.6  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>1,903.50</b> |
| 7.7.6.4    |  | <b>INSTALACIONES ESPECIALES</b>        |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.4.1  |  | <b>ACCESORIOS</b>                      |     |   |          |          |                 |
| 7.7.6.4.2  |  | INTERRUPTOR SIMPLE TICINO              | 50  | u | Q 13.04  | Q        | 652.00          |
| 7.7.6.4.3  |  | INTERRUPTOR 3WAY TICINO                | 25  | u | Q 16.79  | Q        | 419.75          |
| 7.7.6.4.4  |  | PLACAS SIMPLES TICINO                  | 20  | u | Q 9.63   | Q        | 192.60          |
| 7.7.6.4.5  |  | PLACAS DOBLES TICINO                   | 10  | u | Q 9.63   | Q        | 96.30           |
| 7.7.6.4.6  |  | PLACAS TRIPLES TICINO                  | 10  | u | Q 9.34   | Q        | 93.40           |
| 7.7.6.4.7  |  | TORNILLOS No. 10 x 1"                  | 80  | u | Q 0.30   | Q        | 24.00           |
| 7.7.6.4.8  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>1,478.05</b> |
| 7.7.7      |  | <b>FUERZA</b>                          |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.1    |  | <b>SOTANO</b>                          |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.1.1  |  | <b>ACCESORIOS</b>                      |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.1.2  |  | TOMAC. POLARIZADO TICINO               | 80  | u | Q 10.55  | Q        | 844.00          |
| 7.7.7.1.3  |  | PLACAS DOBLES TICINO                   | 60  | u | Q 9.63   | Q        | 577.80          |
| 7.7.7.1.4  |  | TORNILLOS No. 8 X 1"                   | 140 | u | Q 0.30   | Q        | 42.00           |
| 7.7.7.1.5  |  | TOMAC.DOBLEEAGLEPOLAR                  | 50  | u | Q 18.46  | Q        | 923.00          |
| 7.7.7.1.6  |  | PLACASDOBLESEAGLE                      | 50  | u | Q 10.42  | Q        | 521.00          |
| 7.7.7.1.7  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>2,907.80</b> |
| 7.7.7.2.1  |  | <b>NIVEL 1</b>                         |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.2.2  |  | <b>ACCESORIOS</b>                      |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.2.3  |  | TOMAC. 208V. 50A.1FASE                 | 8   | u | Q 45.90  | Q        | 367.20          |
| 7.7.7.2.4  |  | TOMAC. 208V. 30A.3FASES                | 8   | u | Q 51.15  | Q        | 409.20          |
| 7.7.7.2.5  |  | PLACAS TOMAC. 208.1FASE                | 8   | u | Q 10.42  | Q        | 83.36           |
| 7.7.7.2.6  |  | PLACAS TOMAC. 208.3FASES               | 8   | u | Q 10.57  | Q        | 84.56           |
| 7.7.7.2.7  |  | TORNILLOS No. 8 X 1"                   | 48  | u | Q 0.30   | Q        | 14.40           |
| 7.7.7.2.8  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>958.72</b>   |
| 7.7.7.3    |  | <b>NIVEL 2</b>                         |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.3.1  |  | <b>ACCESORIOS</b>                      |     |   |          |          |                 |
| 7.7.7.3.2  |  | TOMAC. 208V. 50A.                      | 2   | u | Q 45.90  | Q        | 91.80           |
| 7.7.7.3.3  |  | TOMAC. 208V. 30A.                      | 2   | u | Q 45.90  | Q        | 91.80           |
| 7.7.7.3.4  |  | PLACAS TOMAC. 208                      | 4   | u | Q 10.42  | Q        | 41.68           |
| 7.7.7.3.5  |  | TORNILLOS No. 8 X 1"                   | 12  | u | Q 0.30   | Q        | 3.60            |
| 7.7.7.3.6  |  | <b>subtotal</b>                        |     |   |          | <b>Q</b> | <b>228.88</b>   |

|          |  |   |     |   |             |                     |  |
|----------|--|---|-----|---|-------------|---------------------|--|
| 7.7.8    |  | <b>LAMPARAS NIVEL 1,2 Y3.</b>   |     |   |             |                     |  |
| 7.7.8.1  |  | <b>CUANTIFICACION DE COSTO DE LÁMPARAS</b>  |     |   |             |                     |  |
| 7.7.8.2  |  | Bombilla Prismalite 40W   | 535 | u | Q 9.51      | Q 5,087.85          |  |
| 7.7.8.3  |  | Bombilla luz de día   | 220 | u | Q 9.51      | Q 2,092.20          |  |
| 7.7.8.4  |  | Lámpara 2 X 40 watts  | 50  | u | Q 250.00    | Q 12,500.00         |  |
| 7.7.8.5  |  | Lámpara Ojo de Buey, 40 watt, 24 voltios  | 150 | u | Q 60.00     | Q 9,000.00          |  |
| 7.7.8.6  |  | Luminaria HID High Bay industrial -400W Metal Halide - reflector y lente de vidrio de 16" de diámetro - balastro multivoltaje (120/208/240/277) - bulbo incluido. Cod. THS 175M A16GL TB LPI. | 50  | u | Q 1,440.00  | Q 72,000.00         |  |
| 7.7.8.7  |  | Luminaria HID High Bay industrial -400W Metal Halide - reflector y lente de vidrio de 16" de diámetro - balastro multivoltaje (120/208/240/277) - bulbo incluido. Cod. THS 175M A16GL TB LPI. | 17  | u | Q 1,440.00  | Q 24,480.00         |  |
| 7.7.8.8  |  | <b>subtotal</b>   |     |   |             | <b>Q 125,160.05</b> |  |
| 7.7.9    |  | <b>GENERADOR Y TRANSFERENCIA</b>  |     |   |             |                     |  |
| 7.7.9.1  |  | GENERADOR DE 50 KVA (40 KW) P44E  | 1   | u | Q 90,238.40 | Q 90,238.40         |  |
| 7.7.9.2  |  | TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE 120 A.  | 1   | u | Q 18,000.00 | Q 18,000.00         |  |
| 7.7.9.3  |  | <b>subtotal</b>   |     |   |             | <b>Q 108,238.40</b> |  |
| 7.7.10   |  | <b>TRANSFORMADOR</b>  |     |   |             |                     |  |
| 7.7.10.1 |  | 1 TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 300 KVA 13200V 208Y/120 PADMOUNTED 'ABB'  | 1   | u | Q 53,268.73 | Q 53,268.73         |  |
| 7.7.10.2 |  | <b>subtotal</b>   |     |   |             | <b>Q 53,268.73</b>  |  |

**7.7.11 Costo total del proyecto de instalación eléctrica en auditorio.**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                   | <b>COSTO TOTAL</b> |                   |
|---------------|--|--------------------|-------------------|
| 7.7.1         | TABLEROS   | Q                  | 51,531.43         |
| 7.7.2         | MATERIALES PARA ACOMETIDA Y CIRCUITOS POR<br>TABLERO | Q                  | 184,688.97        |
| 7.7.3         | RED DE TIERRAS                                       | Q                  | 3,006.86          |
| 7.7.4         | PARARRAYOS   | Q                  | 40,566.00         |
| 7.7.5         | INSTALACIONES ESPECIALES                             | Q                  | 2,591.90          |
| 7.7.6         | ILUMINACIÓN  | Q                  | 5,585.90          |
| 7.7.7         | FUERZA   | Q                  | 4,095.40          |
| 7.7.8         | LÁMPARAS   | Q                  | 125,160.05        |
| 7.7.9         | PLANTA ELÉCTRICA Y TRANSFERENCIA                     | Q                  | 108,238.40        |
| 7.7.10        | TRANSFORMADOR  | Q                  | 53,268.73         |
| 7.7.11        | <b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN QUETZALES</b>         | <b>Q</b>           | <b>578,733.64</b> |

## CONCLUSIONES

1. Los factores que influyen mayormente en el diseño y la implementación de un proyecto de instalación eléctrica en auditorios incluyen: la estructura, el diseño arquitectónico, la capacidad de personas que pueda albergar, el nivel de comodidad que se les desee proporcionar y la capacidad futura que se desee soportar.
2. El diseño de una instalación eléctrica implica amplios conocimientos de dispositivos eléctricos y regulaciones aplicadas a instalaciones eléctricas. Además de conceptos básicos de arquitectura para poder lograr el diseño más eficiente, confiable y seguro.
3. Al completar el diseño de la instalación eléctrica, se pudo apreciar que el diseño del auditorio la instalación si es capaz de soportar un aumento de carga eléctrica sin que produjera un sobre - dimensionamiento, al tomarse un rango de protección demasiado amplio. Lo cual también produciría efectos que dañen el factor de potencia, aumentando así, los costos finales del proyecto.
4. Aunque el costo de la instalación eléctrica es un factor importante, se puede observar que el mal diseño de una instalación eléctrica y de una mala coordinación en la implementación del mismo podría elevar el costo final del proyecto.



## RECOMENDACIONES

1. Para elaborar un diseño de una instalación eléctrica de gran relevancia, primero se debe conocer el estudio de las plantas arquitectónicas, para entender la estructura de lo que se va a diseñar, y luego es importante realizar una lista de planos que ayuden a elaborar un buen diseño.
2. Para desarrollar un conocimiento práctico de lo que consta una instalación eléctrica se debe mejorar el contenido de cursos de la carrera de ingeniería eléctrica para poder enfocarlos de manera directa al campo de trabajo y con ello evitar el tiempo de transición de conocimiento teórico a conocimiento práctico. Tiempo que determina la experiencia que las personas obtienen como profesionales y así tener mejor criterio para tomar una decisión de trabajo.
3. Por último, se debe de mantener una disciplina de mejoramiento de diseños de instalaciones eléctricas retro-alimentados por las características y conocimientos adquiridos propiamente de la construcción del mismo. Manteniendo actualizada la información se disminuye los errores que se observan al final de la implementación de un proyecto, disminuyendo de esta forma el costo total de la instalación y mejorando la ejecución de los mismos, obteniendo la máxima seguridad y confiabilidad en las instalaciones desarrolladas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, Paul M. **Power System Protection**. Wiley-IEEE Press, 1998
2. Bobenhausen, William. **Simplified Design of HVAC Systems**. John Wiley & Sons, Inc. New York 1994.
3. Esquivel Duarte, Carlos. **Protección Contra Descargas Atmosféricas**. Facultad de Ingeniería, USAC 2004.
4. Leonardo Da Vinci, Programa Europeo de Formación Profesional. **Programa de Formación Inicial: Técnicas de las Artes del Espectáculo “Maquinaria Escénica, Luminotecnia y Técnicas de Sonido”**. FIRCTE ( Formación inicial y reconocimiento de competencia de los técnicos del espectáculos en vivo), Barcelona 1999.
5. N. BRATU, E. Campero. **Instalaciones Eléctricas**. Segunda Edición, México: Alfa y Omega, 1992.
6. Ramírez Vásquez, José. **Instalaciones Eléctricas I**. Barcelona: Ceac, 1999.
7. Requena Gómez, J. Natanael. **Diseño de las Instalaciones Eléctricas para el Proyecto Correspondiente a los Nuevos Edificios del Centro de Investigaciones de Ingeniería, con Asistencia del Programa Autocad 2000**. Facultad de Ingeniería, USAC 2002.
8. TAO, WILLIAM K. Y. **Manual de Instalaciones Eléctricas y Mecánicas en Edificios**. México: Prentice Hall, 1998.

#### Referencias electrónicas

9. Libros de Sistemas de Potencia, 1 de Junio de 2004.  
**<http://davinci.ing.unlp.edu.ar/sispot/libros.htm>**
10. Instituto de Teatro, 30 de Agosto de 2004. **<http://www.diba.es>**
11. “Energy and Oil Knowledge System”, 20 de Mayo de 2004.  
**<http://www.ipims.com>**
12. Equipos de Iluminación, 1 de Febrero de 2004. **<http://www.jmf-iluminacion.es>**
13. Principios Físicos de Acústica, 15 de junio de 2004.
14. **<http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/acoustic/auditcon.html>**
15. Pararrayos PDC, 10 de junio de 2004. **<http://www.pdc.com>**

## APÉNDICE

### A. Cálculo de Sistema de Tierra

La subestación eléctrica constituida por un transformador de 750 KVA, con relación de transformación de 13,000-480 Volts, conexión Estrella - Estrella enfriamiento a base de silicón líquido.

#### A.1. Determinación de la corriente de corto circuito.

Para la determinación de las corrientes de corto circuito, se utilizó el método por unidad, dando como resultado en el bus principal de media tensión, en la determinación de las corrientes de corto circuito, se utilizó como potencia de cortocircuito 30 MVA (en base a capacidad de cortocircuito de red de distribución), trifásica, en la acometida de la subestación.

$$I_{cc} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times KV}$$

Donde:

I<sub>cc</sub> = Corriente de corto circuito trifásica en Amp.

MVA = Potencia de cortocircuito trifásica en MVA.

KV = Tensión de suministro en KV.

De las condiciones de la instalación tenemos:

$$I_{cc} = 30000 / (\sqrt{3} \times 13).8 = 1,170$$

#### A.1.1 Por tiempo de duración de la falla.

Se considera que al ocurrir una falla a tierra, los interruptores operan eliminando la falla del sistema, lógicamente tendremos un tiempo de duración de la falla menor a 0.1 segundos que equivale a 6 ciclos, por esta razón aplicaremos un factor de 1.25 (D = 1.25) según el factor de decremento.

Entonces la corriente de falla quedará:

$$I_{CC} = I_{CC} \times A \times D$$

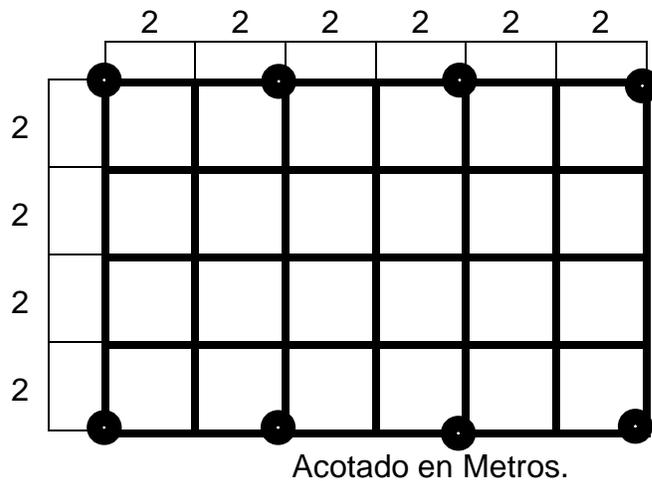
Donde:

- $I_{CC}$  = Corriente de corto circuito trifásica en Amp.  
 $A$  = Factor de seguridad  
 $D$  = Factor de decremento.

De las condiciones de la instalación tenemos:

$$I_{CC} = 1,170 \times 1 \times 1.25 = 1,462 \text{ Amp.}$$

### A.1.2 Diseño de malla propuesto.



Cable de cobre desnudo Cal. 2/0 AWG.



Electrodo de tierra.

**L =**

Longitud de conductor ( L ) = 116.0 mts.

Profundidad de enterramiento = 0.60 mts. (Considerados desde el lecho bajo de loza)

Área (A) = ancho x largo = 96 mts.<sup>2</sup>.

Número de conductores transversales menos dos (N) = 5

### A.1.3 Radio Equivalente ( r )

$$r = \sqrt{\frac{Ar}{\pi}}$$

Donde:

r = Radio equivalente en m.

Ar = Área total encerrada por la malla propuesta m<sup>2</sup>

De las condiciones del problema tenemos:

$$r = \sqrt{(116 / \pi)} = 6 \text{ mtrs.}$$

### A.1.4 Resistencia esperada en la malla:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R = Resistencia de la malla esperada en Ohms.

r = Radio equivalente en m.

$\rho$  = Resistividad del terreno Ohms metro.

L = Longitud del conductor en m.

De las condiciones del problema tenemos:

$$R = (75 / 4*6) + (75 / 116) = 3.8 \text{ Ohms}$$

### A.1.5 Número mínimo de varillas requerido

$$N_v = 0.60 \times \sqrt{Ar}$$

Donde:

Ar = Área total encerrada por el la malla propuesta m<sup>2</sup>

N<sub>v</sub> = Número mínimo de varillas.

De las condiciones del problema tenemos:

$$N_p = 0.60 \times \sqrt{116} = 6.46$$

El número de electrodos colocados en la malla, son 8.

## B. Ejemplo de cálculo Iluminación

### B.1 Iluminación salón circuito TSI –G

Área 10 \* 6 m hm = 3 m

Nivel de iluminación 300 lux

Reflectancias 50% 50 % 10 %

Índice de cuarto

$$K = \frac{a * l}{hm(a + l)} = \frac{10 * 6}{3(60 + 6)} = \frac{60}{198} = 0.30 = 0.3$$

Coefficiente de utilización para lámpara 100 w. C.v = 0.67

$$\text{N}^\circ \text{ lámparas} = \frac{l * a * e}{\text{Flujo lámpara} / c. V * fm} = \frac{60 * 6 * 300}{10000 * 0.72} = \frac{108000}{7200} = 15$$

15 lámparas se utilizaran en este circuito.

### B.2 Iluminación salón circuito TSI –K

Área 8 \* 6 m hm = 3 m

Nivel de iluminación 300 lux

Reflectancias 50% 50 % 10 %

Índice de cuarto

$$K = \frac{a * l}{hm(a + l)} = \frac{8 * 6}{3(48 + 6)} = \frac{48}{162} = 0.30 = 0.3$$

Coefficiente de utilización para lámpara 100 w. C.v = 0.67

$$\text{N}^\circ \text{ lámparas} = \frac{48 * 6 * 300}{10000 * 0.72} = \frac{108000}{7200} = 12$$

12 lámparas para obtener la iluminación requerida, por un arreglo físico se colocaran solamente 10 con lo cual se obtiene un promedio de 250 luxes.

### B.3 Iluminación área principal

Área 110 \* 90 m hm = 10 m

Nivel de iluminación 200 lux

Reflectancias 90% 40 % 20 %

Índice de cuarto

$$K = \frac{a * l}{hm(a + l)} = \frac{110 * 90}{10(9900 + 90)} = \frac{9900}{9990} = 0.1$$

Coefficiente de utilización para lámpara 400 w. C.v = 0.85

$$N^{\circ} \text{ lámparas} = \frac{110 * 90 * 10 * 200}{400000 * 0.95} = \frac{19800000}{380000} = 52$$

52 lámparas para obtener la iluminación requerida, por un arreglo físico se colocaran solamente 50 con lo cual se obtiene un promedio de 200 luxes

### B.4 Iluminación área parqueo

Perimetral del edificio 6 m altura

Lámpara de 250w v.s.a.p clara

Lúmenes lámpara 27500 C.v= 0.25

$$\text{Distancia} = \frac{\text{flujo lámpara} * c.v * f \text{ mant.} * f \text{ corrección}}{e(\text{ nivel de iluminación}) * a (\text{ ancho de la calle})}$$

$$D = \frac{27500 * 0.5 * 0.8 * 0.69}{20 * 5} = 7050 / 100 = 70.05 \text{ m}$$

Perímetro de la planta 100 + 100 + 500 + 500 = 1200 m

13 o 14 lámparas son las que se utilizaran para iluminación de parqueo.

### C. Ejemplo de caída de tensión en circuito de alimentación

Caída de tensión para 150 m con 850 amp en electroducto

$$E = \frac{2 \sqrt{3} l i}{A} = \frac{2 * 1.73 * 150 * 850 \text{ amp}}{220 * 3395 \text{ mm}^2} = \frac{441150}{766900} = 0.51 \text{ volts}$$

0.51 voltios perdida de tensión

Representa el 0.05% de la tensión nominal.

$$4 / 00 a = 848.75 \text{ mm}^2$$

$$A = 3395.$$

### D. Distorsión total de armónicos

La siguiente tabla se realizo midiendo las barras de salida del transformador principal con un Fluke 43, para obtener la distorsión total de armónicos donde se observa que los valores están dentro de los parámetros de la CNEE. Se obtuvieron los datos mostrados en la tabla siguientes.

Al interpretar los resultados muestran que el des-balance entre fases es del 6 por ciento respecto a la corriente promedio. Y la demanda máxima de potencia es de 88.12 KW. Según la capacidad del transformador la máxima carga demandada es de 12.53 % y la carga promedio es de 6.67 %.

Existe una distorsión por debajo del 20 % de la energía consumida debida a los armónicos en el voltaje y la corriente pero estos valores no son significativos y están dentro de los parámetros permitidos de la CNEE.

**Tabla V. Datos estimados de consumo de energía eléctrica**

| Date Time                | IA        | IB        | IC        | V          | KW        | KWH      | THIA      | THIB      | THIC      |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 19/04/2006 00:00:00 a.m. | 35        | 40        | 48        | 488        | 19.4      | 2.066    | 25.4      | 24.2      | 14.5      |
| 19/04/2006 00:30:00 a.m. | 31        | 36        | 49        | 487        | 15.1      | 2.075    | 27.7      | 27.5      | 14.1      |
| 19/04/2006 01:00:00 a.m. | 31        | 37        | 50        | 486        | 14.8      | 2.083    | 29.7      | 27.9      | 14.2      |
| 19/04/2006 01:30:00 a.m. | 31        | 36        | 49        | 485        | 14.6      | 2.090    | 29.9      | 28.3      | 14.5      |
| 19/04/2006 02:00:00 a.m. | 31        | 37        | 50        | 483        | 15.1      | 2.098    | 28.8      | 27.2      | 14.3      |
| 19/04/2006 02:30:00 a.m. | 31        | 35        | 49        | 487        | 14.7      | 2.102    | 29.0      | 28.4      | 14.5      |
| 19/04/2006 03:00:00 a.m. | 31        | 38        | 51        | 489        | 15.3      | 2.114    | 28.8      | 26.5      | 13.8      |
| 19/04/2006 03:30:00 a.m. | 32        | 37        | 50        | 488        | 15.3      | 2.121    | 28.5      | 27.8      | 14.2      |
| 19/04/2006 04:00:00 a.m. | 31        | 52        | 52        | 488        | 16.5      | 2.129    | 28.3      | 25.8      | 13.1      |
| 19/04/2006 04:30:00 a.m. | 31        | 52        | 52        | 487        | 17.2      | 2.137    | 27.5      | 25.9      | 13.3      |
| 19/04/2006 05:00:00 a.m. | 30        | 34        | 44        | 486        | 13.3      | 2.141    | 27.8      | 27.6      | 15.2      |
| 19/04/2006 05:30:00 a.m. | 29        | 35        | 45        | 485        | 12.9      | 2.152    | 30.5      | 26.6      | 15.2      |
| 19/04/2006 06:00:00 a.m. | 26        | 30        | 40        | 485        | 12.0      | 2.158    | 29.6      | 27.5      | 15.5      |
| 19/04/2006 06:30:00 a.m. | 28        | 30        | 44        | 486        | 15.1      | 2.165    | 29.0      | 25.6      | 14.6      |
| 19/04/2006 07:00:00 a.m. | 31        | 38        | 45        | 485        | 19.8      | 2.173    | 26.2      | 22.6      | 14.8      |
| 19/04/2006 07:30:00 a.m. | 42        | 44        | 47        | 486        | 27.5      | 2.185    | 23.4      | 22.6      | 17.0      |
| 19/04/2006 08:00:00 a.m. | 86        | 78        | 82        | 485        | 64.2      | 2.209    | 12.1      | 13.2      | 12.1      |
| 19/04/2006 08:30:00 a.m. | 102       | 89        | 99        | 484        | 77.3      | 2.244    | 15.2      | 15.8      | 14.7      |
| 19/04/2006 09:00:00 a.m. | 112       | 96        | 104       | 483        | 84.1      | 2.285    | 15.9      | 16.8      | 15.4      |
| 19/04/2006 09:30:00 a.m. | 114       | 101       | 106       | 483        | 86.4      | 2.327    | 15.6      | 15.6      | 14.4      |
| 19/04/2006 10:00:00 a.m. | 117       | 105       | 103       | 482        | 87.0      | 2.370    | 13.8      | 15.3      | 13.5      |
| 19/04/2006 10:30:00 a.m. | 105       | 98        | 102       | 483        | 82.5      | 2.391    | 17.3      | 16.3      | 15.5      |
| 19/04/2006 11:00:00 a.m. | 103       | 99        | 102       | 483        | 82.3      | 2.433    | 16.8      | 16.4      | 15.0      |
| 19/04/2006 11:30:00 a.m. | 99        | 99        | 100       | 484        | 80.3      | 2.474    | 17.9      | 16.9      | 15.0      |
| 19/04/2006 12:00:00 p.m. | 96        | 97        | 97        | 483        | 78.0      | 2.514    | 17.4      | 16.3      | 15.0      |
| 19/04/2006 12:30:00 p.m. | 109       | 98        | 100       | 483        | 82.6      | 2.554    | 16.6      | 17.1      | 15.8      |
| 19/04/2006 13:00:00 p.m. | 103       | 103       | 96        | 482        | 81.7      | 2.616    | 17.0      | 15.8      | 15.5      |
| 19/04/2006 13:30:00 p.m. | 91        | 93        | 92        | 483        | 74.1      | 2.657    | 18.8      | 16.2      | 15.8      |
| 19/04/2006 14:00:00 p.m. | 92        | 86        | 96        | 483        | 73.5      | 2.695    | 19.3      | 17.0      | 16.4      |
| 19/04/2006 14:30:00 p.m. | 97        | 92        | 98        | 484        | 77.1      | 2.732    | 19.1      | 16.9      | 16.3      |
| 19/04/2006 15:00:00 p.m. | 93        | 84        | 93        | 484        | 71.9      | 2.770    | 20.9      | 18.5      | 17.0      |
| 19/04/2006 15:30:00 p.m. | 87        | 83        | 92        | 485        | 70.1      | 2.805    | 20.4      | 17.3      | 15.1      |
| 19/04/2006 16:00:00 p.m. | 82        | 78        | 91        | 485        | 67.1      | 2.840    | 21.9      | 19.2      | 17.6      |
| 19/04/2006 16:30:00 p.m. | 85        | 78        | 93        | 486        | 68.5      | 2.874    | 20.4      | 19.2      | 17.5      |
| 19/04/2006 17:00:00 p.m. | 53        | 54        | 50        | 487        | 34.4      | 2.893    | 23.5      | 22.5      | 16.3      |
| 19/04/2006 17:30:00 p.m. | 50        | 50        | 51        | 488        | 31.4      | 2.901    | 25.8      | 20.5      | 15.8      |
| 19/04/2006 18:00:00 p.m. | 48        | 49        | 46        | 490        | 30.2      | 2.885    | 22.5      | 21.5      | 15.6      |
| <b>Valor Promedio</b>    | <b>66</b> | <b>65</b> | <b>72</b> | <b>485</b> | <b>47</b> | <b>2</b> | <b>23</b> | <b>21</b> | <b>15</b> |

KW : Potencia real consumida      IA, IB, IC: Corriente en amperios de fases A, B y C  
V : Voltaje de fases en voltios      KWH : Potencia real consumida por hora  
THDIA, THDIB, THDIC : Distorsión total de armónicos de las Fases A, B y C.

