

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**Caja Costarricense de Seguro Social**

Informe de práctica de especialidad para optar por el grado de Licenciatura en  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

## **PROYECTO**

**Rediseño de los Sistemas Eléctricos de Emergencia del Hospital  
Dr. Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV) acorde con el Código  
Eléctrico Nacional y la Norma NFPA (National Fire Protection  
Association)**

Profesor Guía: Ing. Greivin Barahona Guzmán  
Asesor Industrial: Ing. Rolando Carvajal Montes

Sofía Alvarado Jiménez

Cartago, noviembre 2014

**Nombre y apellidos****Profesor guía:**

Ing. Greivin Barahona Guzmán

**Asesor Industrial:**

Ing. Rolando Carvajal Montes

Jefe Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Carlos Luis Valverde Vega

**Información del estudiante y la empresa**

**Nombre:** Sofía Mariela Alvarado Jiménez

**Cédula:** 2-606-425

**Carné ITCR:** 200314644

**Dirección:** San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Tres Marias#2, casa 16C.

**Teléfonos:** 2445-8574/8503-6151

**Email:** [sofialji26@gmail.com](mailto:sofialji26@gmail.com)

**Información del Proyecto****Nombre del Proyecto:**

Rediseño del sistema eléctrico de emergencia del Hospital Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV) acorde con el Código Eléctrico Nacional y la norma NFPA

**Profesor Asesor:** Ing. Greivin Barahona Guzmán

**Horario de trabajo del estudiante:**

Lunes a viernes de 8:00 am - 3pm

**Información de la Empresa**

**Nombre:** Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega

**Zona:** Occidente, San Ramón, Alajuela.

**Dirección:** Del Parque de San Ramón 500 m norte.

**Teléfono:** 2456-9781

**Fax:** 2456-9856

**Actividad Principal:** Servicios de Salud

## Dedicatoria

Primeramente deseo dar Gracias a Dios, sin Él simplemente nada de esto sería posible.

A mi madre, que siempre me ha apoyado y ha sido la persona más importante en este largo camino.

A mis hijas Alexa y Samira que son el motor de mi vida.

Y a todas las personas que han estado junto a mí, a mi hermano, mi tío Leo, mi abuela Mariana, mi abuelo Ángel que son muy importantes en mi vida.

## Agradecimiento

A mis profesores por ser mis formadores durante este proceso, especialmente al Ing. Luis Gómez Gutiérrez, que en momentos difíciles se preocupó por mí y siempre estuvo pendiente de mi salud, siendo más que un profesor un gran amigo.

Al Ing. Rolando Carvajal Montes que me brindó esta gran oportunidad de aprendizaje, así como su confianza y conocimiento, una gran persona y un ejemplo por seguir en la lucha de mis metas.

A mi profesor guía Ing. Greivin Barahona Guzmán por guiarme durante este proceso final.

# Tabla de contenido

|   | Página |
|---|--------|
| Nombre y apellidos .....                                      | 2      |
| Información del estudiante y la empresa.....                  | 2      |
| Información del Proyecto .....                                | 2      |
| Nombre del Proyecto: .....                                    | 2      |
| Información de la Empresa .....                               | 2      |
| Dedicatoria .....   | 3      |
| Agradecimiento .....  | 4      |
| Tabla de contenido.....                                       | 5      |
| Resumen.....  | 9      |
| Abstract.....   | 11     |
| <br>  |        |
| CAPÍTULO 1 .....  | 14     |
| INTRODUCCIÓN .....  | 14     |
| 1.1 Historia del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega:..... | 14     |
| 1.2 Misión: .....   | 15     |
| 1.3 Visión: .....   | 15     |
| 1.4 Alcance:.....   | 15     |
| 1.5 Limitaciones:.....  | 16     |
| 1.6 Metodología: .....  | 16     |
| 1.7 Objetivos.....  | 18     |
| 1.7.1 Objetivo General:.....                                  | 18     |
| 1.7.2 Objetivos Específicos: .....                            | 18     |
| 1.8 Justificación .....                                       | 19     |
| 1.9 Definición del problema .....                             | 19     |
| <br>  |        |
| CAPÍTULO 2 .....  | 22     |
| MARCO TEÓRICO .....   | 22     |
| 2.1 Definición de instalación eléctrica.....                  | 22     |
| 2.1.1 Líneas interiores .....                                 | 23     |
| 2.1.2 Cálculo de las líneas eléctricas.....                   | 23     |
| 2.2 Conceptos básicos: .....                                  | 24     |
| 2.3 Elementos de una instalación eléctrica .....              | 25     |
| 2.3.1 Acometida .....   | 25     |
| 2.3.2 Medidor .....   | 28     |
| 2.3.3 Interruptores y conmutadores .....                      | 28     |
| 2.3.4 Arrancador .....  | 29     |
| 2.3.5. Fusibles.....  | 29     |
| 2.3.6 Transformador .....                                     | 30     |
| 2.3.7 Tableros .....  | 30     |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.8 Salidas para alumbrado y contactos .....                                | 31 |
| 2.3.9 Plantas de emergencia .....   | 31 |
| 2.4 Esquemas eléctricos .....   | 32 |
| 2.5 Protección de líneas eléctricas .....                                     | 33 |
| 2.5.1 Protección contra sobrecargas .....                                     | 33 |
| 2.5.2 Protección contra cortocircuitos .....                                  | 34 |
| 2.5.3 Protección por fusibles.....  | 36 |
| 2.5.4 Toma de tierra.....   | 36 |
| <br>  |    |
| CAPÍTULO 3 .....  | 39 |
| METODOLOGÍA: .....  | 39 |
| 3.1 Etapa 1 .....   | 39 |
| Reconocimiento del lugar de trabajo .....                                     | 39 |
| 3.2 Etapa 2 .....   | 40 |
| Toma de mediciones .....  | 40 |
| 3.3 Etapa 3 .....   | 43 |
| Rediseño eléctrico .....  | 43 |
| 3.4 Etapa 4 .....   | 43 |
| Análisis de resultados.....   | 43 |
| 3.5 Etapa 5 .....   | 44 |
| Implementación del manual de mantenimiento del sistema eléctrico .....        | 44 |
| 3.6 Etapa 6 .....   | 44 |
| Conclusiones y Recomendaciones.....   | 44 |
| <br>  |    |
| CAPÍTULO 4 .....  | 47 |
| REDISEÑO ELÉCTRICO: .....   | 47 |
| 4.1 Etapa 1 .....   | 47 |
| Inspección del lugar de trabajo:.....   | 47 |
| 4.1.1 Ubicación del departamento de mantenimiento, tableros y acometida ..... | 48 |
| 4.1.2 Ubicación de tableros.....  | 49 |
| 4.1.2.1 Tablero de emergencia de Urgencias (TE-1): .....                      | 49 |
| 4.1.2.2 Tablero principal de emergencia (TPE) .....                           | 50 |
| 4.1.3 Sistema de presión constante:.....                                      | 51 |
| 4.1.4 Lectura e interpretación de planos.....                                 | 52 |
| 4.1.5 Inspección de tableros .....  | 53 |
| 4.2 Etapa 2 .....   | 54 |
| Toma de mediciones .....  | 54 |
| 4.3 Etapa 3 .....   | 54 |
| Rediseño Eléctrico.....   | 54 |
| 4.3.1 Procedimiento y fórmulas empleadas: .....                               | 54 |
| 4.4 Etapa 4 .....   | 58 |
| Análisis de resultados:.....  | 58 |
| 4.4.1 Tablero de emergencia de Urgencias: .....                               | 59 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.4.1.2 Cálculo del calibre del cable principal del Tablero de emergencia de Urgencias:..... | 62  |
| 4.4.1.3 Cable principal del Tablero de emergencia de Urgencias: .....                        | 64  |
| 4.4.2 Tablero principal de emergencia.....   | 65  |
| 4.4.2.1 Cálculo del calibre del cable principal del Tablero principal de emergencia:.....    | 67  |
| 4.4.2.2 Cable principal del Tablero principal de emergencia:.....                            | 68  |
| 4.5 Etapa 5.....   | 70  |
| Manual de mantenimiento del sistema eléctrico.....   | 70  |
| 4.5.1 Implementación del manual de mantenimiento del sistema eléctrico .....                 | 70  |
| 4.5.2 Manual de mantenimiento de los sistemas eléctricos: .....                              | 71  |
| 4.6 Etapa 6.....   | 73  |
| Conclusiones y Recomendaciones.....  | 73  |
| 4.6.1 Conclusiones: .....  | 74  |
| 4.6.2 Recomendaciones: .....   | 75  |
| Bibliografía: .....  | 77  |
| Apéndices .....  | 79  |
| Apéndice 1. Tableros .....   | 80  |
| Memoria de Cálculos .....  | 105 |
| Anexos .....   | 122 |
| Anexo 1: Simbología empleada en los planos eléctricos.....                                   | 123 |
| Anexo 2: Tablas para el cálculo de calibres de cables y diámetro de ductos.....              | 125 |
| Anexo 3: Tablas para el cálculo de Motores.....  | 127 |
| Anexo 4: Factor de demanda .....   | 129 |
| Anexo 5: Tabla para definir el disyuntor .....   | 130 |
| Anexo 6: Equipo de medición Power Logic PM800.....   | 131 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Características principales de la planta de emergencia .....                     | 42 |
| Tabla 2. Breakers del Tablero de Emergencia de Urgencias.....                             | 49 |
| Tabla 3. Breakers del Tablero Principal de Emergencia .....                               | 51 |
| Tabla 4. Resultados Obtenidos en los Tableros de Emergencia de Urgencias .....            | 60 |
| Tabla 5. Comparación de calibres de cables .....  | 61 |
| Tabla 6. Tipo de carga por tablero .....  | 63 |
| Tabla 7. Factores de demanda para cargas de alumbrado, tomas y otras .....                | 64 |
| Tabla 8. Comparación del cable principal del tablero Emergencia de Urgencias.....         | 64 |
| Tabla 9. Tabla resumen de resultados obtenidos en el tablero Principal de Emergencia..... | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 10. Resultados obtenidos antes y después del rediseño eléctrico .....         | 66 |
| Tabla 11. Tipo de carga por tablero .....   | 67 |
| Tabla 12. Factores de demanda para cargas de alumbrado, tomas y otras .....         | 68 |
| Tabla 13. Comparación del cable principal del tablero Principal de Emergencia ..... | 69 |

## Índice de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Hospital Carlos Luis Valverde Vega.....                                 | 14  |
| Figura 2. Diseño de una instalación eléctrica.....                                | 22  |
| Figura 3. Acometida de tipo subterránea .....                                     | 27  |
| Figura 4. Medidor .....   | 28  |
| Figura 5. Transformador .....   | 30  |
| Figura 6. Tableros eléctricos .....   | 31  |
| Figura 7. Planta de emergencia .....  | 32  |
| Figura 8. Casa de máquinas del HCLVV .....  | 39  |
| Figura 9. Equipo de medición Power Logic PM800.....                               | 40  |
| Figura 10. Ubicación de los Tableros Principal y de Emergencias.....              | 41  |
| Figura 11. Planta de emergencia marca CATERPILLAR.....                            | 41  |
| Figura 12. Dato de placa de la planta de emergencia.....                          | 42  |
| Figura 13. Transformador de 500 KVA .....   | 47  |
| Figura 14. Departamento de Mantenimiento.....                                     | 48  |
| Figura 15. Simbología empleada en los planos eléctricos .....                     | 124 |
| Figura 16. Tabla de selección de calibre según el Código Eléctrico Nacional ..... | 125 |



## Resumen

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, disyuntores, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

El fin de una instalación eléctrica, es de distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Una manera segura es aquella que no presenta riesgos para los usuarios, ni para los equipos que alimenta o están cerca, y una manera eficiente, es aquella en la cual se evita consumos innecesarios, ya sea por pérdidas de los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras estos no se estén utilizando

Un buen diseño eléctrico es esencial para el correcto funcionamiento de los equipos que operan mediante estos sistemas, así como un adecuado plan de mantenimiento y personal capacitado.

La razón principal por la que se procedió a realizar este rediseño eléctrico es debido al crecimiento desordenado de los sistemas eléctricos que ha presentado el hospital a través de los años. Por eso este estudio se convierte en una necesidad que además de informar acerca del estado actual de los mismos, garantice la seguridad de operación de los sistemas eléctricos actuales y se cumpla con lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional

Por esta razón se procedió a realizar el rediseño del "Sistema Eléctrico de Emergencia del hospital de San Ramón Carlos Luis Valverde Vega", para verificar que los datos actuales sean correctos y corregir los problemas que pongan en riesgo la seguridad de los pacientes, visitantes y personal en general, que gozan de los servicios de este centro médico.

Inicialmente se realizó una inspección del lugar. Luego, se procedió con el reconocimiento de los tableros, su localización y estado; se revisaron sus conexiones internas, así como sus sistemas de alimentación. Se realizaron mediciones reales de corriente y voltaje para determinar las horas de consumo eléctrico máximas y mínimas. Después se elaboró el conteo manual de cargas de los planos eléctricos, los cálculos debidos y finalmente la determinación de los tamaños de los calibres de los cables para proceder al proceso de comparación y análisis de resultados.

**Palabras claves:** instalación eléctrica, rediseño eléctrico, plan de mantenimiento, sistema eléctrico.

## **Abstract**

It is called the power set of elements for transmission and distribution of electrical energy from the supply point to the computers that use installation. These elements include: boards, switches, transformers, switchgear, cables, connections, contacts, piping and supports.

The end of an electrical installation is to distribute power to connected equipment in a safe and efficient manner. One sure way is one that is safe for users or for equipment supplied and efficiently is one in which unnecessary consumption is avoided, either by loss of the elements that constitute or inability to disconnecting equipment or lighting sections while they are not in use

A good electrical design is essential for the proper functioning of the equipment operating by these systems, as well as adequate maintenance plan and trained staff.

The main reason proceeded to make this electrical redesign is due to uncontrolled growth of electrical systems submitted by the hospital through the years, so this study becomes a necessity in addition to reporting the current status of them, ensuring the safe operation of existing electrical systems and comply with the provisions of the National Electrical Code.

For these reasons is that carries out a redesign of the Electrical System Emergency to the Hospital of San Ramon Dr. Carlos Luis Valverde Vega, to verify that the actual data is correct and correct problems that endanger the safety of at risk patients, visitors and general staff, who enjoy the services of the medical center.

Initially it was performed a site survey, then proceeded with an acknowledgment of the boards, their location and status, internal connections were checked and their power systems. Actual Current and Voltage measurements were performed to

determine the times of maximum and minimum power consumption, then the manual counting of loads of electrical plans are developed, the calculations due and finally the determination of the sizes of wire gauges to proceed the process of comparison and analysis of results.

**Keywords:** electrical installation, electrical redesign, maintenance plan, electric system.

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

---

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

---

### 1.1 Historia del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega:



**Figura 1.** Hospital Carlos Luis Valverde Vega

El Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega fue inaugurado en 1955 y toma su nombre del médico ramonense Carlos Luis Valverde Vega, benemérito de la patria según decreto de la República de Costa Rica número 5 del 3 de marzo de 1949.

Este centro médico se ubica en el cantón de San Ramón de Alajuela, 400 metros al norte del Mercado Municipal.

El hospital cuenta con un Departamento de mantenimiento, el cual se encarga de velar por el correcto funcionamiento de algunos de los equipos del centro médico. Además, efectúa reparaciones y mantenimiento de las unidades eléctricas y sus elementos; el funcionamiento del ascensor, la caldera que se

utiliza tanto para el lavado de ropa como en el área de cocina, el funcionamiento y mantenimiento de la planta eléctrica en caso de ser requerida, entre otros.

El Departamento de mantenimiento cumple múltiples funciones de gran importancia, ya que algunos de los equipos deben ser constantemente revisados e intervenidos para lograr una mayor eficacia del lugar.

Se ha tratado de fomentar una política de mejora constante para minimizar gastos y maximizar la eficiencia de los servicios brindados.

### **1.2 Misión:**

El Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega de la Caja Costarricense de Seguro Social es un centro de salud que proporciona servicios de forma integral, oportuna, con calidad, seguridad y calidez de acuerdo con el marco legal vigente, con el propósito de mejorar la condición de vida de nuestros usuarios.

### **1.3 Visión:**

Seremos un hospital líder en la prestación de los servicios de salud según nuestro nivel resolutivo, comprometidos con la calidez, calidad y seguridad desarrollando políticas e indicadores de gestión que cumplan con las expectativas de nuestros usuarios.

### **1.4 Alcance:**

Se realizó el estudio de los sistemas eléctricos, específicamente el sistema de instalación eléctrica. Actualmente el hospital cuenta con varios sistemas eléctricos y mecánicos, de los cuales, sólo se atenderá al sector eléctrico. Lo anterior con el fin de detectar cualquier avería o daño y proceder a dar las recomendaciones necesarias para que sea reparado.

Este proyecto beneficiará tanto al centro médico como a sus usuarios, ya que se incrementará la seguridad operacional y se verificará el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos. Además, se adaptará cualquier tipo de especificación que exija el Código Eléctrico Nacional que haya cambiado en los últimos años.

### **1.5 Limitaciones:**

Por las dimensiones del hospital y los numerosos sistemas con los que cuenta, no será posible analizar todos los sistemas que posee dicho centro médico. Este proyecto delimitará su alcance específicamente al sistema de la instalación eléctrica, y se dejarán de lado los sistemas mecánicos, aunque ambos formen parte de los sistemas electromecánicos. Esto debido, a razones de tiempo.

### **1.6 Metodología:**

Se realizará el rediseño eléctrico del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega. Se procederá a realizar inspecciones a los tableros para observar el comportamiento de los mismos a distintas horas de demanda energética.

Se revisará el diseño actual, para comparar lo que se tiene con lo que se obtiene al final de este informe, para determinar si se dispone de los calibres de cables adecuados, sistemas de puesta a tierra y demás sistemas para analizar si el diseño actual es capaz de soportar la creciente demanda de este centro hospitalario o si es necesario realizar algún tipo de modificación pertinente.

Se realizará un proceso de revisión minucioso desde los tableros principales (Tableros de emergencias) ubicado en casa de máquinas hasta los tableros secundarios ubicados en distintos puntos del hospital para obtener las corrientes totales en los mismos, para determinar los calibres de los cables que utilizan estos sistemas. De esta manera se sabrá oportunamente si el sistema eléctrico



actual está capacitado para la incorporación de más sistemas eléctricos y si los sistemas actuales operan de manera segura.

Debido a la creciente población de Costa Rica, los sistemas de salud han aumentado la cantidad de sus pacientes, razón por la cual la Caja Costarricense de Seguro Social (C.C.S.S) se ha visto en la necesidad de incrementar sus instalaciones, personal y servicios. Esta situación ha generado un incremento en la demanda del consumo eléctrico, por consiguiente, los centros médicos se ven en la necesidad de renovar sus sistemas eléctricos, debido a que los que actualmente operan están diseñados para una población menor. Es por esta razón que en el Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega plantea esta necesidad y me brindan la oportunidad de realizar un rediseño del Sistema Eléctrico de emergencia para ajustar las necesidades actuales con esta realidad.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General:**

Rediseñar el sistema de la instalación eléctrica de emergencia del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega de San Ramón, con el fin de efectuar recomendaciones de posibles mejoras, para que el sistema funcione de forma segura y cumpla con lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional y la norma NPFA (National Fire Protection Association).

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

- Analizar el sistema de la instalación eléctrica de emergencia del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.
- Detectar las posibles fallas y riesgos del sistema para proceder a su clasificación según su orden de importancia.
- Clasificar los diferentes sistemas eléctricos en subsistemas para un ordenamiento en el trabajo.
- Realizar los respectivos estudios de cada sistema y subsistema para obtener la información requerida y verificar su correcto funcionamiento.
- Recomendar las respectivas mejoras, según lo estipulado por el actual Código Eléctrico Nacional.

## **1.8 Justificación**

En el tablero de emergencia se encuentran las cargas más críticas de un sistema eléctrico. En el caso de un hospital éstas no deben dejar de operar en caso de emergencia ya que pueden poner en riesgo la vida de los pacientes. Por ejemplo, para el área de cirugía es vital el continuo flujo eléctrico. Así también en sectores como: pediatría, urgencias, sala de partos, maternidad, farmacia, entre otros. Estos sectores son los más dependientes del sistema de energía constante y se deberá garantizar su operación en todo momento gracias a los tableros de emergencia, que en caso de carencia del servicio eléctrico por parte de la compañía que lo suministra (I.C.E) podrán operar gracias a la planta de emergencia.

Según un proyecto anterior se determinó que el transformador con que contaba el hospital no era capaz de satisfacer las necesidades de ese momento. Por esa razón que se realizaron algunas mejoras eléctricas en las que se incluyó la colocación de un nuevo transformador de 500 KVA por lo que se reemplazó el antiguo, que tan sólo tenía capacidad para 300 KVA.

Este proyecto anterior impulsó la idea de realizar algunos cambios significativos en los tableros eléctricos principales, por lo que se colocó un "Tablero de emergencia" completamente nuevo, Estos trabajos fueron realizados hace 3 años, por lo que es el momento ideal para efectuar un rediseño eléctrico, y así definir los cambios significativos en los sistemas eléctricos que han surgido en estos últimos años.

## **1.9 Definición del problema**

Debido a la creciente población de nuestro país, los servicios de salud han incrementado su demanda. Es por esta razón que para la Caja Costarricense de

Seguro Social se convierte en una necesidad elemental invertir en la expansión de sus instalaciones y servicios.

A pesar de tanta necesidad, las limitaciones económicas juegan un papel fundamental, ya que no se cuenta con el capital necesario para invertir en este tipo de situaciones, aún cuando son fundamentales para la salud pública.

Este proyecto consiste en un rediseño eléctrico del sistema de emergencia. En él se revisará de manera minuciosa los sistemas eléctricos actuales y se establecerá un nuevo diseño. Éste determinará la capacidad actual de los sistemas con los que se cuenta y se analizará si existe la capacidad de instalar nuevos sistemas eléctricos de manera que el sistema actual trabaje de manera segura. Además, que los nuevos sistemas no afecten la capacidad actual.

## CAPÍTULO 2

# MARCOTEÓRICO

---

## CAPÍTULO 2

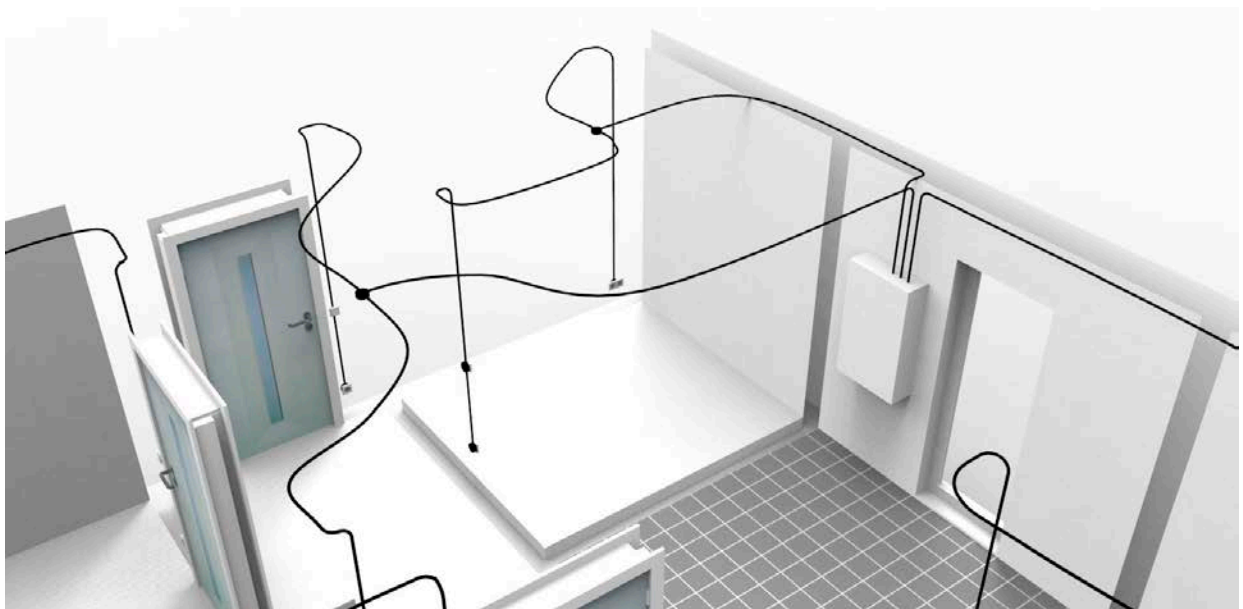
### MARCO TEÓRICO

---

#### 2.1 Definición de instalación eléctrica

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos los cuales permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos dependientes de ésta.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos).



**Figura 2.** Diseño de una instalación eléctrica

**Tomado de:** ([www.archiexpo.es/prod/data-design-system/programas-instalacion-electrica-3d-cad-2d-53434-1087303.html](http://www.archiexpo.es/prod/data-design-system/programas-instalacion-electrica-3d-cad-2d-53434-1087303.html))

### **2.1.1 Líneas interiores**

Se llaman líneas interiores o, también líneas de consumo, a las instaladas en el interior de los edificios o estructuras. Comprenden desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica, hasta los aparatos receptores (lámparas, timbres, cocinas, entre otros).

La corriente más empleada es la trifásica con neutro a 220/127V. Por lo general, la acometida se realiza con una, dos o las tres fases y el neutro, según la importancia de la instalación.

Las líneas interiores constan de dos partes:

1ª. Desde el punto de conexión con la red de la empresa suministradora hasta el cuadro de contadores inclusive.

2ª. Desde el cuadro de contadores hasta los puntos de conexión de los aparatos mismos.

Por lo general, las empresas suministradoras tienen previstas normas para la instalación de la primera parte. En todo momento, el encargado de proyectar y realizar una nueva instalación debe respetar estas normas, cuando las hubiere.

### **2.1.2 Cálculo de las líneas eléctricas**

En el cálculo para instalaciones eléctricas, tiene importancia decisiva, la intensidad de corriente consumida por los distintos receptores de energía eléctrica conectados a la red. Esta intensidad de corriente depende por una parte, de la potencia eléctrica de los aparatos consumidores, por otra de la tensión de la red. Y finalmente, de la clase de corriente empleada.

## 2.2 Conceptos básicos:

De acuerdo con el artículo 100, Definiciones del Capítulo I del Código Eléctrico Nacional 2008 se citan las definiciones siguientes:

**Alimentador:** “Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.”

**Factor de demanda:** “Relación entre la demanda máxima de un sistema, o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o a una parte del mismo, en estudio.”

**Artefacto:** “Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica normalmente en tamaños o tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como por ejemplo lavar ropa, acondicionamiento del aire, mezclar alimentos, freír, etc.”

**Dispositivo:** “Elemento de un sistema eléctrico destinado a transportar la energía eléctrica, pero no a utilizarla.”

**Enchufe o clavija:** “Dispositivo que mediante inserción en un tomacorriente, establece una conexión entre los conductores del cable flexible unido a él y los conductores conectados en forma permanente al tomacorriente.”

**Equipo de acometida:** “Equipo necesario, que consiste generalmente en un(os) interruptor(es) automático(s), o interruptor(es) y fusible(s), con sus accesorios, conectado(s) al extremo de carga de los conductores de acometida a una edificación u otra estructura u otra área designada, y destinado para constituir el control principal y de desconexión del suministro.”



**Equipo de utilización:** “Equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado o similares.”

**Sobrecarga:** “Funcionamiento de un equipo por encima de su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor por encima de su capacidad nominal de conducción de corriente que, cuando persiste durante un tiempo suficiente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.”

**Sobrecorriente:** “Cualquier corriente que supere la corriente nominal de un equipo o la capacidad de conducción de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.”

**Calibre de los conductores:** Los calibres de los conductores se expresan en

Se llamará acometida aérea cuando los conductores que proceden de la red suministradora están situados por encima del nivel del suelo.

Las acometidas pueden ser aéreas, para consumos domésticos o individuales de poca potencia, o bien subterráneas para mayores consumos. Se tiende a eliminar en lo posible las acometidas aéreas y actualmente casi todas las acometidas se hacen subterráneas.

“Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo hasta e incluidos los empalmes, si los hay, que conectan a los conductores de entrada de acometida a la edificación u otra estructura.”

La acometida aérea es más barata y sencilla, pero también es menos segura y comporta problemas de cruzamientos de calles y exposición de los conductores al exterior. Además, implica la existencia de líneas aéreas o grapadas en las fachadas, líneas que también tienden a eliminarse.

La acometida para grandes edificaciones de nueva construcción siempre será de tipo subterránea. Este punto es muy importante tenerlo en cuenta ya que el hecho de ser subterránea significa efectuar obra civil en la calzada y en la acera para poder ejecutar la conexión. Esta circunstancia complica enormemente lo que de otro modo sería una sencilla tendida de cables, y debe ser ejecutado por la compañía suministradora o por las empresas instaladoras.

Por el contrario, será acometida subterránea cuando estos conductores estén situados bajo el nivel del suelo.

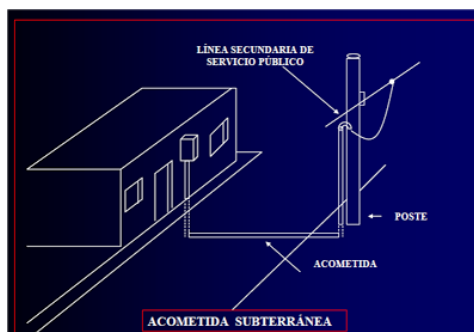
“Conductores subterráneos de acometida entre la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, y el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en una caja de terminales o medidor u otro encerramiento, dentro o fuera del

muro de la edificación. Si no existe caja de terminales, medidor u otro encerramiento, el punto de conexión debe ser considerado como el punto de entrada de los conductores de acometida al edificio.”

Desde la línea más cercana de la empresa suministradora de energía eléctrica, se tenderá una derivación subterránea hasta la caja de acometida situada en el edificio. En las acometidas subterráneas, la caja de acometida se instalará preferentemente en el interior de los edificios, en pared exenta de humedad. Se situará de manera que cerca de ella, puedan instalarse la caja principal de distribución en la que se centralizará la mayor parte posible de los servicios y, si las hubiere, las líneas de acometida privada.

En el interior de los edificios, el cable subterráneo que constituye la acometida general debe protegerse con un tubo de fibrocemento o ladrillo, de manera que pueda realizarse con facilidad si sustitución o reparación si tal cosa fuera necesaria.

La caja de acometida ha de contener un fusible cortocircuito por cada conductor activo y un seccionador para el neutro, si lo hubiese. En cuanto al seccionador para el neutro puede consistir, sencillamente, en una plaquita metálica con dos tornillos de conexión para los cables de entrada y salida.



**Figura 3.** Acometida de tipo subterránea

**Tomado de:** (<http://sistemaselectricosdefuerzayalumbrado.blogspot.com/2012/08/12-identificar-los-componentes-de-los.html>)

### 2.3.2 Medidor

Este equipo esta sellado y debe de ser protegido contra agentes externos, y deberá estar colocado en un lugar accesible para su lectura y revisión.



**Figura 4.** Medidor

**Tomado de:** ([www.tussolucioneselectricas.com/37/articulo/37](http://www.tussolucioneselectricas.com/37/articulo/37))

### 2.3.3 Interruptores y conmutadores

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente.

**Tomado de:** (<http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/>)

Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

Los interruptores tienen por objeto cortar la corriente en un punto determinado de la red.

Los pulsadores cierran el circuito eléctrico temporalmente y sólo mientras se acciona el aparato con el dedo. Cuando cesa la presión del dedo, entra en acción un muelle situado en el interior del aparato y queda desconectado el circuito. Los pulsadores como los interruptores, se fabrican de porcelana, bakelita entre otros materiales.

Los conmutadores, como su nombre lo indica, conmutan dos o más circuitos eléctricos.

#### **2.3.4 Arrancador**

Es el arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de navajas (cuchillas) con fusible, un contactor electromagnético y un relevador bimetálico. El contactor consiste básicamente de una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contactos al energizar o desenergizar la bobina.

**Tomado de:** (<http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/>)

#### **2.3.5. Fusibles**

“Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte fundible, que se calienta y rompe el paso de una sobrecorriente a través de ella, realizando la apertura de un circuito.” (Artículo 100, Capítulo 1, Código Eléctrico Nacional 2008).

Los conductores eléctricos de una instalación deben protegerse contra los cortocircuitos y las intensidades excesivas, llamadas sobreintensidades. El procedimiento más sencillo y a la vez, el más utilizado es intercalar en el circuito que se ha de proteger. Un trozo de material fácilmente fusible, que funde al pasar por él una intensidad demasiado grande y abre de esta manera el circuito eléctrico, para proteger así los aparatos receptores conectados a la red eléctrica.

Notas importantes:

Cada conductor activo debe protegerse con disyuntores termo magnéticos.

Los conductores neutros no deben protegerse nunca.

### 2.3.6 Transformador

El transformador es un aparato estático, de inducción electromagnética, destinado a transformar un sistema de corrientes alternas en uno o más sistemas.

De no ser por el transformador tendría que acortarse la distancia que separa a los generadores de electricidad de los consumidores. Esto se debe a las grandes pérdidas que significaría llevar la energía desde la planta de generación eléctrica a los diferentes consumidores a través de grandes distancias a bajos diferenciales de tensión. En estos, la corriente se incrementaría, y aumentaría por consiguiente las pérdidas.



**Figura 5.** Transformador

### 2.3.7 Tableros

Se entiende por tablero a un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores, y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

**Tomado de:** (<http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/>)



**Figura 6.** Tableros eléctricos

**Tomado de:** ([www.deltaa1.net/tableros\\_electricos.html](http://www.deltaa1.net/tableros_electricos.html))

### **2.3.8 Salidas para alumbrado y contactos**

Las unidades de alumbrado, al igual que los motores, están al final de las instalaciones y son consumidores. Transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente también en calor.

### **2.3.9 Plantas de emergencia**

Las plantas de emergencia constan de un motor de combustión interna acoplada a un generador de corriente alterna. El cálculo de la capacidad de una planta eléctrica se hace en función con las cargas que deben de operar permanentemente. Estas cargas deberán quedar en un circuito alimentador y canalizaciones dependientes.

**Tomado de:** (<http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/>)



**Figura 7.** Planta de emergencia

**Tomado de:** (<http://plantaselectricasusadas.blogspot.com/2011/05/planta-electrica-caterpillar-2000-kw.html>)

## 2.4 Esquemas eléctricos

Se pueden clasificar los esquemas eléctricos en esquemas multipolares (llamados multifilares) y esquemas unipolares (denominados también unifilares). En los esquemas multipolares se representan todos los hilos y conexiones que intervienen en una instalación eléctrica. Por el contrario, en los esquemas unipolares no se representan todas las conexiones, sino solamente las imprescindibles para una buena comprensión del esquema.

Los esquemas unipolares son de gran utilidad cuando se trata de representar instalaciones eléctricas muy complejas.

Los esquemas unifilares describen esencialmente:

- Los circuitos de los que se compone la instalación.
- La dimensión de los conductores de cada línea y el tipo de cable a utilizar.
- Las protecciones que hay que poner para cada línea y cómo han de estar conectadas las líneas entre sí.
- Qué elementos atiende cada línea.
- Cuánta potencia está conectada a cada línea, expresada en kilovatios.



Los esquemas unifilares no están dibujados a ninguna escala, ya que sólo son representaciones imaginarias de los parámetros y dimensiones de los elementos tecnológicos de la instalación. Todas las líneas aparecen con la misma longitud, y todos los elementos de protección del mismo tamaño, cuando en realidad no es así.

## **2.5 Protección de líneas eléctricas**

Los cables eléctricos no tienen otra limitación para aceptar el paso de corriente que el aumento de temperatura. Este aumento de temperatura debido al paso de corriente es cuantitativamente ilimitado.

Mucho antes de llegar la temperatura máxima, el conductor de cobre o de aluminio llega a la temperatura de fusión. Mucho antes todavía, el aislamiento de protección plástica de PVC, elastómeros o cualquier otro polímero también llega a su punto de fusión e incluso de combustión.

Por todo ello, en cuanto un cable se recalienta, la protección de aislamiento se degrada, funde y según el tipo de aislamiento puede llegar a arder.

### **2.5.1 Protección contra sobrecargas**

Las instalaciones se diseñan con una previsión de cargas concreta para cada línea. A partir de la potencia que deben suministrar se calcula la corriente máxima que deberá circular por el cable.

Puede ser que una vez que la línea esté instalada y en funcionamiento, se conecten más y más receptores en esa línea, agotándose los márgenes de seguridad que el proyectista tuvo en cuenta en su diseño. Puede pasar incluso que se conecten todavía más receptores a la línea, con lo que se superarán

ampliamente las corrientes máximas admitidas por las tablas. Se produce entonces una sobrecarga de línea, debido a la conexión de más cargas de las que puede atender.

En general, los cables pueden admitir sobrecargas sin problemas, siempre que sean de muy corta duración y porcentualmente pequeñas con relación al límite del cable. En caso contrario, el cable se calentará irremediablemente hasta extremos que pueden ser peligrosos.

Para evitarlo, se dispone de las denominadas protecciones térmicas. No son más que un interruptor automático conectado a un elemento bimetálico, muy sensible a la temperatura. Si la corriente que pasa por el elemento bimetálico sobrepasa un límite fijado, aumenta la temperatura y el bimetálico se albea, ya que cada metal tiene diferente coeficiente de dilatación. Al alabearse deja de hacer contacto y se dispara el interruptor automático.

No es posible volver a conectar manualmente el interruptor automático, hasta que el elemento bimetálico se haya enfriado lo suficiente, como para volver a su posición inicial.

Es importante resaltar que este tipo de protecciones actúa por temperatura de forma lenta, ya que el aumento de temperatura en el conductor y en el bimetálico es también lento.

### **2.5.2 Protección contra cortocircuitos**

Un cortocircuito es una sobrecorriente muy elevada que se produce de repente, en poco espacio de tiempo.

El origen y la evolución de un cortocircuito es el contacto directo entre dos conductores de un circuito.

El aumento de la corriente se produce de forma brusca y casi instantánea, en el mismo momento del contacto entre los dos conductores. La sobrecorriente es tan alta que el sistema de protección térmico no sería eficaz, ya que se produciría el sobrecalentamiento del cable al mismo tiempo que la protección, y probablemente arderían los dos.

Para evitarlo se disponen de las denominadas protecciones magnéticas. Consisten en una bobina con un núcleo metálico móvil. Circulando por la bobina la corriente nominal, el campo magnético generado por la bobina no es capaz de desplazar el núcleo de su sitio. En cambio, en el caso de sobrecorriente importante, la variación de la corriente es capaz de desplazar el núcleo, el cual acciona el interruptor que desconecta el circuito.

Es un sistema muy rápido, capaz de actuar en 0,01 segundos para corrientes 100 veces la nominal. Aunque, necesita una sobrecorriente importante para actuar, son prácticamente instantáneos.

Tienen una limitación superior para corrientes extraordinariamente elevadas. En efecto, si la corriente es muy alta, es posible que la corriente funda todo el sistema y comunique los dos bornes del interruptor. Por ello, se define el poder de corte como la corriente máxima que puede admitir el interruptor sin comunicar los dos bornes de su conexión.

El disparo del interruptor puede entonces deberse a una sobrecarga o a un cortocircuito. Si se ha producido una sobrecarga, debe procederse a desconectar algunos aparatos y esperar a que el interruptor se enfríe. Si el problema ha sido por cortocircuito, se debe proceder a analizar toda la instalación hasta encontrar la avería. También muchas veces el problema es un receptor con una avería interna que se acaba de conectar a la red.

### **2.5.3 Protección por fusibles**

Los fusibles o cortacircuitos de seguridad son otra forma de protección contra sobrecorrientes.

Están constituidos por un conductor extremadamente delgado, y calibrado de forma que al circular por él una determinada corriente se funde por sobretensión. Evidentemente se interrumpe el servicio y deja de circular corriente de forma inmediata.

### **2.5.4 Toma de tierra**

Una toma de tierra consiste en una conexión al terreno de forma que se pueda establecer una buena circulación de corriente al suelo.

Esta parte de la protección contra las descargas es de importancia primordial ya que una mala toma de tierra no solamente hace ineficaz la instalación del pararrayos, sino que en caso de tormenta, la situación es más peligrosa que si no se hubiese instalado nada.

La toma de tierra está constituida por una placa metálica preferiblemente de cobre estañado o, en su defecto, de hierro galvanizado, de uno a dos metros cuadrados de superficie y de dos a cinco milímetros de espesor.

La placa que constituye la toma de tierra se coloca en el suelo, a una profundidad mínima de 2 metros. Debe elegirse para su emplazamiento el lugar más húmedo, por ser el más conductor. La placa se rodeará de carbón triturado y humedecido.

En todos los casos, deben disponerse de varias tomas de tierra para una eficiente protección de los edificios. Su número depende de las dimensiones del edificio que se ha de proteger.

# CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

---

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA:

---

#### 3.1 Etapa 1

##### Reconocimiento del lugar de trabajo

Inicialmente se procede a realizar una inspección y un reconocimiento del área de trabajo, por lo que se hace una identificación de la ubicación y condición de los tableros eléctricos. Se observan las condiciones de operación de estos dispositivos. Se revisan en su interior, las conexiones y en su exterior elementos como la cantidad de disyuntores; calidad, cantidad y colores de los cables, estado de los tableros, debida rotulación y ubicación de los tableros.

Esta valoración inicial sirve para tener una idea general del total de dispositivos por evaluar, condiciones y ambiente de trabajo.



**Figura 8.** Casa de máquinas del HCLVV

La figura anterior muestra la ubicación de los tableros principales del hospital. Adentro se observan los mismos, en este recinto se ubican tanto el tablero normal como el de emergencia (tablero de estudio).

## 3.2 Etapa 2

### Toma de mediciones

Se realizaron tomas de datos en los tableros a distintas horas del día por varios días, por lo que se pudieron determinar los valores máximos y mínimos de demanda de potencia y corriente.

Se utilizó el equipo Power Logic PM 800, el cual es un dispositivo incorporado en los Tableros de emergencias de casa de máquinas y en los tableros de Emergencia de urgencias.

El Power Logic PM 800, mide corriente, voltaje y potencia. Proporciona valores de las corrientes en cada fase y en el neutro. El Voltaje entre líneas y entre líneas y neutro.



**Figura 9.** Equipo de medición Power Logic PM800

El hospital además de contar con los Tableros principal (TP) y de emergencia (TE), posee una planta de emergencia. Esta en caso de carencia de servicio eléctrico deberá suministrar electricidad a todas las cargas conectadas al tablero de emergencia, en un máximo de 20 segundos. Esto con el objetivo de garantizar que los equipos médicos más críticos funcionen en todo momento.





**Figura 10.** Ubicación de los Tableros Principal y de Emergencias

Para garantizar que la planta de emergencia funcione en óptimas condiciones, ésta se encuentra programada para trabajar todos los sábados a partir de las 9:00 am y hasta las 9:30, ya que debe estar en accionamiento constante para evitar que se dañe con el paso del tiempo.



**Figura 11.** Planta de emergencia marca CATERPILLAR

La planta de emergencia con que cuenta el Hospital tiene las siguientes características según su dato de placa:

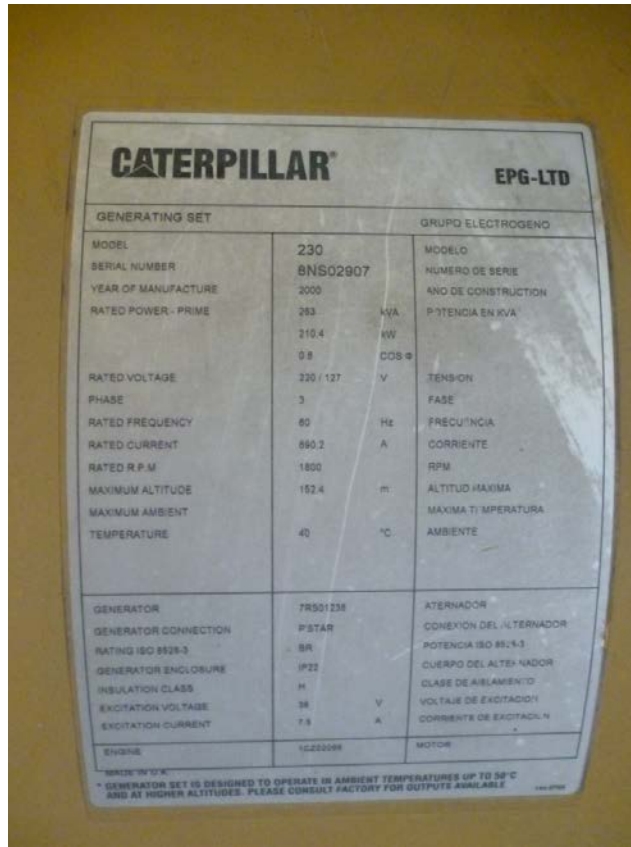


Figura 12. Dato de placa de la planta de emergencia

Tabla 1. Características principales de la planta de emergencia

| Parámetro | Característica |
|-----------|----------------|
| Marca     | CATERPILLAR    |
| Modelo    | 230            |
| KW        | 210            |
| RPM       | 1800           |
| KVA       | 263            |

### **3.3 Etapa 3**

#### **Rediseño eléctrico**

En esta etapa del proyecto se realizó un análisis de la información con la que se contaba (planos, tableros, diagramas unifilares), junto con la información obtenida mediante la toma de datos.

Se realizó un conteo de cada uno de los elementos del sistema eléctrico de emergencia, luminarias, tomacorrientes, salidas especiales. Con estos datos se determinó cada una de las líneas que ya se encontraba diseñada, determinando si su calibre de cable y corriente eran las adecuadas. A su vez, con la información de todas las líneas de cada tablero se obtuvo la corriente y el calibre de salida de los mismos, y así sucesivamente hasta llegar al tablero de emergencia de urgencias y al tablero principal de emergencia ubicado en casa de máquinas.

Al final de este proceso se logró determinar si los datos del rediseño coincidían con los de la instalación existente. De no ser así se procederán a hacer las correcciones y recomendaciones respectivas.

### **3.4 Etapa 4**

#### **Análisis de resultados**

Una vez finalizada la etapa de rediseño se procedió a analizar la información recopilada. De tal manera se realizaron las recomendaciones para que el departamento de mantenimiento tenga una idea de lo que se encuentra en correcto estado y lo que debe ser corregido. Se analizaron los daños o errores de acuerdo con la gravedad o al orden de importancia para ir poco a poco reparando cada falla, para que todas sean eliminadas y garantizar que el sistema eléctrico de emergencia opere de manera segura y eficiente, según la normativa vigente por el Código Eléctrico Nacional (NEC).

### **3.5 Etapa 5**

#### **Implementación del manual de mantenimiento del sistema eléctrico**

Como parte del aporte a la institución se realizó un manual de mantenimiento del sistema eléctrico. En él, los técnicos a cargo de hacer cualquier tipo de modificación en el sistema eléctrico, pueden documentar cualquier tipo de alteración que se realice en los tableros, líneas eléctricas o dispositivos. Esto, con el fin de garantizar que las labores que se realicen sean debidamente documentadas y archivadas. En caso de cualquier rediseño posterior, la empresa o encargado del proyecto, podrá tener la información actual del sistema y de los cambios o modificaciones realizadas en el transcurso del tiempo.

Éste será uno de los logros más beneficiosos para la institución ya que actualmente el crecimiento del hospital, sumado a la gran cantidad de cambios y modificaciones que se realizarán, dificulta el acceso a información 100% confiable y actualizada.

Se propone que se documente cualquier tipo de modificación eléctrica, para que cada cierto periodo se pueda actualizar todos estos cambios en los planos eléctricos y así obtener un producto final mucho más confiable.

### **3.6 Etapa 6**

#### **Conclusiones y Recomendaciones**

La etapa final fue mostrar las conclusiones del proyecto. Así se evaluó si se lograron o no los objetivos propuestos. Con ello, se obtuvo una idea del impacto que tuvo el trabajo, y se demostró si todo se encontraba en perfectas condiciones y no era necesario ningún tipo de modificación. En caso contrario, que existieran fallas en los sistemas eléctricos y éstas pudieran ser reparadas. Cualquiera de las

dos situaciones anteriores pudo ser establecida mediante datos reales y confiables.

CAPÍTULO 4  
REDISEÑO ELÉCTRICO

---

## CAPÍTULO 4

### REDISEÑO ELÉCTRICO:

---

Se procedió a realizar cada una de las etapas anteriores para desarrollar el rediseño eléctrico.

#### 4.1 Etapa 1

##### Inspección del lugar de trabajo:

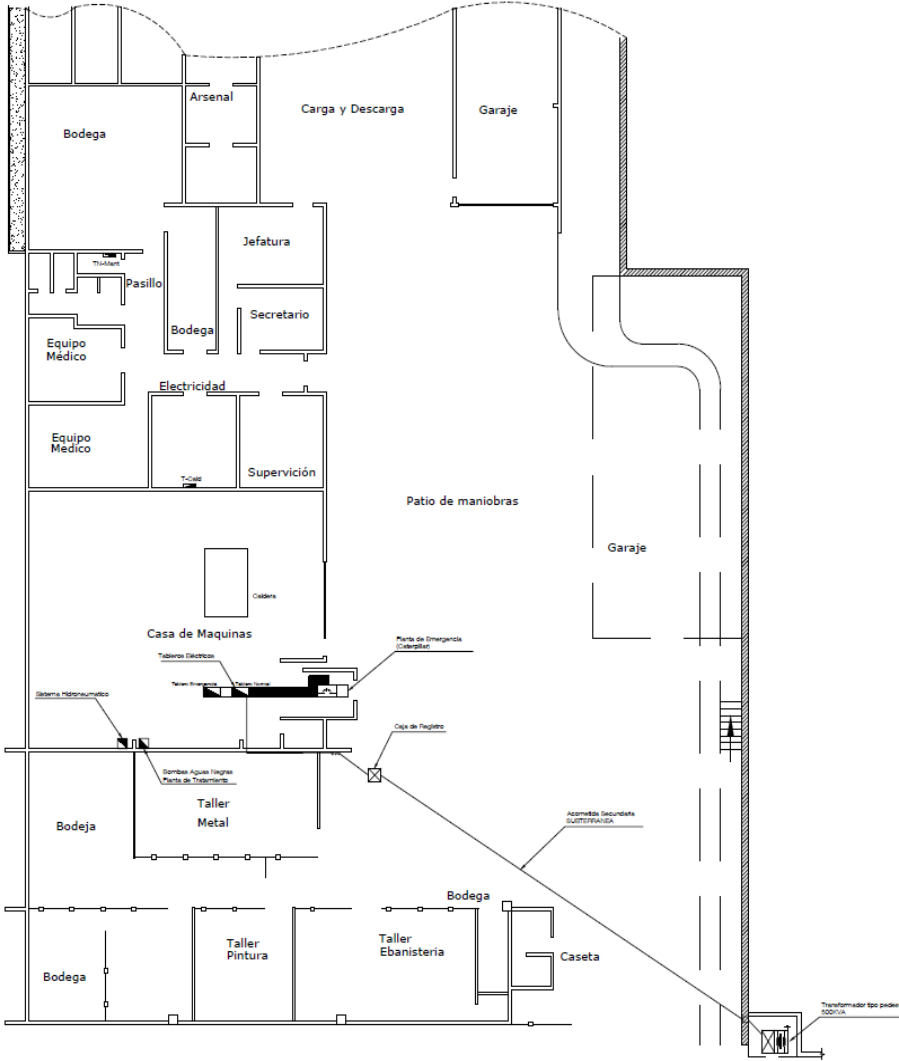
El Hospital Carlos Luis Valverde Vega tiene una extensión aproximada de 15 779



En el recinto de casa de máquinas se encuentran los tableros principal y de emergencias, además de la planta de emergencia. Todos estos sistemas eléctricos se encuentran debidamente protegidos, con acceso restringido y operan de manera segura. El lugar se encuentra limpio, libre de polvo, suciedad, obstáculos y debidamente rotulado.

**4.1.1 Ubicación del departamento de mantenimiento, tableros y acometida**

A continuación se muestra la ubicación del departamento de mantenimiento, su distribución, tableros y acometida subterránea.



**Figura 14. Departamento de Mantenimiento**



#### 4.1.2 Ubicación de tableros

El tablero principal de emergencia (TPE) de casa de máquinas alimenta otro tablero localizado a unos 100 metros de este. Se encuentra ubicado dentro del Hospital específicamente en el área de Urgencias. Éste se conoce como “Tablero de emergencia de Urgencias” (TE-1).

##### 1.9.1.1 4.1.2.1 Tablero de emergencia de Urgencias (TE-1):

El “Tablero de emergencia de Urgencias” se encuentra localizado en el área de Urgencias del Hospital. A su lado se encuentra el Tablero normal de Urgencias.

La siguiente tabla detalla cada uno de los disyuntores del “Tablero de emergencia de Urgencias”.

**Tabla 2.** Breakers del Tablero de Emergencia de Urgencias

| <b>Tablero de emergencia de Urgencias</b> |
|---|
| Farmacia                                  |
| Diabéticos                                |
| Lab. Rayos X                              |
| Sala de partos*                           |
| Maternidad                                |
| Salón cirugía                             |
| Pediatría                                 |
| Sala de medicina                          |
| Cirugía menor, adm, sala shock            |
| Quirófano*                                |
| Diabético                                 |
| Mat2                                      |
| Neonatos                                  |

|                          |
|--------------------------|
| Observación de críticos* |
| Cuarto crítico*          |

\*Estos breakers no cuentan con información en planos eléctricos, sin embargo serán tomados en cuenta ya que se encuentran en el diagrama unifilar y físicamente están en los tableros.

Una vez identificados los elementos del “Tablero de emergencia de Urgencias” se realiza un conteo de dispositivos de cada línea previamente establecida en el diseño actual. Este diseño se analiza con el fin de saber si los calibres de los cables que se utilizan son los que el sistema requiere. De esta manera saber si el sistema actual está operando de manera adecuada y si es capaz de soportar la incorporación de nuevas cargas, según la Normativa actual de Código Eléctrico Nacional.

#### **1.9.1.2 4.1.2.2 Tablero principal de emergencia (TPE)**

El “Tablero principal de emergencia” se ubica en el departamento de mantenimiento, específicamente en la zona de casa de máquinas. En este recinto, también se localizan otros equipos, como lo son la caldera, los motores de la bomba de agua y la planta de emergencia.

Este tablero es el encargado de abastecer todos los servicios eléctricos de mayor importancia del hospital. Se encuentra conectado en caso de ausencia de servicio eléctrico a la planta de emergencia, que deberá responder de manera casi inmediata, en un lapso no mayor de 20 segundos.

El “Tablero principal de emergencia” está subdividido en subtableros, en los cuales se encuentra el Tablero de emergencia de Urgencias (TE-1).

**Tabla 3.** Breakers del Tablero principal de emergencia

| <b>Tablero principal de emergencia</b> |
|--|
| TE-1                                   |
| TE-VE                                  |
| Caldera                                |
| Gradas de nutrición                    |
| Luces exteriores                       |
| Lavandería                             |
| Planta tratamiento                     |
| Tomas caldera*                         |
| Ginecología, Rec. Hum*                 |
| Luces y tomas caldera*                 |
| Sistema de presión constante           |
| Aire caldera                           |

\*Estos breakers no cuentan con información en planos eléctricos, sin embargo serán tomados en cuenta ya que se encuentran en el diagrama unifilar y físicamente están en los tableros.

#### **4.1.3 Sistema de presión constante:**

El sistema hidroneumático fue sustituido por un sistema de presión constante, el cual se ubica en el área de casa máquinas y pertenece al “Tablero principal de emergencias.”

El Hospital extrae el agua por medio de bombas y pozo, mediante un sistema de presión constante que es el encargado del suministro de agua, tanto de consumo diario como de limpieza.

Para esta labor se cuenta con 4 bombas de 7,5 hp cada una. Éstas trabajan de manera alternada. En su máxima operación, funcionan tres al mismo tiempo.

#### **4.1.4 Lectura e interpretación de planos**

Se obtuvieron los planos actualizados de cada línea con sus respectivas luminarias, tomacorrientes, salidas especiales y cualquier otro tipo de dispositivo, para los cuales se ha utilizado la simbología respectiva (Ver Anexo 1).

En los planos se detalla el diseño arquitectónico del edificio del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega, junto con las respectivas luminarias existentes, tomacorrientes, líneas tanto de luminarias como de tomas, que corresponden a cada breaker existente. Se debe conocer su respectiva simbología para realizar su identificación. Mediante estos planos es posible hacer un conteo manual, línea por línea de cada una de ellas, para así mediante las tablas de tableros poder determinar su corriente, el calibre de cable empleado, la potencia total, las protecciones, la corriente demandada, entre otros.

Se observaron algunos errores en los planos eléctricos, como por ejemplo la existencia de líneas eléctricas que llevaban el mismo nombre. Esto no es correcto en un diseño eléctrico, además de la existencia de disyuntores que se utilizan para dispositivos únicos. Esto es permisible, pero solo en casos como lo son: aires acondicionados, salidas especiales o cualquier dispositivo que lo requiera, especialmente por tener una alta demanda de consumo eléctrico. Pero, se detectan casos de tomacorrientes que no lo requieren y han utilizado líneas eléctricas de manera exclusiva, lo cual no se justifica económicamente.

Mediante una línea eléctrica de conexiones de dispositivos se pueden controlar de manera simultánea distintos elementos por medio de un solo disyuntor. Por ejemplo: tomacorrientes, luces y otros se mantiene el orden en los sistemas eléctricos. Se justifica la existencia de un breaker exclusivo para un solo artefacto eléctrico en caso de ser altos consumidores de corriente eléctrica como en el caso de cocinas eléctricas, aires acondicionados, tanques de agua caliente, secadoras de ropa, entre otros.

En estos casos especiales es necesario utilizar una sola línea eléctrica para un solo dispositivo debido a su alta demanda de consumo eléctrico. Estas situaciones deben estudiarse previamente y detallarse debidamente para evitar un diseño ineficiente.

#### **4.1.5 Inspección de tableros**

Una vez realizado el conteo de luminarias, tomas y demás dispositivos en cada línea, se procedió a realizar una inspección de tableros con el fin de determinar si la información actual del plano coincide con la del tablero. Mediante la cantidad de breakers fue posible saber si los tableros cuentan con los disyuntores que se detallan en el plano. O, si fue necesaria algún tipo de medición en caso de existir breakers que han sido incorporados después del diseño del plano. En muchas ocasiones se realizan labores de mantenimiento, sin los debidos documentos de información y la actualización de datos.

Existían casos en los que algunos disyuntores fueron eliminados del tablero. Se encontraban físicamente y hasta en el plano, pero no estaban en operación, por lo que no fluyen por ellos ningún tipo de corriente. Por esta razón, en la actualización de la información de los planos eléctricos fueron eliminados, tanto de los planos, como de los tableros. Esto puede llegar a generar confusiones con los sistemas eléctricos que se encuentran en operación.

Una vez establecida la cantidad exacta de líneas de cada tablero, se pudo determinar la corriente de demanda máxima total que circula por cada cable. De esta manera se pudo saber con exactitud que el cable seleccionado anteriormente, era capaz de soportar la demanda actual. En caso contrario, se debió informar al departamento de mantenimiento para que ellos tomen medidas en el asunto. Este mismo proceso se realizó con cada uno de los tableros de emergencia, el principal o el de emergencia de Urgencias, para al final obtener el calibre del cable del Tablero principal de Emergencias.

## **4.2 Etapa 2**

### **Toma de mediciones**

En los tableros de emergencia tanto de Urgencias como el de casa máquinas. Este no es un inconveniente debido a la existencia del equipo Power Logic PM 800 (Ver Anexo 6). Es capaz de determinar a cada instante las mediciones de corriente, voltaje, factor de potencia. Es de suma importancia ya que no se necesita abrir los tableros, buscar los cables y utilizar instrumentos para realizar mediciones, sino simplemente se realiza la lectura del equipo directamente.

Se realizan mediciones en el Tablero principal de emergencia de casa de máquinas para observar el comportamiento de las cargas y así establecer las horas de demanda máxima, en las cuales se incrementa el consumo de corriente. Según las tomas de datos, éstas van desde las 12:30 p.m hasta la 1:30 pm, las cuales corresponden a las horas de almuerzo de la institución. Durante este período se pudo observar un aumento en el consumo eléctrico en comparación con las demás horas.

## **4.3 Etapa 3**

### **Rediseño Eléctrico**

#### **4.3.1 Procedimiento y fórmulas empleadas:**

La etapa de rediseño eléctrico se realiza para cada uno de los tableros existentes de emergencia. En cada uno se utilizará el mismo procedimiento, a menos que exista la presencia de motores, en donde se empleará un proceso diferente.

Se detalla el procedimiento utilizado para la determinación del tamaño del calibre del cable para cada tablero, sus protecciones y cables de alimentación principales.

**1. Determinación de la cantidad de líneas:**

Cada línea se define para determinada cantidad de luminarias, tomacorrientes o dispositivos en general.

**2. Determinación de la potencia total, voltaje, corriente de línea, protecciones:**

**Fórmulas por utilizar:**

Sistemas trifásicos:

Corriente de carga instalada total:



- **Material del conductor:** Para un mismo calibre del conductor. Por ejemplo el material cobre presenta mejores características que el aluminio.

Caída de voltaje =

4. Definir el disyuntor:

Según tabla 430-152 del capítulo 4 del NEC, para interruptores automáticos de tiempo inverso: (Ver Anexo 5)

- 2,5 \* I (Motor de jaula de ardilla)
- 1,5 \* I (Motor con rotor devanado)

5. Definir los calibres de los cables:

-

Esta situación de líneas exclusivas para uno o muy pocos dispositivos se presentó en reiteradas ocasiones y corresponde a un problema con el diseño inicial. Todo esto genera un mayor costo económico y produce un sistema que opera de manera ineficiente, debido a que lo ideal es que desde un solo breaker o disyuntor se puedan controlar distintos dispositivos de manera simultánea.

Cabe destacar que el sistema eléctrico es de tipo trifásico, con un voltaje de 208V, conexión en estrella. Pero, existen tableros como el MAT2 y el de Neonatos que operan de manera monofásica, lo cual es aceptable en términos eléctricos. Sin embargo, se deberá tener especial cuidado con las conexiones fase-neutro, ya que no se podrán conectar varios sistemas monofásicos a la misma línea, debido a que esta situación produce desbalance de voltajes. Es por ello que se deberá tener especial cuidado a la hora de colocar cada tablero en cada línea para no recargar en las mismas, varios tableros monofásicos.

Las protecciones se deben calcular y colocar antes de los dispositivos eléctricos para proteger los mismos. Éstas deben ser calculadas con base en la corriente de demanda máxima y se deben ubicar en todas las líneas, justo antes de los dispositivos por instalar.

#### **4.4.1 Tablero de emergencia de Urgencias:**

La siguiente tabla es un resumen de la información obtenida en el proceso de rediseño eléctrico. Se detallan los resultados obtenidos en cada uno de los tableros de emergencia de Urgencias. Se muestra la demanda máxima, su respectiva corriente, las características del alimentador, el tamaño del ducto y las protecciones requeridas.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en los Tableros de emergencia de Urgencias

| Tablero        | Dem.Max Total (VA) | Corriente Dem Max Total (A) | Características del alimentador |        |        |          | Protección del tablero (Polos/A) |
|----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------|--------|----------|----------------------------------|
|                |                    |                             | L1,L2 y L3                      | Neutro | Tierra | Tubo EMT |                                  |
| TE-Pediatría   | 19976              | 55,45                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Neonatos    | 3060               | 25,25                       | 10                              | 12     | 14     | 13       | 2P/40                            |
| TE-Mat2        | 1620               | 13,50                       | 14                              | 14     | 14     | 13       | 2P/20                            |
| TE-Maternidad  | 15568              | 43,20                       | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Cirugía     | 15236              | 42,30                       | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Medicina    | 16544              | 45,92                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Diabéticos  | 10888              | 30,00                       | 10                              | 12     | 14     | 13       | 3P/50                            |
| TE-Laboratorio | 15472              | 42,90                       | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Farmacia    | 21648              | 60,00                       | 6                               | 8      | 10     | 32       | 3P/70                            |
| TE-Shock       | 18064              | 50,14                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Tratamiento | 13864              | 38,50                       | 8                               | 10     | 12     | 25       | 3P/50                            |

La tabla anterior muestra los resultados obtenidos en los tableros de emergencia de Urgencias, esta representa un resumen de la información más relevante obtenida en dichos tableros (Ver Apéndice 1), estos corresponden a los resultados obtenidos en el proceso de rediseño eléctrico de los tableros que conforman el tablero de Emergencia de Urgencias, según la información recopilada el tablero que presentó mayor demanda de corriente fue el de Farmacia y el de menor corriente el Mat2, el cual es un subtablero que se alimenta del tablero de maternidad. Las características del alimentador detallan los tamaños de los cables para cada una de las líneas, el neutro y la tierra. Además, se determinó el tamaño del ducto requerido según el calibre de los cables y la cantidad de los mismos. Al final se muestran las protecciones que se requieren en cada línea.

**Tabla 5.** Comparación de calibres de cables

| Tablero                 | Alimentación (THW)   |        |        |          |        |        |
|-------------------------|--|--------|--------|----------|--------|--------|
|                         | Instalación existente  |        |        | Rediseño |        |        |
|                         | F1,F2,F3   | Neutro | Tierra | F1,F2,F3 | Neutro | Tierra |
| TE-Cirugía              | 4  | 4      | 8      | 8        | 10     | 12     |
| TE-Medicina             | 4  | 4      | 8      | 6        | 8      | 10     |
| TE-Diabéticos           | 4  | 4      | 8      | 10       | 12     | 14     |
| TE-Shock                | 2  | 2      | 4      | 6        | 8      | 10     |
| TE-Maternidad           | 4  | 4      | 8      | 8        | 10     | 12     |
| TE- Mat2                | NO existía información del tablero en el plano eléctrico, sólo de las líneas |        |        | 14       | 14     | 14     |
| TE-Laboratorio, rayos X | 4  | 4      | 8      | 8        | 10     | 12     |
| TE-Tratamiento          | 2  | 2      | 4      | 8        | 10     | 12     |
| TE- Farmacia            | 4  | 4      | 8      | 6        | 8      | 10     |
| TE-Pediatría            | 6  | 6      | 8      | 6        | 8      | 10     |
| TE-Neonatos             | NO existía información del tablero en el plano eléctrico, sólo de las líneas |        |        | 10       | 12     | 14     |

Los tableros MAT2 y Neonatos no presentaban datos de tableros en los planos eléctricos de la instalación existente. Los mismos se encuentran conectados directamente a los tableros de Maternidad y Pediatría respectivamente, por lo que sus datos fueron actualizados en el rediseño eléctrico.

Según los resultados obtenidos (rediseño), la mayoría de valores calculados se encuentran sobredimensionados en cuanto al tamaño del calibre de los cables de alimentación. Solamente en el tablero de Pediatría se logró coincidir con el mismo calibre de cable, respecto a las líneas. Los demás tableros presentan calibres de cables que difieren hasta en casi el doble de la capacidad de corriente permisible.

Según los valores calculados en el rediseño se determina que es posible incorporar algunas cargas en el sistema, sin afectar la capacidad actual de los cables y tableros en general. Sin embargo, se deberá tener especial cuidado con

el tablero de Pediatría. Este no se encuentra sobrediseñado y sus capacidades actuales corresponden a las máximas permisibles, por lo que no será posible incorporar cargas de importancia en el mismo para evitar una sobrecarga.

En cuanto a los tableros TE-Observación, TE-Quirófano, TE- Críticos y Sala de Partos, no fue posible obtener ningún tipo de información de tableros en los planos eléctricos con que cuenta el Hospital. Pero, se detallan los calibres de los cables en el diagrama unifilar. Estos datos fueron tomados en cuenta según los valores establecidos en el diagrama unifilar. Se utilizaron estos valores para el cálculo del calibre del cable principal del Tablero de emergencia de Urgencias.

#### **1.9.1.3 4.4.1.2 Cálculo del calibre del cable principal del Tablero de emergencia de Urgencias:**

Para el cálculo del calibre del cable principal del Tablero de emergencia de Urgencias se utilizó la potencia de demanda máxima y los factores de demanda para hospitales, según el Código Eléctrico Nacional (NEC) (Ver apéndice 4). A continuación se muestra una tabla, en la cual se adjunta la información de cada tablero, junto con sus cargas de alumbrado, tomacorrientes y demás cargas de importancia.

Debido a que la mayoría de las cargas corresponde a luces y tomacorrientes, se utilizarán los valores de factor de demanda según el NEC (Ver apéndice 4), por esta razón en cada tablero se dividieron las cargas en luces, tomas y otras. En caso de otras cargas, como lo son por ejemplo: aires acondicionados y motores, estas representan el 100% de su consumo.

**Tabla 6.** Tipo de carga por tablero

| <b>Tablero</b>  | <b>Luces (VA)</b> | <b>Tomas (VA)</b> | <b>Otras (VA)</b> |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pediatría       | 4600              | 6480              | -                 |
| Neonatos        | -                 | 3060              | -                 |
| Mat 2           | -                 | 1620              | -                 |
| Maternidad      | 4600              | 7570              | -                 |
| Cirugía         | 6400              | 6290              | -                 |
| Medicina        | 9600              | 5760              | 5000              |
| Diabéticos      | 3200              | 2910              | -                 |
| Laboratorio     | 8400              | 1980              | -                 |
| Farmacia        | 3100              | 5280              | -                 |
| Shock           | 7700              | 12060             | 10400             |
| Tratamiento     | 6700              | 12960             | -                 |
| Observación*    | 10000             | 12000             | -                 |
| Quirófano*      | 12000             | 15000             | -                 |
| Cuarto crítico* | 5000              | 6000              | -                 |
| Sala de partos* | 5000              | 6000              | -                 |
| <b>ΣTOTALES</b> | <b>86300</b>      | <b>104970</b>     | <b>15400</b>      |

**\*Para los tableros indicados se establece un estimado aproximado ya que solo se cuenta con los tamaños de los calibres de los cables.**

La tabla anterior muestra los valores de cada tablero para las cargas de alumbrado, tomacorrientes y demás cargas de importancia. Con estos valores se determina el tamaño del calibre de los cables principales.

**Tabla 7.** Factores de demanda para cargas de alumbrado, tomas y otras  
Según tablas 220-11 y 220-13 del NEC (Ver Anexo 4)

|               |            | <b>Cargas de alumbrado</b>   |                              | <b>Tomacorrientes</b>         |                              | <b>Otras (100%)</b> | <b>Total final (VA)</b> |
|---------------|------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
|               | <b>ΣVA</b> | <b>Primeros 50 KVA (40%)</b> | <b>A partir 50 KVA (20%)</b> | <b>Primeros 10 KVA (100%)</b> | <b>A partir 10 KVA (50%)</b> |                     |                         |
| Luces         | 86300      | 20000                        | 7260                         | -                             | -                            | -                   |                         |
| Tomas         | 104970     | -                            | -                            | 10000                         | 47485                        | -                   |                         |
| Otras         | 15400      | -                            | -                            | -                             | -                            | 15400               |                         |
| <b>ΣTotal</b> |            | <b>20 000</b>                | <b>7 260</b>                 | <b>10 000</b>                 | <b>47 485</b>                | <b>15 400</b>       | <b>100 145</b>          |

Se estima un total de carga de 100,145 KVA para el “Tablero de emergencia de Urgencias”. Esto, según el factor de demanda para Hospitales de acuerdo a las cargas de alumbrado, tomacorrientes y demás cargas de importancia (Ver Apéndice 4)

**Cálculo de corriente de línea:**



Según la tabla anterior, los calibres de los cables de la instalación existente del Hospital han sido sobredimensionados. Esto permite que el sistema eléctrico pueda incorporar cierta cantidad de cargas eléctricas, sin existir riesgo de sobrecarga eléctrica. A pesar de esto, se deberá tener cuidado con cada tablero, ya que no todos tendrán la misma capacidad de incorporación de cargas.

#### 4.4.2 Tablero principal de emergencia

El “Tablero principal de emergencia” se localiza en el área de Mantenimiento del Hospital. Este se conecta con otros tableros y con el Tablero de emergencia de Urgencias, anteriormente analizado.

**Tabla 9.** Tabla resumen de resultados obtenidos en el Tablero principal de emergencia

| Tablero      | Dem.Max<br>Total<br>(VA) | Corriente<br>Dem Max<br>Total (A) | Características del alimentador |        |        |             | Protección<br>del tablero<br>(Polos/A) |
|--------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------|--------|-------------|--|
|              |                          |                                   | L1,L2<br>y L3                   | Neutro | Tierra | Tubo<br>EMT |  |
| TE-VE        | 20360                    | 55,5                              | 6                               | 8      | 10     | 25          | 3P/70                                  |
| T-Lavandería | 22436                    | 62,3                              | 4                               | 6      | 8      | 32          | 3P/70                                  |
| T-Exteriores | 4150                     | 11,6                              | 14                              | 14     | 14     | 13          | 3P/20                                  |
| Aire Caldera | 1200                     | 3,3                               | 14                              | 14     | 14     | 13          | 3P/20                                  |
| T-Nutrición  | 16884                    | 46,86                             | 6                               | 8      | 10     | 25          | 3P/70                                  |
| T-Caldera    | 12320                    | 34,2                              | 8                               | 10     | 12     | 25          | 3P/50                                  |
| Sist.Pre.Cte | -                        | 93,5                              | 1                               | 1      | 2      | 38          | 3P/125                                 |
| Pta.Trat     | -                        | 77,9                              | 2                               | 2      | 4      | 32          | 3P/100                                 |

Los resultados anteriores corresponden a los parámetros de mayor importancia de cada uno de los tableros que conforman el “Tablero principal de emergencia”. Se muestra cada tablero con su respectiva corriente de demanda máxima. Las características del alimentador en cuanto a las líneas, fase y neutro, el tamaño del ducto y la protección adecuada para cada caso en particular.

Según los resultados obtenidos en el Tablero principal de emergencia se demostró que el Sistema de presión constante es el que presenta la mayor demanda de corriente, por lo tanto, posee el mayor calibre de cable. La alta corriente de demanda máxima total se debe a los motores que operan para hacer funcionar este sistema y la cantidad de potencia que demanda cada uno de ellos. El tablero con menor demanda es el de aire de la caldera ya que solamente se encuentra conectado al mismo, un pequeño aire acondicionado en el área de casa de máquinas, específicamente en el recinto del encargado de la caldera.

**Tabla 10.** Resultados obtenidos antes y después del rediseño eléctrico

| Tablero                      | Alimentación (THW)    |        |        |          |        |        |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|----------|--------|--------|
|                              | Instalación existente |        |        | Rediseño |        |        |
|                              | F1,F2,F3              | Neutro | Tierra | F1,F2,F3 | Neutro | Tierra |
| TE-VE                        | 4                     | 4      | 8      | 6        | 8      | 10     |
| T-Caldera                    | 4                     | 4      | 8      | 8        | 10     | 12     |
| T-LE (Nutrición)             | 1/0                   | 1/0    | 4      | 6        | 8      | 10     |
| T-Ext (Luces exteriores)     | 4                     | 4      | 8      | 14       | 14     | 14     |
| T-LE (Lavandería)            | 1/0                   | 1/0    | 4      | 4        | 6      | 8      |
| Sistema de Presión Constante | 4                     | 4      | 8      | 1        | 1      | 2      |
| Aire Caldera                 | 8                     | 8      | 10     | 14       | 14     | 14     |
| Planta de Tratamiento        | 1/0                   | 1/0    | 6      | 2        | 2      | 4      |

La tabla anterior muestra una comparación de los tamaños de los calibres de los cables de la instalación existente y el rediseño efectuado, respecto a los tableros que conforman el “Tablero principal de emergencia”. Se pudo observar que solamente el sistema de Presión constante presentó un cable un poco mayor en el rediseño. Sin embargo, esta razón se debe al cambio que se efectuó, ya que anteriormente se tenía un tanque hidroneumático el cual fue eliminado y sustituido por un sistema de presión constante. El cálculo actual se hizo para el funcionamiento de tres motores de 7,5 hp cada uno, pero generalmente trabaja

solo uno o dos. Es por esta razón que en este rediseño se sobredimensiono este cable en particular.

#### 1.9.1.5 4.4.2.1 Cálculo del calibre del cable principal del Tablero principal de emergencia:

Para el cálculo del calibre del cable principal del Tablero principal de Emergencia se utilizó la potencia de demanda máxima y los factores de demanda para hospitales, según el Código Eléctrico Nacional (NEC) (Ver apéndice 4).

Debido a que la mayoría de las cargas corresponde a luces y tomacorrientes, se utilizarán los valores de factor de demanda según el NEC (Ver apéndice 4), por esta razón en cada tablero se dividieron las cargas en luces, tomas y otras. En caso de otras cargas, como lo son por ejemplo: aires acondicionados y motores, estas representan el 100% de su consumo.

**Tabla 11.** Tipo de carga por tablero

| <b>Tablero</b>          | <b>Luces (VA)</b> | <b>Tomas (VA)</b> | <b>Otras (VA)</b> |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| TE-VE                   | 8800              | 6300              | -                 |
| T-Lavandería            | 3900              | 4770              |                   |
| T-Ext                   | 4150              | -                 | -                 |
| Aire Caldera            | -                 | -                 | 1200              |
| T-CE                    | 3200              | 1260              | -                 |
|                         | -                 | -                 |                   |
| Sist. Presión Constante | -                 | -                 | 19474             |
| Planta Tratamiento      | -                 | -                 | 17225             |
| Tomas caldera*          | -                 | 3000              | -                 |
| Luces y tomas caldera*  | 4000              | 3000              | -                 |
| Ginecología, Rec Human* | 10000             | 8000              | -                 |
| TE-1                    | 27260             | 57485             |                   |
| 25% Motores             |                   |                   | 4864              |
| <b>ΣTOTALES</b>         | <b>61310</b>      | <b>83815</b>      | <b>42763</b>      |

**\*Para los tableros indicados se establece un estimado aproximado ya que solo se cuenta con los calibres de los cables.**

Como se cuenta con la presencia de motores, se debe estimar la corriente mayor y obtener un 25% de la misma, por lo que el sistema de presión constante es el que posee la mayor corriente y su funcionamiento depende solamente de motores.

$I_{max} = 54 \text{ A}$  (Sistema de presión constante)

$0,25 * I_{max} = 0,25 * 54 = 13,5 \text{ A}$

$P =$

Según la corriente calculada para el cable principal del “Tablero de emergencia”, se puede utilizar un cable 400 AWG, sin embargo en el diseño de la instalación existente se utilizó un cable 500 AWG. Es por esta razón que se logró concluir que los resultados obtenidos en el rediseño son satisfactorios, con respecto al diseño actual. Se puede decir que el sistema eléctrico del Hospital Carlos Luis Valverde Vega opera de manera eficiente y segura en la actualidad.

**Tabla 13.** Comparación del cable principal del Tablero principal de emergencia

| Instalación existente |         |     |            | Rediseño   |         |     |            |
|-----------------------|---------|-----|------------|------------|---------|-----|------------|
| L1,L2 y L3            | N       | T   | Protección | L1,L2 y L3 | N       | T   | Protección |
| 500 MCM               | 500 MCM | 2/0 | 3P/800 A   | 400 MCM    | 400 MCM | 4/0 | 3P/500 A   |

Los resultados anteriores corresponden a los calibres del cable del “Tablero principal de emergencia”. La instalación existente corresponde a lo que actualmente se encuentra en operación en el Hospital y el rediseño a los resultados obtenidos a través de este proyecto.

Según los resultados obtenidos, el calibre del cable calculado en el rediseño eléctrico es menor que el valor actual, por lo que se puede concluir que el sistema es seguro, confiable y capaz de soportar algunas cargas (de manera controlada), sin poner en riesgo los demás sistemas que se conectan al mismo.

Tanto el “Tablero de emergencia de urgencias” como el principal han sido sobredimensionados para garantizar que el Hospital a través de los años pueda ser capaz de satisfacer las necesidades de los equipos nuevos que se requieran.

Se recomienda que a la hora de realizar cualquier tipo de reparación o modificación en los sistemas eléctricos, esta información sea debidamente documentada para facilitar cualquier tipo de intervención futura. Es por esta razón que se ha elaborado un pequeño manual de mantenimiento de los sistemas

eléctricos, con el fin de garantizar que cada intervención, por más pequeña e insignificante que parezca, pueda ser debidamente documentada, y al final archivada, para que se pueda saber dónde y por qué se han realizado las respectivas modificaciones, incorporaciones o sustituciones de cualquier tipo de línea o sistema eléctrico.

## **4.5 Etapa 5**

### **Manual de mantenimiento del sistema eléctrico**

#### **4.5.1 Implementación del manual de mantenimiento del sistema eléctrico**

El manual de mantenimiento del sistema eléctrico surge como una propuesta para procurar un mayor orden en los sistemas eléctricos del Hospital. Se han realizado muchos cambios y modificaciones en las líneas eléctricas y estos, no han sido documentados. Por lo tanto, se desconoce la situación actual de muchos breakers incorporados, sin hacer un previo estudio de la capacidad del sistema al que van a formar parte. Esto, de alguna u otra manera compromete al sistema eléctrico, ya que en caso de existir cables mal calculados, podrían presentarse problemas de riesgo de sobrecarga eléctrica.

El objetivo de este manual es crear una guía práctica, entendible y de fácil acceso para que los técnicos o encargados de realizar cualquier tipo de modificación en los sistemas eléctricos, puedan informar en un futuro, las labores realizadas, y estas sean tomadas en cuenta, en caso de necesitarse un nuevo rediseño eléctrico.

Además, con esta valiosa información será posible actualizar datos en los planos eléctricos; determinar la capacidad actual de los sistemas y conocer si estos podrán o no soportar incrementos en la demanda eléctrica

#### 4.5.2 Manual de mantenimiento de los sistemas eléctricos:

Complete la siguiente información en caso de realizar cualquier tipo de reparación o modificación en los sistemas eléctricos.

Fecha de la intervención: \_\_\_\_\_

Encargado de la reparación o la intervención:

\_\_\_\_\_

Razón de la reparación por efectuar:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre del tablero por intervenir:

\_\_\_\_\_

Este tablero pertenece al sistema:(Marque con X)

Normal

Normal de urgencias

Emergencia

Emergencia de urgencias

Especifique el tipo de modificación por realizar:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Si la modificación por realizar corresponde a alguno de los siguientes casos, conteste cada pregunta, solo en caso de ser necesario.

**\*Caso 1: Ingreso de nuevos breakers al tablero**

Posición de estos nuevos breakers en el tablero: \_\_\_\_\_

Protección: \_\_\_\_\_ Cantidad de cargas añadidas: \_\_\_\_\_

Cantidad de potencia de cada carga (Watts o VA)

Luces:

cantidad: \_\_\_\_\_ consumo unitario: \_\_\_\_\_ consumo total: \_\_\_\_\_

tomacorrientes:

cantidad: \_\_\_\_\_ consumo unitario: \_\_\_\_\_ consumo total: \_\_\_\_\_

salidas especiales:

cantidad: \_\_\_\_\_ consumo unitario: \_\_\_\_\_ consumo total: \_\_\_\_\_

Otras \_\_\_\_\_ (detalle)

cantidad: \_\_\_\_\_ consumo unitario: \_\_\_\_\_ consumo total: \_\_\_\_\_

El total de consumo de las cargas anteriores corresponde a: \_\_\_\_\_ (Watts o VA)

La corriente de línea que consumen todas estas cargas es: \_\_\_\_\_ (A)

**Caso 2: Eliminación de breakers del sistema:**

Indicar tablero: \_\_\_\_\_ Posición del breaker en el tablero: \_\_\_\_\_

Indicar la razón por la que se tomó esta decisión:

---

---

---

**Caso 3: Incorporación de un nuevo tablero**

Nombre del tablero por incorporar: \_\_\_\_\_

Se alimenta este nuevo tablero de otro tablero?

( ) Sí, en caso de ser sí su respuesta, indicar el nombre del tablero ( ) No

---

Indicar número de breakers del nuevo tablero: \_\_\_\_\_

\*Conteste la información del caso 1 para cada breaker



**Caso 4: Cualquier otro tipo de modificación que no corresponda a ninguno de los casos anteriores**

En caso de ser ésta la situación explicar detalladamente:

---

---

---

**4.6 Etapa 6**

**Conclusiones y Recomendaciones**

Una vez analizada toda la información de los planos eléctricos y partiendo desde los dispositivos propios que utilizan corriente eléctrica ya sean: tomacorrientes, luminarias, salidas especiales, motores, en fin cualquier artefacto consumidor de electricidad, se pudo realizar un rediseño eléctrico de los Tableros de emergencia del Hospital Carlos Luis Valverde Vega. Esto, con el fin de detectar cualquier tipo de problema a la hora de diseñar el tamaño los calibres de los cables, protecciones apropiadas y ductos que los contienen.

Lo anterior con el fin de garantizar la seguridad de las personas que gozan de los servicios de salud del centro médico, visitantes en general y personal que labora en esta institución.

Todo tiene el fin de determinar la existencia o no, de cualquier problema en los sistemas eléctricos del Hospital, y así saber si se pueden o no incorporar nuevas cargas en cada uno de los tableros de emergencia del centro médico.

#### 4.6.1 Conclusiones:

- Existen circuitos en los que se utiliza un único disyuntor para un solo tomacorriente o luminaria, lo cual no es rentable económicamente, ni aceptable en un buen diseño eléctrico.
- Algunas líneas han sido diseñadas para un tipo específico de dispositivo (sea luminaria o tomacorriente), y se le han incorporado cualquiera de estos dispositivos, sin tomar en cuenta que las características de uno u otro difieren en cuanto a consumo eléctrico. Lo ideal es que cada línea sea para un solo tipo de dispositivo.
- En los planos eléctricos se tenían líneas eléctricas cuyo nombre era el mismo para distintos dispositivos y que se encontraban conectadas al mismo breaker. Por esto se procedió a corregir esta situación ya que no deberían de existir líneas con el mismo nombre. Cada una debería llevar un nombre o número diferente.
- Se crearon algunos subtableros que están alimentados de otros tableros, como lo son el de Neonatos y Mat 2, que se alimentan de los tableros de Pediatría y Maternidad respectivamente.
- Se determinó el tamaño de los cables principales del “Tablero de emergencia de urgencias” (TE-1) y “Tablero del principal de emergencias” (TPE) y se comparó con el diseño anterior, en el cual se obtuvieron valores de calibres de cables mucho menores a los diseñados. Por esto es posible la incorporación de cargas en la mayoría de tableros, siempre y cuando se tenga especial cuidado con cada tablero y con el tamaño de carga permisible de cada uno.

- Se puede concluir que el diseño actual del Hospital Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV) es seguro y confiable en cuanto a los calibres seleccionados y la demanda actual.
- En caso de existir cables con largas distancias entre el tablero y los dispositivos, se deberá calcular la caída de voltaje.

#### **4.6.2 Recomendaciones:**

- Establecer líneas de diseño eléctricas que utilicen varios dispositivos de manera simultánea, para lograr un sistema más eficiente y rentable en términos económicos. Sólo se deben utilizar líneas exclusivas en el caso de dispositivos como: cocinas eléctricas, aires acondicionados, tanques de agua caliente, en fin cualquier dispositivo que sea un alto consumidor de corriente eléctrica.
- Denominar cada línea eléctrica de manera única para evitar la repetición de información y confusión de información.
- Crear líneas exclusivas para cada tipo de dispositivo, para evitar mezclar distintos tipos de dispositivos, ya que el orden en un diseño eléctrico es fundamental, esto sólo se deberá realizar en casos necesarios.
- Las acometidas aéreas poco a poco han sido reemplazadas por las subterráneas por diversas razones, especialmente por seguridad. Es por ello, que se deberá fomentar su diseño.
- En la mayoría de los tableros se podrán incorporar nuevas cargas eléctricas. Sin embargo, se deberá tener especial cuidado con la capacidad actual de cada tablero, ya que no todos podrán permitir la misma cantidad de carga.

- Documentar cualquier tipo de cambio, reparación, incorporación, eliminación entre otras, en los sistemas eléctricos. Por esta razón, se adjunta un manual de mantenimiento de los sistemas eléctricos para archivar este tipo de intervenciones y obtener información oportuna y confiable.

## Bibliografía:

- Camarena, Pedro. **Instalaciones Eléctricas Industriales**. México: Editorial Continental, 1979.
- Código Eléctrico de Costa Rica (NEC), 2008
- **Internacional Electrical Code**. Massachusetts: National Fire Protection Association, Inc, 1997.
- Morán, Erick. **Instalaciones eléctricas**, Editorial CEAC. España. 2002
- Ramírez, José. **Instalaciones Eléctricas (I)**, Editorial CEAC. 10ª edición, España.1972.
- Ramírez, José. **Instalaciones Eléctricas (II)**, Editorial CEAC. 10ª edición, España.1971.

## Consultas web:

- *Componentes de las instalaciones Eléctricas*. Recuperado de: <http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/> el 12 de agosto del 2014
- *PowerLogic™ Series 800 Power Meter Installation Guide 63230-500-282A1*. Recuperado de [:http://www.powerlogic.com/literature/63230-500-282A1\\_PM8\\_Install\\_Guide.pdf](http://www.powerlogic.com/literature/63230-500-282A1_PM8_Install_Guide.pdf) el 25 de agosto de 2014

- *Electrical Software*. Recuperado de: [www.archiexpo.es/prod/data-design-system/programas-instalacion-electrica-3d-cad-2d-53434-1087303.html](http://www.archiexpo.es/prod/data-design-system/programas-instalacion-electrica-3d-cad-2d-53434-1087303.html) el 16 de setiembre de 2014
- *Instalación de sistemas eléctricos de fuerza y alumbrado*. Recuperado de: <http://sistemaselectricosdefuerzayalumbrado.blogspot.com/2012/08/12-identifica-los-componentes-de-los.html> el 22 de setiembre de 2014
- *¿Cómo leer tu medidor de electricidad?*. Recuperado de: [www.tussolucioneselectricas.com/37/articulo/37](http://www.tussolucioneselectricas.com/37/articulo/37) el 5 de octubre de 2014

*Componentes de las instalaciones eléctricas*. Recuperado de: <http://instalacionestecdos.wordpress.com/2011/04/04/52/> el 16 de agosto de 2014.

*Mantenimiento, diseño y fabricación de tableros eléctricos en Venezuela*. Recuperado de: [www.deltaa1.net/tableros\\_electricos.html](http://www.deltaa1.net/tableros_electricos.html) el 12 de agosto de 2014.

*Plantas eléctricas usadas de todas las capacidades*. Recuperado de: <http://plantaselectricasusadas.blogspot.com/2011/05/planta-electrica-caterpillar-2000-kw.html> el 22 de setiembre de 2014.

# Apéndices

## Apéndice 1. Tableros

Los Tableros y sus respectivos cálculos se muestran a continuación, el tablero TE-1 corresponde al tablero de Emergencia de Urgencias y aquí se encuentran los siguientes tableros y sus subtableros:

- TE-Cirugía
- TE-Pediatría – TE-Neonatos
- TE-Medicina
- TE-Diabéticos
- TE-Shock
- TE-Maternidad - TE- Mat2
- TE-Laboratorio, rayos X
- TE-Tratamiento
- TE- Farmacia
- TE-Observación \*
- TE-Quirófano \*
- TE- Críticos \*
- TE-Sala de Partos\*

\* Estos tableros al no poseer información de las líneas ni tableros serán solamente incorporados en el sistema eléctrico tal y como se encuentran en el diagrama unifilar, ya que sus cargas participan en el tablero de emergencia de urgencias, además están físicamente en el tablero, por lo que serán tomados pero no serán rediseñados.

El tablero Principal de Emergencia posee los siguientes subtableros:

- TE-VE 2ª planta
- T-CE (Nutrición)
- T-LE (Lavandería)
- T- Ex (Luces exteriores)
- T-Cal (Caldera)
- Sistema de Presión Constante



- Aire Caldera
- Planta de tratamiento
- Tomas caldera\*
- TE-Gine, Rec H, Adm\*
- Luces y tomas de caldera\*

\*Estos tableros no poseen información de planos eléctricos, ni de tableros, por lo que se utilizará la misma información del diagrama unifilar para el cálculo de los calibres de los cables.

La cantidad de dispositivos fue identificada previamente de los planos eléctricos mediante un conteo manual en cada línea, en algunos casos en donde no se tenía clara la información se visito el sitio y realizó una inspección de tableros, la cantidad de consumos ha sido establecida según lo establece el código eléctrico nacional para los tomacorrientes en 180 VA según lo estipula el artículo 220-13, y los consumos de las luminarias según el tamaño de las mismas estas rondan de 100 hasta 500 VA (Ver anexo 1), dependiendo de los tamaños, los demás dispositivos, como los son motores; han sido calculados por medio de su dato de placa.

# **Tableros de emergencia de urgencias (TE-1)**

## TE-PED Pediatría

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |            |            | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN          |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|------------|------------|---------|----------|------------|------------|-------|----------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2         | L3         |         |          |            |            |       |                      |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |            |            |         |          |            |            |       |                      |
| L1             | 9       | 1620         | 120     | 13            | -          | -          | 3 # 12  | 10       | 0,80       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes       |
| L3             | 9       | 900          | 120     | -             | 8          | -          | 2 # 12  | 12       | 0,96       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L4             | 6       | 600          | 120     | -             | -          | 5          | 2 # 12  | 10       | 0,80       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L5             | 3       | 300          | 120     | 3             | -          | -          | 2 # 12  | 6        | 0,48       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L6             | 5       | 500          | 120     | -             | 4          | -          | 2 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L7             | 4       | 400          | 120     | -             | -          | 3          | 2 # 12  | 5        | 0,40       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L8 y L9        | 1       | 10400        | 208     | 50            | 50         | -          | 2 # 10  | 10       | 0,80       | 2/70       | 13    | Salida especial 50 A |
| L16            | 4       | 400          | 120     | -             | 3          | -          | 2 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Luces de pared       |
| L17            | 9       | 900          | 120     | -             | -          | 8          | 2 # 12  | 12       | 0,96       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L18            | 6       | 1080         | 120     | 9             | -          | -          | 3 # 12  | 9        | 0,72       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes       |
| L19            | 6       | 600          | 120     | -             | 5          | -          | 2 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L20            | 20      | 3600         | 120     | -             | -          | 30         | 3 # 12  | 25       | 2,00       | 1/40       | 13    | Tomacorrientes       |
| L22            | 1       | 180          | 120     | 2             | -          | -          | 3 # 12  | 5        | 0,40       | 2/20       | 13    | Tomacorriente        |
| L23            | 1       | 5200         | 120     | -             | 43         | -          | 2 # 8   | 8        | 0,64       | 1/50       | 19    | Termoducha           |
| L24 y L25      | 1       | 3060         | 208     | -             | 12         | 12         | 3 # 10  | 10       | 0,80       | 2/40       | 19    | TE- NEONATOS         |
| L26            | 1       | 5200         | 120     | -             | -          | 43         | 2 # 8   | 10       | 0,80       | 1/50       | 19    | Termoducha           |
| <b>Totales</b> |         | <b>34940</b> |         | <b>77</b>     | <b>125</b> | <b>101</b> |         |          |            |            |       |                      |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/> Carga Instalada Total 34940 VA<br/> Demanda Máxima Total 19976 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 97 Amp<br/> Corriente de Dem Máx Total 55,45 Amp<br/> Factor de demanda 0,6</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 18</p>       |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/> 3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1 THW # 10 (T)<br/> En tubo EMT de 25 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 2P/70 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 mts<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p> |

## TE-NEO NEONATOS

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA    | VOLTAJE | CORRIENTE |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN    |
|----------------|---------|-------------|---------|-----------|----|---------|----------|------------|------------|-------|----------------|
|                |         |             |         | (A)       |    |         |          |            |            |       |                |
| -              | (n)     | (VA)        | (V)     | L1        | L2 | n THHN  | (m)      | %          | Pol/A      | mm ø  |                |
| L1             | 2       | 360         | 120     | 3         | -  | 3 # 12  | 4        | 0,4        | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
| L2             | 2       | 360         | 120     | -         | 3  | 3 # 12  | 8        | 0,73       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
| L3             | 4       | 720         | 120     | 6         | -  | 3 # 12  | 10       | 0,92       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
| L7             | 2       | 360         | 120     | -         | 3  | 3 # 12  | 5        | 0,46       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
| L8             | 4       | 720         | 120     | 6         | -  | 3 # 12  | 6        | 0,55       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
| L9             | 3       | 540         | 120     | -         | 5  | 3 # 12  | 7        | 0,65       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes |
|                |         |             |         |           |    |         |          |            |            |       |                |
|                |         |             |         |           |    |         |          |            |            |       |                |
| <b>Totales</b> |         | <b>3060</b> |         | 15        | 11 |         |          |            |            |       |                |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/>                 Carga Instalada Total 3060 VA<br/>                 Demanda Máxima Total 3060 VA<br/>                 Corriente de Carga Inst Total 25,25 Amps<br/>                 Corriente de Dem Máx Total 25,25 Amp<br/>                 Factor de demanda 1</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/>                 Monofásico trifilar 120/208, 1 ø, 3h<br/>                 Capacidad de barras : 125 A<br/>                 Número de campos simples: 6</p> |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/>                 3 THW # 10 (L1, L2 y L3) + 1 THW# 12 (N) + 1THW # 10 (T)<br/>                 En tubo EMT de 13 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 2P/20 A, en caja metálica<br/>                 Distancia del protector al tablero: 10 mTS<br/>                 Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>         |

## TE-MAT2

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA    | VOLTAJE | CORRIENTE |          | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN              |
|----------------|---------|-------------|---------|-----------|----------|---------|----------|------------|------------|-------|--------------------------|
|                |         |             |         | (A)       | (A)      |         |          |            |            |       |                          |
| -              | (n)     | (VA)        | (V)     | L1        | L2       | n THHN  | (m)      | %          | Pol/A      | mm ø  |                          |
| L1             | 3       | 540         | 120     | 5         | -        | 3 # 12  | 6        | 0,75       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes Generales |
| L2             | 2       | 360         | 120     | -         | 3        | 3 # 12  | 5        | 0,62       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes Generales |
| L7             | 2       | 360         | 120     | 3         | -        | 3 # 12  | 5        | 0,62       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes Generales |
| L8             | 2       | 360         | 120     | -         | 3        | 3 # 12  | 7        | 0,87       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes Generales |
|                |         |             |         |           |          |         |          |            |            |       |                          |
|                |         |             |         |           |          |         |          |            |            |       |                          |
| <b>Totales</b> |         | <b>1620</b> |         | <b>8</b>  | <b>6</b> |         |          |            |            |       |                          |

|   |  |
|---|--|
| <p><b><u>CONDICIONES DE OPERACIÓN</u></b><br/> Carga Instalada Total 1620 VA<br/> Demanda Máxima Total 1620 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 13,5 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 13,5 Amp<br/> Factor de demanda 1</p> | <p><b><u>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</u></b><br/> Monofásico trifilar 120/208 V, 1 ø, 3h<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 4</p> |
| <p><b><u>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</u></b><br/> 3 THW # 14 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 14 (N) + 1THW # 14(T)<br/> En tubo EMT de 13 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/20 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>    |

## TE-Maternidad

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN          |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|----------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                      |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                      |
| L1             | 9       | 1620         | 120     | 14            | -  | -  | 3 # 12  | 10       | 1,00       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes       |
| L2             | 4       | 400          | 120     | -             | 3  | -  | 2 # 12  | 5        | 0,50       | 1/20       | 13    | Luces de pared       |
| L3             | 9       | 900          | 120     | -             | -  | 8  | 2 # 12  | 12       | 1,20       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L4             | 4       | 720          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 7        | 0,70       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes       |
| L5             | 6       | 600          | 120     | -             | 5  | -  | 2 # 12  | 8        | 0,80       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L6             | 4       | 400          | 120     |               |    | 3  | 2 # 12  | 5        | 0,50       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L21            | 7       | 700          | 120     | 6             | -  | -  | 2 # 12  | 10       | 1,00       | 1/20       | 13    | Luces de pared       |
| L22            | 11      | 1980         | 120     | -             | 17 | -  | 3 # 12  | 12       | 1,20       | 1/30       | 13    | Tomas                |
| L24            | 19      | 2550         | 120     | -             | -  | 21 | 3 # 12  | 25       | 2,50       | 1/30       | 13    | Tomas, luces         |
| L25            | 6       | 700          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,80       | 1/20       | 13    | Tomas, luces         |
| L27            | 9       | 900          | 120     | -             | 8  | -  | 2 # 12  | 12       | 1,20       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L28            | 7       | 700          | 120     | -             | -  | 6  | 2 # 12  | 10       | 1,00       | 1/20       | 13    | Luces                |
| L30 y 31       | 1       | 10400        | 208     | 50            | 50 | -  | 2 # 8   | 8        | 0,80       | 2/70       | 19    | Salida especial 50 A |
| L32            | 1       | 1350         | 208     | 7             | -  | 7  | 2 # 10  | 10       | 1,00       | 2/20       | 19    | TE-MAT2              |
|                |         |              |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                      |
|                |         |              |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                      |
| <b>Totales</b> |         | <b>23920</b> |         | 89            | 83 | 45 |         |          |            |            |       |                      |

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Carga Instalada Total 23920 VA  
 Demanda Máxima Total 15568 VA  
 Corriente de Carga Inst Total 66,4 Amps  
 Corriente de Dem Máx Total 43,2 Amp  
 Factor de demanda 0,65

**CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO**

3 THW # 8 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 10 (N) + 1 THW # 12(T)  
 En tubo EMT de 19 mm ø

**DESCRIPCIÓN DEL TABLERO**

Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T  
 Capacidad de barras : 125 A  
 Número de campos simples: 16

Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica  
 Distancia del protector al tablero: 10 mts  
 Caída de voltaje alimentador: 3 %

## TE-Cirugía

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN                   |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|-------------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                               |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                               |
| L1             | 10      | 1000         | 120     | 8             | -  | -  | 2 # 12  | 12       | 1,16       | 1/20       | 13    | Luces de pared                |
| L2             | 4       | 400          | 120     | -             | 3  | -  | 2 # 12  | 6        | 0,60       | 1/20       | 13    | Luces pasillo                 |
| L3             | 8       | 800          | 120     | -             | -  | 7  | 2 # 12  | 10       | 0,97       | 1/20       | 13    | Luces                         |
| L4             | 7       | 700          | 120     | 6             | -  | -  | 2 # 12  | 9        | 0,87       | 1/20       | 13    | Luces                         |
| L5             | 8       | 800          | 120     | -             | 7  | -  | 2 # 12  | 10       | 0,97       | 1/20       | 13    | Luces                         |
| L6             | 8       | 1600         | 120     | -             | -  | 13 | 2 # 12  | 9        | 0,87       | 1/20       | 13    | Luces largas                  |
| L7             | 11      | 1980         | 120     | 17            | -  | -  | 3 # 12  | 15       | 1,46       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes                |
| L8             | 17      | 2150         | 120     | -             | 18 | -  | 3 # 12  | 20       | 1,94       | 1/20       | 13    | Tomas y luces pequeñas        |
| L9             | 6       | 1080         | 120     | -             | -  | 9  | 3 # 12  | 8        | 0,78       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes                |
| L10            | 6       | 1080         | 120     | 9             | -  | -  | 3 # 12  | 9        | 0,87       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes                |
| L11            | 11      | 1100         | 120     | -             | 9  | -  | 2 # 12  | 13       | 1,26       | 1/20       | 13    | Luces pared                   |
| L12 y L13      | 1       | 10400        | 208     | 50            | -  | 50 | 2 # 10  | 8        | 0,78       | 2/70       | 13    | Salida especial a pasillo 50A |
| <b>Totales</b> |         | <b>23090</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                               |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/> Carga Instalada Total 23090 VA<br/> Demanda Máxima Total 15236 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 64 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 42,3 Amp<br/> Factor de demanda 0,66</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 13</p>     |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/> 3 THW # 8 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 10 (N) + 1 THW # 12(T)<br/> En tubo EMT de 19 mm ø</p>  | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p> |

## TE-Med<sub>Medicina</sub>

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |        |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION           |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|--------|----|---------|----------|------------|------------|-------|-----------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2     | L3 |         |          |            |            |       |                       |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |        |    |         |          |            |            |       |                       |
| L1             | 5       | 900          | 120     | 8             | -      | -  | 3 # 12  | 8        | 0,53       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes        |
| L2             | 14      | 1400         | 120     | -             | 1<br>2 | -  | 2 # 12  | 20       | 1,33       | 1/20       | 13    | Luces de pared        |
| L3             | 6       | 600          | 120     | -             | -      | 5  | 2 # 12  | 8        | 0,53       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L4             | 7       | 700          | 120     | 6             | -      | -  | 2 # 12  | 9        | 0,60       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L5             | 12      | 1450         | 120     | -             | 1<br>2 | -  | 3 # 12  | 15       | 1,00       | 1/20       | 13    | Luces, tomacorrientes |
| L6             | 5       | 900          | 120     | -             | -      | 8  | 3 # 12  | 7        | 0,46       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes        |
| L8             | 8       | 800          | 120     | 7             | -      | -  | 2 # 12  | 10       | 0,66       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L9             | 4       | 400          | 120     | -             | 3      | -  | 3 # 12  | 6        | 0,40       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L11            | 6       | 600          | 120     | -             | -      | 5  | 2 # 12  | 8        | 0,53       | 1/20       | 13    | Luces de pared        |
| L12            | 10      | 1250         | 120     | 10            | -      | -  | 3 # 12  | 13       | 0,86       | 1/20       | 13    | Tomas, luces          |
| L13            | 7       | 700          | 120     | -             | 6      | -  | 2 # 12  | 10       | 0,66       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L14            | 5       | 500          | 120     | -             | -      | 4  | 2 # 12  | 7        | 0,46       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L15            | 22      | 2200         | 120     | 18            | -      | -  | 2 # 12  | 25       | 1,65       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L16            | 7       | 1260         | 120     | -             | 1<br>1 | -  | 3 # 12  | 10       | 0,66       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes        |
| L17            | 5       | 1000         | 120     | -             | -      | 8  | 2 # 12  | 10       | 0,66       | 1/20       | 13    | Luces largas          |
| L18            | 7       | 700          | 120     | 6             | -      | -  | 2 # 12  | 14       | 0,93       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L19 y L20      | 1       | 5000         | 208     | -             | 2<br>4 | 24 | 3 # 10  | 10       | 0,66       | 2/30       | 13    | Aire Acondicionado    |
| <b>Totales</b> |         | <b>20360</b> |         |               |        |    |         |          |            |            |       |                       |

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Carga Instalada Total: 20360 VA  
 Demanda Máxima Total : 16544 VA  
 Corriente de Carga Inst Total: 56,4 Amps  
 Corriente de Dem Máx Total: 45,92 Amp  
 Factor de demanda: 0,81

**DESCRIPCIÓN DEL TABLERO**

Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T  
 Capacidad de barras : 125 A  
 Número de campos simples: 18



|   |  |
|---|--|
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br>3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1THW # 10(T)<br>En tubo EMT de 25 mm ø | Protección del tablero: Disyuntor 3P/70 A, en caja metálica<br>Distancia del protector al tablero: 10 m<br>Caída de voltaje alimentador: 3 % |
|---|--|

## TE-Diab<sup>Diabéticos</sup>

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN            |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                        |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
| L1,L2 y L3     | 1       | 6110         | 208     | 26            | 26 | -  | 2 # 8   | 12       | 1,32       | 2/40       | 13    | Principal              |
| L4 y L5        | 5       | 2500         | 208     | -             | 12 | 12 | 2 # 10  | 15       | 1,64       | 2/20       | 13    | Luces de Mercurio      |
| L6             | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -  | 3 # 12  | 5        | 0,55       | 1/20       | 13    | Tomacorriente TV       |
| L7             | 2       | 360          | 120     | -             | -  | 3  | 3 # 12  | 6        | 0,66       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L8             | 5       | 550          | 120     | 5             | -  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,88       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes, luces  |
| L9             | 9       | 1100         | 120     | -             | 9  | -  | 2 # 12  | 17       | 1,86       | 1/20       | 13    | Luces, Tomas           |
| L10            | 7       | 700          | 120     | -             | -  | 6  | 2 # 12  | 10       | 1,10       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L11            | 4       | 720          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 6        | 0,66       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes de baño |
| <b>Totales</b> |         | <b>12220</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |

|  |  |
|--|--|
| <b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br>Carga Instalada Total 12220 VA<br>Demanda Máxima Total 10888 VA<br>Corriente de Carga Inst Total 33,9 Amps<br>Corriente de Dem Máx Total 30 Amp<br>Factor de demanda 0,88 | <b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br>Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br>Capacidad de barras : 125 A<br>Número de campos simples: 10       |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br>3 THW # 10 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 12 (N) + 1THW # 14(T)<br>En tubo EMT de 13 mm ø  | Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica<br>Distancia del protector al tablero: 10 m<br>Caída de voltaje alimentador: 3 % |

## TE-Lab Laboratorio

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION            |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                        |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
| L1             | 18      | 1900         | 120     | 16            | -  | -  | 2 # 12  | 22       | 2,16       | 1/20       | 13    | Luces, Toma TV         |
| L2             | 11      | 1100         | 120     | -             | 9  | -  | 2 # 12  | 15       | 1,47       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L3             | 6       | 600          | 120     | -             | -  | 5  | 2 # 12  | 8        | 0,78       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L4             | 12      | 1200         | 120     | 10            | -  | -  | 2 # 12  | 8        | 0,78       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L5             | 9       | 900          | 120     | -             | 8  | -  | 2 # 12  | 12       | 1,18       | 1/20       | 13    | Luces sala de espera   |
| L6             | 7       | 700          | 120     | -             | -  | 6  | 2 # 12  | 10       | 0,98       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L7             | 14      | 1400         | 120     | 12            | -  | -  | 2 # 12  | 18       | 1,76       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L8             | 6       | 600          | 120     | -             | 5  | -  | 2 # 12  | 8        | 0,78       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L9             | 15      | 13300        | 208     | -             | 64 | 64 | 2 # 8   | 12       | 1,18       | 2/70       | 19    | Luces, salida especial |
| L10            | 3       | 540          | 120     | 5             | -  | -  | 3 # 12  | 5        | 0,50       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L12            | 4       | 720          | 120     | -             | 6  | -  | 3 # 12  | 6        | 0,59       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L16            | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2  | 3 # 12  | 5        | 0,49       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L18            | 2       | 360          | 120     | 3             | -  | -  | 3 # 12  | 7        | 0,69       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L19 y L20      | 1       | 180          | 120     | -             | 2  | -  | 3 # 12  | 10       | 0,98       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
|                |         |              |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
|                |         |              |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
| <b>Totales</b> |         | <b>23680</b> |         | 46            | 94 | 77 |         |          |            |            |       |                        |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/>                 Carga Instalada Total 23680 VA<br/>                 Demanda Máxima Total 15472 VA<br/>                 Corriente de Carga Inst Total 65,7 Amps<br/>                 Corriente de Dem Máx Total 42,9 Amp<br/>                 Factor de demanda 0,65</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/>                 Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/>                 Capacidad de barras : 125 A<br/>                 Número de campos simples: 15</p> |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/>                 3 THW # 8 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 10 (N) + 1THHN # 12 (T)<br/>                 En tubo EMT de 19 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica<br/>                 Distancia del protector al tablero: 10 m<br/>                 Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>             |

## TE-FE Farmacia

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION            |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                        |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
| L1,L2,L3       | 1       | 19560        | 208     | 92            | 92 | -  | 2 # 8   | 15       | 1,30       | 2/100      |       | Principal              |
| L4             | 5       | 500          | 120     |               |    | 4  | 2 # 12  | 8        | 0,69       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L5             | 8       | 800          | 120     | 7             | -  | -  | 2 # 12  | 10       | 0,87       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L6             | 2       | 360          | 120     | -             | 3  | -  | 3 # 12  | 6        | 0,52       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L7             | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2  | 3 # 12  | 5        | 0,43       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L8             | 3       | 540          | 120     | 5             | -  | -  | 3 # 12  | 6        | 0,52       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L10            | 8       | 1100         | 120     | -             | 9  | -  | 2 # 12  | 11       | 0,95       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L11            | 10      | 1800         | 120     | -             | -  | 15 | 2 # 12  | 16       | 1,39       | 1/20       | 13    | Tomas                  |
| L12,L13,L14    | 6       | 11180        | 208     | 54            | 54 | -  | 3 # 8   | 10       | 0,87       | 2/70       | 19    | Tomas, salida especial |
| L15            | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2  | 3 # 12  | 6        | 0,52       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L17            | 7       | 700          | 120     | 6             | -  | -  | 2 # 12  | 10       | 0,87       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L20            | 1       | 180          | 120     | -             | 2  | -  | 2 # 12  | 7        | 0,61       | 1/20       | 13    | Abanico                |
| L23            | 1       | 1500         | 120     | -             | -  | 13 | 3 # 12  | 6        | 0,52       | 1/20       | 13    | Tomacorriente especial |
| L25            | 2       | 360          | 120     | 3             | -  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,69       | 1/20       |       | Tomacorrientes         |
| L28            | 1       | 180          | 120     | -             | 2  | -  | 2 # 12  | 9        | 0,78       | 1/20       |       | Abanico                |
| <b>Totales</b> |         | <b>39120</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |

**CONDICIONES DE OPERACIÓN**

Carga Instalada Total 39120 VA  
 Demanda Máxima Total 21648 VA  
 Corriente de Carga Inst Total 108,6 Amps  
 Corriente de Dem Máx Total 60 Amp  
 Factor de demanda 0,55

**CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO**

3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1THHN # 10 (T)  
 En tubo EMT de 32 mm ø

**DESCRIPCIÓN DEL TABLERO**

Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T  
 Capacidad de barras : 125 A  
 Número de campos simples: 16

Protección del tablero: Disyuntor 3P/90 A, en caja metálica  
 Distancia del protector al tablero: 10 m  
 Caída de voltaje alimentador: 3 %

## TE-Shock

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |     | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION             |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|-----|---------|----------|------------|------------|-------|-------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3  |         |          |            |            |       |                         |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |     |         |          |            |            |       |                         |
| L2             | 7       | 700          | 120     | 6             | -  | -   | 2 # 12  | 10       | 0,72       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L3             | 9       | 1000         | 120     | -             | 8  | -   | 2 # 12  | 15       | 1,09       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L4             | 3       | 300          | 120     | -             | -  | 3   | 2 # 12  | 6        | 0,43       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L5             | 10      | 1000         | 120     | 8             | -  | -   | 2 # 12  | 16       | 1,16       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L6             | 5       | 500          | 120     | -             | 4  | -   | 2 # 12  | 10       | 0,72       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L7             | 7       | 700          | 120     | -             | -  | 6   | 2 # 12  | 14       | 1,01       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L8             | 5       | 500          | 120     | 4             | -  | -   | 2 # 12  | 16       | 1,16       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L9             | 9       | 1100         | 120     | -             | 9  | -   | 2 # 12  | 18       | 1,30       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L10            | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2   | 3 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L11            | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -   | 3 # 12  | 10       | 0,72       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L12            | 2       | 360          | 120     | -             | 3  | -   | 3 # 12  | 7        | 0,51       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| L13            | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2   | 3 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L16            | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -   | 3 # 12  | 9        | 0,65       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L17            | 5       | 900          | 120     | -             | 8  | -   | 3 # 12  | 10       | 0,72       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L19            | 1       | 180          | 120     | -             | -  | 2   | 3 # 12  | 10       | 0,72       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L22            | 4       | 400          | 120     | 3             | -  | -   | 2 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L23            | 5       | 500          | 120     | -             | 4  | -   | 2 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Luces                   |
| L24            | 15      | 2700         | 120     | -             | -  | 23  | 3 # 12  | 20       | 1,45       | 1/30       | 13    | Tomacorrientes          |
| L25            | 11      | 1980         | 120     | 17            | -  | -   | 3 # 12  | 17       | 1,23       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| L26            | 5       | 900          | 120     | -             | 8  | -   | 3 # 12  | 12       | 0,87       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| L27            | 8       | 1440         | 120     | -             | -  | 12  | 3 # 12  | 19       | 1,38       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L28            | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -   | 3 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Tomacorriente           |
| L29 y L30      | 1       | 500          | 120     | -             | 4  | -   | 3 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Luz de Mercurio         |
| L32            | 1       | 500          | 120     | -             | -  | 4   | 3 # 12  | 6        | 0,43       | 1/20       | 13    | Luz de Mercurio         |
| L33            | 2       | 360          | 120     | 3             | -  | -   | 3 # 12  | 12       | 0,87       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| L35            | 9       | 1620         | 120     | -             | 14 | -   | 3 # 12  | 15       | 1,09       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes, abanico |
| L36 y L37      | 1       | 10400        | 208     | 50            | -  | 50  | 2 # 8   | 12       | 0,87       | 2/70       | 13    | Salida especial A/C     |
| L38            | 2       | 360          | 120     | -             | 3  | -   | 3 # 12  | 8        | 0,58       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| L39            | 2       | 360          | 120     | -             | -  | 3   | 3 # 12  | 6        | 0,43       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes          |
| <b>Totales</b> |         | <b>30160</b> |         | 97            | 65 | 107 |         |          |            |            |       |                         |

|  |  |
|--|--|
| <p><b><u>CONDICIONES DE OPERACIÓN</u></b><br/> Carga Instalada Total 30160 VA<br/> Demanda Máxima Total 18064 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 83,7 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 50,14 Amp<br/> Factor de demanda 0,6</p> | <p><b><u>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</u></b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 30</p> |
| <p><b><u>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</u></b><br/> 3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1 THW # 10 (T)<br/> En tubo EMT de 25 mm ø</p>  | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/70 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>    |

## TE-TRAT Tratamiento

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION            |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                        |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |
| L1             | 13      | 1300         | 120     | 11            | -  | -  | 2 # 12  | 15       | 1,32       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L2             | 13      | 1400         | 120     | -             | 12 | -  | 2 # 12  | 18       | 1,60       | 1/20       | 13    | Luces, Tomas           |
| L3             | 7       | 700          | 120     | -             | -  | 6  | 2 # 12  | 12       | 1,06       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L4             | 4       | 720          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,70       | 1/20       | 13    | Tomas                  |
| L6             | 6       | 1080         | 120     | -             | 9  | -  | 3 # 12  | 13       | 1,15       | 1/20       | 13    | Tomas                  |
| L8             | 11      | 1980         | 120     | -             | -  | 17 | 3 # 12  | 15       | 1,32       | 1/20       | 13    | Tomas                  |
| L9 y L10       | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,70       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L15 y L16      | 1       | 1800         | 208     | -             | 9  | -  | 3 # 12  | 6        | 0,53       | 2/20       | 13    | Tomacorriente especial |
| L19            | 2       | 360          | 120     | -             | -  | 3  | 3 # 12  | 6        | 0,53       | 1/20       | 19    | Tomacorrientes         |
| L20            | 4       | 720          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 7        | 0,62       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L22            | 4       | 400          | 120     | -             | 3  | -  | 2 # 12  | 10       | 0,88       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L23            | 27      | 2800         | 120     | -             | -  | 23 | 2 # 12  | 33       | 2,92       | 1/30       | 13    | Luces                  |
| L24            | 1       | 180          | 120     | 2             | -  | -  | 3 # 12  | 10       | 0,88       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L25            | 6       | 1080         | 120     | -             | 9  | -  | 3 # 12  | 8        | 0,70       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L26            | 7       | 1260         | 120     | -             | -  | 11 | 3 # 12  | 12       | 1,06       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L29            | 7       | 1260         | 120     | 11            | -  | -  | 3 # 12  | 15       | 1,32       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L36            | 1       | 100          | 120     | -             | 1  | -  | 2 # 12  | 6        | 0,53       | 1/20       | 13    | Luz                    |
| L37            | 9       | 1620         | 120     | -             | -  | 14 | 3 # 12  | 15       | 1,32       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L38            | 4       | 720          | 120     | 6             | -  | -  | 3 # 12  | 12       | 1,06       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| <b>Totales</b> |         | <b>19660</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                        |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/> Carga Instalada Total 19660 VA<br/> Demanda Máxima Total 13864 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 54,6 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 38,5 Amp<br/> Factor de demanda 0,7</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 20</p>     |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/> 3 THW# 8 (L1, L2 y L3) + 1 THW# 10 (N) + 1THW 12 (T)<br/> En tubo EMT de 25 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p> |

**Tabla Resumen de Resultados Obtenidos:**

## Tablero de emergencia de urgencias (TE-1)

| Tablero        | Dem.Max Total (VA) | Corriente Dem Max Total (A) | Características del Alimentador |        |        |          | Protección del tablero (Polos/A) |
|----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------|--------|----------|----------------------------------|
|                |                    |                             | L1,L2 y L3                      | Neutro | Tierra | Tubo EMT |                                  |
| TE-Pediatría   | 19976              | 55,45                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Neonatos    | 3060               | 25,25                       | 10                              | 12     | 14     | 13       | 2P/40                            |
| TE-Mat2        | 1620               | 13,5                        | 14                              | 14     | 14     | 13       | 2P/20                            |
| TE-Maternidad  | 15568              | 43,2                        | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Cirugía     | 15236              | 42,3                        | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Medicina    | 16544              | 45,92                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Diabéticos  | 10888              | 30                          | 10                              | 12     | 14     | 13       | 3P/50                            |
| TE-Laboratorio | 15472              | 42,9                        | 8                               | 10     | 12     | 19       | 3P/50                            |
| TE-Farmacia    | 21648              | 60                          | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Shock       | 18064              | 50,14                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70                            |
| TE-Tratamiento | 13864              | 38,5                        | 8                               | 10     | 12     | 25       | 3P/50                            |





# **Tableros principales de emergencia (TPE)**

## TE-VE Segunda planta

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |     |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION            |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|-----|----|---------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2  | L3 |         |          |            |            |       |                        |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |     |    |         |          |            |            |       |                        |
| L1             | 5       | 1000         | 120     | 8             | -   | -  | 2 # 12  | 10       | 0,80       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L2             | 11      | 1100         | 120     | -             | 9   | -  | 2 # 12  | 15       | 1,20       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L3             | 7       | 700          | 120     | -             | -   | 6  | 2 # 12  | 10       | 0,80       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L4             | 17      | 1700         | 120     | 14            | -   | -  | 2 # 12  | 22       | 1,76       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L5             | 12      | 1200         | 120     | -             | 10  | -  | 2 # 12  | 14       | 1,12       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L6             | 11      | 1980         | 120     | -             | -   | 17 | 3 # 12  | 13       | 1,04       | 1/30       | 13    | Tomacorrientes         |
| L7             | 24      | 2300         | 120     | 19            | -   | -  | 2 # 12  | 25       | 2,00       | 1/30       | 13    | Luces                  |
| L8             | 3       | 540          | 120     | -             | 5   | -  | 3 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L9             | 4       | 720          | 120     | -             | -   | 6  | 3 # 12  | 7        | 0,56       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L10            | 1       | 180          | 120     | 2             | -   | -  | 3 # 12  | 6        | 0,48       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| L12            | 2       | 360          | 120     | -             | 3   | -  | 3 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L13            | 1       | 10400        | 208     | -             | 50  | 50 | 2 # 8   | 7        | 0,56       | 2/70       | 19    | Salida especial        |
| L14 y L15      | 1       | 10400        | 208     | 50            | 50  | -  | 2 # 8   | 10       | 0,80       | 2/70       | 19    | Salida especial        |
| L16            | 8       | 800          | 120     | -             | -   | 7  | 2 # 12  | 15       | 1,20       | 1/20       | 13    | Luces                  |
| L17            | 9       | 1620         | 120     | 14            | -   | -  | 3 # 12  | 15       | 1,20       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L18            | 2       | 360          | 120     | -             | 3   | -  | 3 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Tomacorriente, abanico |
| L19            | 2       | 360          | 120     | -             | -   | 3  | 3 # 12  | 8        | 0,64       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes         |
| L20            | 1       | 180          | 120     | 2             | -   | -  | 3 # 12  | 12       | 0,96       | 1/20       | 13    | Tomacorriente          |
| <b>Totales</b> |         | <b>35900</b> |         | 109           | 130 | 89 |         |          |            |            |       |                        |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/> Carga Instalada Total 35900 VA<br/> Demanda Máxima Total 20360 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 99,6 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 55,5 Amp<br/> Factor de demanda 0,56</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 20</p>     |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/> 3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1 THHN # 10 (T)<br/> En tubo EMT de 25 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/70 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p> |

## TE-LE Lavandería

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION        |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|--------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                    |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                    |
| L1             | 9       | 1700         | 120     | 14            | -  | -  | 2 # 12  | 12       | 0,68       | 1/20       | 13    | Luces pasillo      |
| L2             | 5       | 900          | 120     | -             | 8  | -  | 2 # 12  | 10       | 0,57       | 1/20       | 13    | Luces pasillo      |
| L3             | 8       | 800          | 120     | -             | -  | 7  | 2 # 12  | 15       | 0,85       | 1/20       | 13    | Luces              |
| L4             | 5       | 500          | 120     | 4             | -  | -  | 2 # 12  | 13       | 0,73       | 1/20       | 13    | Luces              |
| L5             | 9       | 1350         | 120     | -             | 11 | -  | 2 # 12  | 12       | 0,68       | 1/20       | 13    | Luces, Tomas       |
| L11            | 1       | 8000         | 208     | 38            | -  | 38 | 2 # 8   | 10       | 0,57       | 2/50       | 19    | Cocina             |
| L14            | 1       | 180          | 120     | 1             | -  | -  | 3 # 12  | 10       | 0,57       | 1/20       | 13    | Tomacorriente      |
| L19,20 y 21    | 1       | 14920        | 208     | -             | 72 | 72 | 3 # 6   | 15       | 0,85       | 2/90       | 19    | Ascensores         |
| L23            | 11      | 1980         | 120     |               |    | 14 | 3 # 12  | 16       | 0,91       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes     |
| L24            | 6       | 1080         | 120     | 8             | -  | -  | 3 # 12  | 10       | 0,57       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes     |
| L25            | 1       | 180          | 120     | -             | 1  | -  | 3 # 12  | 13       | 0,74       | 1/20       | 13    | Tomacorriente      |
| L28,29, 30     | 2       | 1500         | 208     | -             | 7  | 7  | 2 # 10  | 12       | 0,68       | 2/20       | 13    | Motores Lavaplatos |
| L37,38, 39     | 1       | 8000         | 208     | 38            | 38 | -  | 2 # 8   | 11       | 0,62       | 2/50       | 19    | Secadora           |
| <b>Totales</b> |         | <b>41090</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                    |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/> Carga Instalada Total 41090 VA<br/> Demanda Máxima Total 22436 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 114,05 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 62,3 Amp<br/> Factor de demanda 0,55</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 17</p>     |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/> 3 THW # 4 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 6 (N) + 1 THHN # 8 (T)<br/> En tubo EMT de 32 mm ø</p>  | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/70 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p> |

## TE-EX Exteriores

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN           |
|----------------|---------|----------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|-----------------------|
|                |         |          |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                       |
| -              | (n)     | (VA)     | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                       |
| L2             | 10      | 1000     | 120     | 8             | -  | -  | 2 # 12  | 18       | 1,93       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L3             | 7       | 700      | 120     | -             | 6  | -  | 2 # 12  | 15       | 1,61       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L4             | 11      | 1100     | 120     | -             | -  | 9  | 2 # 12  | 16       | 1,71       | 1/20       | 13    | Luces                 |
| L7 y L8        | 6       | 1350     | 208     | 6             | -  | -  | 2 # 10  | 18       | 1,93       | 2/20       | 13    | Luces Mercurio, luces |
|                |         |          |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                       |
|                |         |          |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                       |
| <b>Totales</b> |         | 4150     |         | 14            | 6  | 9  |         |          |            |            |       |                       |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/>                 Carga Instalada Total 4150 VA<br/>                 Demanda Máxima Total 4150 VA<br/>                 Corriente de Carga Inst Total 11,6 Amps<br/>                 Corriente de Dem Máx Total 11,6 Amp<br/>                 Factor de demanda 1</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/>                 Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/>                 Capacidad de barras : 125 A<br/>                 Número de campos simples: 5</p> |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/>                 3 THW # 14 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 14 (N) + 1THHN # 14 (T)<br/>                 En tubo EMT de 13 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/20 A, en caja metálica<br/>                 Distancia del protector al tablero: 10 m<br/>                 Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>            |

## Aire caldera

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA    | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN        |
|----------------|---------|-------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|--------------------|
|                |         |             |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                    |
| -              | (n)     | (VA)        | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                    |
| L1             | 1       | 1200        | 208     | 6             | 6  | -  | 2 # 10  | 6        | 0,2        | 2/20       | 13    | Aire Acondicionado |
|                |         |             |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                    |
| <b>Totales</b> |         | <b>1200</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                    |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/>                 Carga Instalada Total 1200 VA<br/>                 Demanda Máxima Total 1200 VA<br/>                 Corriente de Carga Inst Total 3,3 Amps<br/>                 Corriente de Dem Máx Total 3,3 Amp<br/>                 Factor de demanda 1</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/>                 Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/>                 Capacidad de barras : 125 A<br/>                 Número de campos simples: 2</p> |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/>                 3 THW # 14 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 14 (N) + 1THHN # 14 (T)<br/>                 En tubo EMT de 13 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/20 A, en caja metálica<br/>                 Distancia del protector al tablero: 10 m<br/>                 Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>            |

## T-CE Nutrición

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA      | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |    |    | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCION                       |
|----------------|---------|---------------|---------|---------------|----|----|---------|----------|------------|------------|-------|-----------------------------------|
|                |         |               |         | L1            | L2 | L3 |         |          |            |            |       |                                   |
| -              | (n)     | (VA)          | (V)     |               |    |    |         |          |            |            |       |                                   |
| L1             | 9       | 1100          | 120     | 9             | -  | -  | 2 # 12  | 15       | 1,00       | 1/20       | 13    | Luces                             |
| L2             | 9       | 1400          | 120     | -             | 12 | -  | 2 # 12  | 12       | 0,81       | 1/20       | 13    | Luces                             |
| L3             | 7       | 700           | 120     | -             | -  | 6  | 2 # 12  | 16       | 1,08       | 1/20       | 13    | Luces                             |
| L8 y L9        | 3       | 12350         | 208     | 60            | 60 | -  | 2 # 10  | 12       | 0,81       | 2/70       | 13    | Tomas especiales, Salida especial |
| L10 y L11      | 1       | 10400         | 208     | -             | 50 | 50 | 2 # 10  | 17       | 1,15       | 2/70       | 13    | Salida especial                   |
| L28            | 1       | 180           | 120     | 2             | -  | -  | 3 # 12  | 13       | 0,88       | 1/20       | 13    | Tomacorriente                     |
| L32            | 6       | 1080          | 120     | -             | 9  | -  | 3 # 12  | 12       | 0,81       | 1/20       | 13    | Tomacorrientes                    |
| <b>Totales</b> |         | <b>27 210</b> |         |               |    |    |         |          |            |            |       |                                   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b><br/>                 Carga Instalada Total 27210 VA<br/>                 Demanda Máxima Total 16884 VA<br/>                 Corriente de Carga Inst Total 75,5 Amps<br/>                 Corriente de Dem Máx Total 46,86 Amp<br/>                 Factor de demanda 0,62</p> | <p><b>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</b><br/>                 Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/>                 Capacidad de barras : 125 A<br/>                 Número de campos simples: 9</p> |
| <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</b><br/>                 3 THW # 6 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 8 (N) + 1 THHN # 10 (T)<br/>                 En tubo EMT de 25 mm ø</p>  | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/70 A, en caja metálica<br/>                 Distancia del protector al tablero: 10 m<br/>                 Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>            |

## T-Caldera

| CIRCUITO       | SALIDAS | POTENCIA     | VOLTAJE | CORRIENTE (A) |           |           | CALIBRE | Longitud | CAIDA VOLT | PROTECCIÓN | DUCTO | DESCRIPCIÓN         |
|----------------|---------|--------------|---------|---------------|-----------|-----------|---------|----------|------------|------------|-------|---------------------|
|                |         |              |         | L1            | L2        | L3        |         |          |            |            |       |                     |
| -              | (n)     | (VA)         | (V)     |               |           |           |         |          |            |            |       |                     |
| L1,L2 y L3     | 1       | 6240         | 208     | 30            | 30        | -         | 3 # 8   | 5        | 0,39       | 2/40       | 19    | Caldera nueva       |
| L4             | 1       | 170          | 120     | -             | -         | 1,4       | 2 # 12  | 4        | 0,31       | 1/20       | 13    | Bombas químicos     |
| L5             | 1       | 1800         | 120     | 15            | -         | -         | 2 # 12  | 7        | 0,55       | 1/20       | 13    | Control pozo        |
| L6             | 6       | 250          | 120     | -             | 2         | -         | 2 # 12  | 10       | 0,78       | 1/20       | 13    | Luces de emergencia |
| L7,L8 y L9     | 1       | 3730         | 208     | 18            | -         | 18        | 2 # 10  | 12       | 0,94       | 2/20       | 13    | Condensados         |
| L10            | 1       | 3600         | 120     | -             | 30        | -         | 2 # 12  | 6        |            | 1/20       | 13    | Control bombas agua |
|                |         |              |         |               |           |           |         |          |            |            |       |                     |
|                |         |              |         |               |           |           |         |          |            |            |       |                     |
| <b>Totales</b> |         | <b>15800</b> |         | <b>63</b>     | <b>62</b> | <b>19</b> |         |          |            |            |       |                     |

|  |   |
|--|---|
| <p><b><u>CONDICIONES DE OPERACIÓN</u></b><br/> Carga Instalada Total 15800 VA<br/> Demanda Máxima Total 12320 VA<br/> Corriente de Carga Inst Total 44 Amps<br/> Corriente de Dem Máx Total 34,2 Amp<br/> Factor de demanda 0,77</p> | <p><b><u>DESCRIPCIÓN DEL TABLERO</u></b><br/> Trifásico trifilar 120 V, 3 ø, 4h + T<br/> Capacidad de barras : 125 A<br/> Número de campos simples: 8</p> |
| <p><b><u>CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR AL TABLERO</u></b><br/> 3 THW # 8 (L1, L2 y L3) + 1 THW # 10 (N) + 1THHN # 12 (T)<br/> En tubo EMT de 25 mm ø</p>   | <p>Protección del tablero: Disyuntor 3P/50 A, en caja metálica<br/> Distancia del protector al tablero: 10 m<br/> Caída de voltaje alimentador: 3 %</p>   |

**Tabla Resumen de Resultados Obtenidos:**

## **Tablero Principal de emergencia (TPE)**

| Tablero           | Dem.Max Total (VA) | Corriente Dem Max Total (A) | Características del Alimentador |        |        |          | Protección del tablero |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------|--------|----------|------------------------|
|                   |                    |                             | L1,L2 y L3                      | Neutro | Tierra | Tubo EMT |                        |
| TE-VE             | 20360              | 55,5                        | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70A                 |
| T-Lavandería      | 22436              | 62,3                        | 4                               | 6      | 8      | 32       | 3P/70A                 |
| T-Exteriores      | 4150               | 11,6                        | 14                              | 14     | 14     | 13       | 3P/20A                 |
| Aire Caldera      | 1200               | 3,3                         | 14                              | 14     | 14     | 13       | 3P/20A                 |
| T-Nutrición       | 16884              | 46,86                       | 6                               | 8      | 10     | 25       | 3P/70A                 |
| T-Caldera         | 12320              | 34,2                        | 8                               | 10     | 12     | 25       | 3P/50A                 |
| Sist. Presión Cte | 19474              | 54                          | 1                               | 1      | 2      | 38       | 3P/125A                |
| Planta Trat       | 17225              | 47,8                        | 2                               | 2      | 4      | 32       | 3P/100A                |



# Memoria de Cálculos

## **TABLEROS DE EMERGENCIA DE URGENCIAS (TE-1)**

### **1) Tablero TE-NEO (Tablero Monofásico)**

1. Carga instalada total = 3060 VA
2. Demanda máxima total = 3060 VA (Igual a carga instalada total ya que esta no supera los 10000 Watts)
3. Corriente de carga instalada total =

### 3. Tablero TE-Maternidad

1. Carga instalada total = 23920 VA
2. Demanda máxima total =  $23920 - 10000 = 13920 * 0,4 = 5568 + 10000 = 15568$  VA
3. Corriente de carga instalada total =

## 5. Tablero TE- PED

1. Carga instalada total = 34940 VA
2. Demanda máxima total =  $34940 - 10000 = 24940 * 0,4 = 9976 + 10000 = 19976$  VA
3. Corriente de carga instalada total =

## 7. Tablero TE- Diab

1. Carga instalada total = 12220 VA
2. Demanda máxima total =  $12220 - 10000 = 2220 * 0,4 = 888 + 10000 = 10888$  VA
3. Corriente de carga instalada total =

## 9. Tablero TE- FE

1. Carga instalada total = 39120 VA
2. Demanda máxima total =  $39120 - 10000 = 29120 * 0,4 = 11648 + 10000 = 21648$  VA
3. Corriente de carga instalada total =

## 11. Tablero TE- Tratamiento

1. Carga instalada total = 19660 VA
2. Demanda máxima total =  $19660 - 10000 = 9660 * 0,4 = 3864 + 10000 = 13864$  VA
3. Corriente de carga instalada total =

## TABLEROS PRINCIPALES DE EMERGENCIA (TPE)

### 1) Tablero TE- VE (Segunda planta)

1. Carga instalada total = 35900 VA
2. Demanda máxima total =  $35900 - 10000 = 25900 * 0,4 = 10360 + 10000 = 20360$  VA
3. Corriente de carga instalada total =



THW # 4 (L1,L2 y L3) + 1THW # 6 (N) + 1 THW # 8 (T).

En tubo EMT de 32 mm  $\varnothing$

#### 7. Características del motor del ascensor:

Potencia:

M1 = 20 hp

Corriente:

I = 54 A (Ver Anexo 3)

Contactora:

K1= Nema 3 (Ver Anexo 3)

Sobrecarga: (Aleación eutéctica)

SC1 = 1,15 \* 54 = 62,1 A

Disyuntor:

2,5 \* 54 = 135 (Disyuntos 3 Polos/ 150)

Calibres y ductos: (Ver Anexo 2)

M1 = 1,25\*54 = 67,5 A

3 THW # 4 (L1,L2,L3)

1 THW # 6 (N)

1THW # 8 (T)

### 3. Tablero TE- Ex (Luces exteriores)

1. Carga instalada total = 4150 VA

2. Demanda máxima total = 4150 VA

3. Corriente de carga instalada total =

6. Determinación de las características del alimentador al tablero:

THW # 14 (L1,L2 y L3) + 1THW # 14 (N) + 1 THW # 14 (T).

En tubo EMT de 13 mm  $\varnothing$

#### **4. Aire de la caldera**

1. Carga instalada total = 1200 VA
2. Demanda máxima total = 1200 VA
3. Corriente de Carga Instalada Total =

**Bomba sumergible:**

BS1 = 7,5 Hp

**Según tabla 7 (Ver Anexo 3):**

M1 = 22 A

M2 = 22 A

M3 = 22 A

BS1 = 22 A

**Contactores (Ver Anexo 3):**

K1 = Nema 1

K2 = Nema 1

K3 = Nema 1

K4 = Nema 1

**Sobrecargas (Aleación eutéctica):**

Sc1 =  $1,15 \cdot 22 = 25,3$

Sc2 =  $1,15 \cdot 22 = 25,3$

Sc3 =  $1,15 \cdot 22 = 25,3$

Sc4 =  $1,15 \cdot 22 = 25,3$

**Disyuntores:**

D1 =  $2,5 \cdot 22 = 55$  (disyuntor 3 Polos/70 A)

D2 =  $2,5 \cdot 22 = 55$  (disyuntor 3 Polos/70 A)

D3 =  $2,5 \cdot 22 = 55$  (disyuntor 3 Polos/70 A)

D4 =  $2,5 \cdot 22 = 55$  (disyuntor 3 Polos/70 A)

**Calibres y ductos para M1, M2, M3 y BS1 (Ver Anexo 2):**

$1,25 \cdot 22 = 27,5$  A

3 THW # 10 (L1, L2 y L3)

1 THW # 12 (N)

1 THW # 14 (T)

Ducto EMT = 19 mm

#### **Cálculo del circuito alimentador:**

IM1 = 22 A

IM2 = 22 A

IM3 = 22 A

IBS1 = 22 A

ITotal = 88 A

I Principal =  $88 + 0,25 \cdot 22 = 93,5$  A

#### **Protecciones:**

D1 = 40

Iprincipal =  $40 + 22 + 22 + 22$

Dp = 106

Dp = 3 Polos/ 125 A

#### **Calibres Dp:**

3 THW # 1 (L1, L2 y L3)

1 THW # 1 (N)

1 THW # 2 (T)

Ducto EMT 38 mm

### **6. Tablero T-CE (Nutrición)**

1. Carga instalada total = 27210 VA

2. Demanda máxima total =  $27210 - 10000 = 17210 \cdot 0,4 = 6884 + 10000 = 16884$  VA

3. Corriente de carga instalada total =

4. Corriente de demanda máxima =

**Motores:**

M1 = 7,5 Hp

M2 = 7,5 Hp

**Bombas Sumergibles:**

B1 = 1,5 Hp

B2 = 1,5 Hp

B3 = 1 Hp

B4 = 1 Hp

B5 = 1 Hp

B6 = 1 Hp

B7 = 1 Hp

**Según tabla 7 (Ver Anexo 3):****Motores:**

M1 = 22 A

M2 = 22 A

**Bombas Sumergibles:**

B1 = 5,2 A

B2 = 5,2 A

B3 = 3,6 A

B4 = 3,6 A

B5 = 3,6 A

B6 = 3,6 A

B7 = 3,6 A

**Contactores (Ver Anexo 3):**

KM1 = Nema 1

KM2 = Nema 1

KB1 = Nema 00

KB2 = Nema 00

**Sobrecargas (Aleación Eutéctica):**

$$ScM1 = 1,15 \cdot 22 = 25,3$$

$$ScM2 = 1,15 \cdot 22 = 25,3$$

$$ScB1 = 1,15 \cdot 5,2 = 6$$

$$ScB2 = 1,15 \cdot 5,2 = 6$$

$$ScB3 = 1,15 \cdot 3,6 = 4,14$$

$$ScB4 = 1,15 \cdot 3,6 = 4,14$$

$$ScB5 = 1,15 \cdot 3,6 = 4,14$$

$$ScB6 = 1,15 \cdot 3,6 = 4,14$$

$$ScB7 = 1,15 \cdot 3,6 = 4,14$$

**Disyuntores:**

$$DM1 = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ (disyuntor 3 Polos/70 A)}$$

$$DM2 = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ (disyuntor 3 Polos/70 A)}$$

$$DB1 = 2,5 \cdot 5,2 = 13 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB2 = 2,5 \cdot 5,2 = 13 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB3 = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB4 = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB5 = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB6 = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

$$DB7 = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ (disyuntor 3 Polos/20 A)}$$

**Calibres y ductos para M1, M2 (Ver Anexo 2):**

$$1,25 \cdot 22 = 27,5 \text{ A}$$

3 THW # 10 (L1, L2 y L3)

1 THW # 12 (N)

1 THW # 14 (T)

Ducto EMT = 19 mm

**Calibres y ductos para B1, B2 (Ver Anexo 2):**

$$1,25 * 5,2 = 6,5 \text{ A}$$

3 THW # 14 (L1,L2 y L3)

1 THW # 14 (N)

1 THW # 14 (T)

Ducto EMT = 13 mm

**Calibres y ductos para B3, B4, B5, B6, B7 (Ver Anexo 2):**

$$1,25 * 3,6 = 4,5 \text{ A}$$

3 THW # 14 (L1,L2 y L3)

1 THW # 14 (N)

1 THW # 14 (T)

Ducto EMT = 13 mm

**Cálculo del circuito alimentador:**

$$IM1 = 22 \text{ A}$$

$$IM2 = 22 \text{ A}$$

$$IB1 = 5,2 \text{ A}$$

$$IB2 = 5,2 \text{ A}$$

$$IB3 = 3,6 \text{ A}$$

$$IB4 = 3,6 \text{ A}$$

$$IB5 = 3,6 \text{ A}$$

$$IB6 = 3,6 \text{ A}$$

$$IB7 = 3,6 \text{ A}$$

$$ITotal = 72,4 \text{ A}$$

$$IPrincipal = 72,4 + 22 * 0,25 = 77,9 \text{ A}$$

**Protecciones:**

$$D1 = 40$$

$$Iprincipal = 40 + 22 + 2 * 5,2 + 5 * 3,6$$

$$Dp = 90,4$$



Dp = 3 Polos/ 100A

**Calibres Dp:**

3 THW # 2 (L1,L2 y L3)




















1 THW # 2 (N)

1 THW # 4 (T)

Ducto EMT 32 mm

# Anexos

## Anexo 1: Simbología empleada en los planos eléctricos

| Simbología  |  |
|---|--|
|    | Luminaria fluorescente 2 tubos, 61cm, 120V   |
|    | Luminaria fluorescente 2 tubos, 122cm, 120V  |
|    | Luminaria fluorescente 2 tubos, 244cm, 120V  |
|    | Luminaria incandescente tipo parche de 50-100W, 120V   |
|    | Luminaria fluorescente en pared para pacientes con encendido manual, 120V                    |
|    | Luminaria estroboscópica con alarma sónica con encendido en la cama y botón de apagado, 120V |
|    | Luminaria incandescente tipo parche de 50-100W, 120V   |
|    | Foto celda para uso en cielo, 120V, 1000W  |
|    | Luminaria incandescente empotrable, 75W 120V tipo halógeno, 120V                             |
|    | Luminaria incandescente para coloca en pared o cielo tipo doble reflector, 120V              |
|    | Luminaria incandescente de poste, alumbrado de 500W, 240V                                    |
|    | Luminaria incandescente de poste, alumbrado de 250W, 240V                                    |
|  | Luminaria incandescente en pared, 50-100W, 120V  |
|  | Apagador sencillo para 120V, 15A   |
|  | Apagador doble o triple, se indica la cantidad de circuitos a, b, c, 120V 15A                |
|  | Apagador de doble paso, treeway 120V   |
|  | Apagador de bajo voltaje, con caja de relés  |
|  | Abanico 120V   |
|  | Tablero de distribución altura aproximada 1.70 msnpt   |

|  |   |
|--|---|
|  | Extractor de aire colocado en cielo raso  |
|  | Medidor de consumo eléctrico  |
|  | Lámpara colgante en capilla, 120V, varias luminarias incandescentes                                 |
|  | Tomacorriente doble polarizado a 0.30 msnpt, 120V, 15A  |
|  | Tomacorriente doble polarizado con altura superior a 0.30 msnpt, 120V, 15A                          |
|  | Tomacorriente doble no polarizado a 0.30 msnpt, 120V, 15A   |
|  | Tomacorriente doble no polarizado con altura superior a 0.30 msnpt, 120V, 15A                       |
|  | Salida especial 120/240V, se indica en planos la carga  |
|  | Salida especial 240V @ 50A  |
|  | Salida especial para aire acondicionado   |
|  | Tomacorriente utilizado para secador de manos a 1.50 msnpt, 120V, 1800W                             |
|  | Tomacorriente utilizado para conectar cámara de refrescos, refrigerador o algo similar, 120V, 1500W |
|  | Tomacorriente instalado en pared pero no presenta voltaje   |
|  | Salida especial para silla odontológica   |
|  | Tomacorriente con supresor de pisos, 70KA, 120V   |
|  | Transformador de voltaje, se indica en planos la capacidad y el voltaje                             |
|  | Salidas eléctricas especiales en quirófanos, 120/240V   |
|  | Tomacorriente indicado, con interrupción de falla a tierra, 120V                                    |
|  | Planta de emergencia, 250KVA, 3Ø, motor caterpillar MATRA   |
|  | Planta de emergencia, 125KVA, 3Ø, motor generador ONAN  |
|  | Transferencia automática 800A, 208V, 3Ø, B/N, B/T, marca Square D                                   |
|  | Transferencia automática 400A, 208V, 3Ø, B/N, B/T, marca Siemens                                    |
|  | Salida telefónica   |
|  | Salida estructurada de voz y datos (computo), RJ45  |
|  | Bastidor rígidamente anclado al piso conteniendo dos patch panel RO1 y RO2                          |
|  |   |

Figura 15. Simbología empleada en los planos eléctricos

## Anexo 2: Tablas para el cálculo de calibres de cables y diámetro de ductos

**Tabla 310-16 Capacidades permisibles de corriente en conductores aislados para tensiones nominales de 0 2000 V y 60°C a 90°C (140 °F a 194°F) no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30°C (86°F).**

| Tamaño o designación       |  | Capacidad nominal de temperatura del conductor (véase Tabla 310-13) |   |   |                 |   |  |
|----------------------------|--|---|---|---|-----------------|---|--|
| mm <sup>2</sup>            | AWG o kcmil  | 60 °C   | 75 °C   | 90 °C   | 60 °C           | 75 °C   | 90 °C  |
|                            |  | TIPOS<br>TW, UF   | TIPOS<br>FEPW, RH, RHW,<br>THHW, THW,<br>THWN, XHHW,<br>USE, ZW | TIPOS<br>TBS, SA, SIS, FEP,<br>FEPB, MI, RHH,<br>RHW-2, THHN,<br>THHW, THWN-2,<br>THW-2,<br>XHH, XHHW,<br>XHHW-2, USE-2 | TIPOS<br>TW, UF | TIPOS<br>RH, RHW,<br>THHW, THW,<br>THWN, XHHW,<br>USE | TIPOS<br>TBS, SA, SIS, RHH, RHW-2,<br>THHN, THHW, THWN-2,<br>THW-2,<br>XHH, XHHW, XHHW-2,<br>USE-2, ZW-2 |
| COBRE                      |  |   |   | ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO CON COBRE  |                 |   |  |
| 0.824                      | 18   | ---   | ---   | 14  | ---             | ---   | ---  |
| 1.31                       | 16   | ---   | ---   | 18  | ---             | ---   | ---  |
| 2.08                       | 14   | 20*   | 20*   | 25*   | ---             | ---   | ---  |
| 3.31                       | 12   | 25*   | 25*   | 30*   | ---             | ---   | ---  |
| 5.26                       | 10   | 30  | 35*   | 40*   | ---             | ---   | ---  |
| 8.37                       | 8  | 40  | 50  | 55  | ---             | ---   | ---  |
| 13.3                       | 6  | 55  | 65  | 75  | 40              | 50  | 60   |
| 21.2                       | 4  | 70  | 85  | 95  | 55              | 65  | 75   |
| 26.7                       | 3  | 85  | 100   | 110   | 65              | 75  | 85   |
| 33.6                       | 2  | 95  | 115   | 130   | 75              | 90  | 100  |
| 42.4                       | 1  | 110   | 130   | 150   | 85              | 100   | 115  |
| 53.5                       | 1/0  | 125   | 150   | 170   | 100             | 120   | 135  |
| 67.4                       | 2/0  | 145   | 175   | 195   | 115             | 135   | 150  |
| 85.0                       | 3/0  | 165   | 200   | 225   | 130             | 155   | 175  |
| 107                        | 4/0  | 195   | 230   | 260   | 150             | 180   | 205  |
| 127                        | 250  | 215   | 255   | 290   | 170             | 205   | 230  |
| 152                        | 300  | 240   | 285   | 320   | 190             | 230   | 255  |
| 177                        | 350  | 260   | 310   | 350   | 210             | 250   | 280  |
| 203                        | 400  | 280   | 335   | 380   | 225             | 270   | 305  |
| 253                        | 500  | 320   | 380   | 430   | 260             | 310   | 350  |
| 304                        | 600  | 355   | 420   | 475   | 285             | 340   | 385  |
| 355                        | 700  | 385   | 460   | 520   | 310             | 375   | 420  |
| 380                        | 750  | 400   | 475   | 535   | 320             | 385   | 435  |
| 405                        | 800  | 410   | 490   | 555   | 330             | 395   | 450  |
| 458                        | 900  | 435   | 520   | 585   | 355             | 425   | 480  |
| 507                        | 1 000  | 455   | 545   | 615   | 375             | 445   | 500  |
| 633                        | 1250   | 495   | 590   | 665   | 405             | 485   | 545  |
| 760                        | 1500   | 520   | 625   | 705   | 435             | 520   | 585  |
| 887                        | 1750   | 545   | 650   | 735   | 455             | 545   | 615  |
| 1010                       | 2000   | 560   | 665   | 750   | 470             | 560   | 630  |
| FACTORES DE CORRECCION     |  |   |   |   |                 |   |  |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C. multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes |   |   |   |                 |   |  |
| 21-25                      | 1.08   | 1.05  | 1.04  | 1.04  | 1.08            | 1.05  | 1.04   |
| 26-30                      | 1.00   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00            | 1.00  | 1.00   |
| 31-35                      | 0.91   | 0.94  | 0.96  | 0.96  | 0.91            | 0.94  | 0.96   |
| 36-40                      | 0.82   | 0.88  | 0.91  | 0.91  | 0.82            | 0.88  | 0.91   |
| 41-45                      | 0.71   | 0.82  | 0.87  | 0.87  | 0.71            | 0.82  | 0.87   |
| 46-50                      | 0.58   | 0.75  | 0.82  | 0.82  | 0.58            | 0.75  | 0.82   |
| 51-55                      | 0.41   | 0.67  | 0.76  | 0.76  | 0.41            | 0.67  | 0.76   |
| 56-60                      | ....   | 0.58  | 0.71  | 0.71  | ....            | 0.58  | 0.71   |
| 61-70                      | ....   | 0.33  | 0.58  | 0.58  | ....            | 0.33  | 0.58   |
| 71-80                      | ....   | ....  | 0.41  | 0.41  | ....            | ....  | 0.41   |

**Figura 16.** Tabla de selección de calibre según el Código Eléctrico Nacional

**TABLA 3 ( SELECCIÓN DEL DUCTO PVC o EMT )**

*( Válido para aislamientos THHN )*

*Número de cables dentro de un tubo dado un calibre*

| Calibre | 1/2" | 3/4" | 1"   | 1 ¼" | 1 ½" | 2"   | 2 ½" | 3"   | 3 ½" |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| AWG     | 13mm | 19mm | 25mm | 32mm | 38mm | 51mm | 63mm | 76mm | 89mm |
| 14      | 11   | 21   | 34   | 60   | 82   | 135  | 193  | 299  | 401  |
| 12      | 8    | 15   | 25   | 43   | 59   | 99   | 141  | 218  | 293  |
| 10      | 5    | 9    | 15   | 27   | 37   | 62   | 89   | 137  | 184  |
| 8       | 3    | 5    | 9    | 16   | 21   | 36   | 51   | 79   | 106  |
| 6       | 1    | 4    | 6    | 11   | 15   | 26   | 37   | 57   | 77   |
| 4       | 1    | 2    | 4    | 7    | 9    | 16   | 22   | 35   | 47   |
| 3       | 1    | 1    | 3    | 6    | 8    | 13   | 19   | 30   | 40   |
| 2       | 1    | 1    | 3    | 5    | 7    | 11   | 16   | 25   | 33   |
| 1       | 1    | 1    | 1    | 3    | 5    | 8    | 13   | 20   | 28   |
| 1/0     | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    | 7    | 10   | 15   | 21   |
| 2/0     | -    | 1    | 1    | 2    | 3    | 6    | 8    | 13   | 17   |
| 3/0     | -    | 1    | 1    | 1    | 3    | 5    | 7    | 11   | 14   |
| 4/0     | -    | 1    | 1    | 1    | 2    | 4    | 6    | 9    | 12   |
| 250     | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    | 7    | 10   |
| 300     | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    | 6    | 8    |
| 350     | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 2    | 3    | 5    | 7    |
| 400     | -    | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 3    | 5    | 6    |
| 500     | -    | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 2    | 4    | 5    |
| 600     | -    | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    |
| 750     | -    | -    | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 2    | 3    |
| 1000    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 3    |

**Figura 17. Tamaño del ducto**

**Anexo 3: Tablas para el cálculo de Motores**

**TABLA 7**

**Amperaje para motores de corriente alterna trifásica**

Tipo jaula de ardilla o rotor devanado

*Los valores corresponden a corriente de plena carga ( I pc )*

| Potencia<br>hp | 115 V<br>3ø | 230 V<br>3ø | 460 V<br>3ø | 575 V<br>3ø |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1/2            | 4           | 2           | 1           | 0.8         |
| 3/4            | 5,6         | 2.8         | 1.4         | 1.1         |
| 1              | 7,2         | 3.6         | 1.8         | 1.4         |
| 1½             | 10,4        | 5.2         | 2.6         | 2.1         |
| 2              | 13,6        | 6.8         | 3.7         | 2.7         |
| 3              | -           | 9.6         | 4.8         | 3.9         |
| 5              | -           | 15.2        | 7.6         | 6.1         |
| 7½             | -           | 22          | 11          | 9           |
| 10             | -           | 28          | 14          | 11          |
| 15             | -           | 42          | 21          | 17          |
| 20             | -           | 54          | 27          | 22          |
| 25             | -           | 68          | 34          | 27          |
| 30             | -           | 80          | 40          | 32          |
| 40             | -           | 104         | 52          | 41          |
| 50             | -           | 130         | 65          | 52          |
| 60             | -           | 154         | 77          | 62          |
| 75             | -           | 192         | 96          | 77          |
| 100            | -           | 248         | 124         | 99          |
| 125            | -           | 312         | 156         | 125         |
| 150            | -           | 360         | 180         | 144         |
| 200            | -           | 480         | 240         | 192         |

*Ref: NEC- Tabla 430-150*

**Figura 19. Corriente para motores trifásicos**

| Contactador<br>Tamaño<br>NEMA | Máxima potencia en hp |             |               |
|-------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|
|                               | Voltaje del<br>motor  | Una<br>fase | Tres<br>fases |
| 00                            | 115                   | 1/3         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 1 ½           |
|                               | 230                   | 1           | 1 ½           |
|                               | 460                   | ---         | 2             |
|                               | 575                   | ---         | 2             |
| 0                             | 115                   | 1           | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 3             |
|                               | 230                   | 2           | 3             |
|                               | 460                   | ---         | 5             |
|                               | 575                   | ---         | 5             |
| 1                             | 115                   | 2           | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 7 ½           |
|                               | 230                   | 3           | 7 ½           |
|                               | 460                   | ---         | 10            |
|                               | 575                   | ---         | 10            |
| 2                             | 115                   | 3           | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 10            |
|                               | 230                   | 7 ½         | 15            |
|                               | 460                   | ---         | 25            |
|                               | 575                   | ---         | 25            |
| 3                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 25            |
|                               | 230                   | ---         | 30            |
|                               | 460                   | ---         | 50            |
|                               | 575                   | ---         | 50            |
| 4                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 40            |
|                               | 230                   | ---         | 50            |
|                               | 460                   | ---         | 100           |
|                               | 575                   | ---         | 100           |
| 5                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 75            |
|                               | 230                   | ---         | 100           |
|                               | 460                   | ---         | 200           |
|                               | 575                   | ---         | 200           |
| 6                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 150           |
|                               | 230                   | ---         | 200           |
|                               | 460                   | ---         | 400           |
|                               | 575                   | ---         | 400           |
| 7                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 200           |
|                               | 230                   | ---         | 300           |
|                               | 460                   | ---         | 600           |
|                               | 575                   | ---         | 600           |
| 8                             | 115                   | ---         | ---           |
|                               | 200                   | ---         | 400           |
|                               | 230                   | ---         | 450           |
|                               | 460                   | ---         | 900           |
|                               | 575                   | ---         | 900           |

NEMA: National Electrical Manufacturers Assoc.

Figura 20. Contactores



#### Anexo 4: Factor de demanda

Según el código eléctrico de Costa Rica (NEC) establecido en el 2008 el factor de demanda es el siguiente:

**Tabla 220-11. Factores de demanda de cargas de alumbrado**

| <b>Tipo de inmueble</b>  | <b>Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)</b> | <b>Factor de demanda (%)</b> |
|--|--|------------------------------|
| Unidades de vivienda   | Primeros 3000 o menos  | 100                          |
|  | De 3001 a 120,000  | 35                           |
|  | A partir de 120,000  | 25                           |
| Hospitales *   | Primeros 50,000 o menos  | 40                           |
|  | A partir de 50,000   | 20                           |
| Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina para los inquilinos* | Primeros 20,000 o menos  | 50                           |
|  | De 20,001 a 100,000  | 40                           |
|  | A partir de 100,000  | 30                           |
| Depósitos  | Primeros 12,500 o menos  | 100                          |
|  | A partir de 12,500   | 50                           |
| Todos los demás  | Voltamperios totales   | 100                          |

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores o acometidas alimentando zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

**Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales**

| <b>Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)</b> | <b>Factor de demanda (%)</b> |
|---|------------------------------|
| Primeros 10 kVA o menos   | 100                          |
| A partir de 10 kVA  | 50                           |

**Anexo 5:** Tabla para definir el disyuntor

**Tabla 430-152 Capacidad nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección para circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra**

| Tipo de motor   | En porcentaje de la corriente de plena carga |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
|   | Fusible con                                  |  | Interruptor automático de disparo instantáneo | Interruptor automático de tiempo inverso <sup>2</sup> |
|   | Fusible sin retardo de tiempo <sup>1</sup>   | retardo de tiempo <sup>1</sup> (elemento dual) |   |   |
| Motores monofásicos   | 300  | 175  | 800   | 250   |
| Motores polifásicos de c.a. distintos a los de rotor devanado |  |  |   |   |
| De jaula de ardilla:  |  |  |   |   |
| Diferentes de los de diseño E                                 | 300  | 175  | 800   | 250   |
| Sincrónicos <sup>3</sup>                                      | 300  | 175  | 800   | 250   |
| Con rotor devanado  | 150  | 150  | 800   | 150   |
| De c.c. (tensión constante)                                   | 150  | 150  | 250   | 150   |

Nota: Para algunas excepciones a los valores especificados, véanse las Secciones 430-52 a 430-54.

<sup>1</sup>Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC con retardo de tiempo.

<sup>2</sup>Los valores de la última columna también cubren las capacidades nominales de corriente de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como en la Sección 430-52.

<sup>3</sup>Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que la capacidad nominal de los fusibles o ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200% de la corriente de plena carga.

## Anexo 6: Equipo de medición Power Logic PM800

### Catálogo del fabricante de equipo de medición Power Logic PM800

**PowerLogic™ Series 800 Power Meter**  
**Installation Guide**  
 63230-500-282A1

English



#### Safety Precautions

Read and follow all safety precautions and instructions before installing and working with this equipment.

**⚠ DANGER**

**HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION, OR ARC FLASH**

- Apply appropriate personal protective equipment (PPE) and follow safe electrical work practices. In the USA, see NFPA 70E.
- Only qualified electrical workers should install this equipment. Such work should be performed only after reading this entire set of instructions.
- NEVER work alone.
- Before performing visual inspections, tests, or maintenance on this equipment, disconnect all sources of electric power. Assume that all circuits are live until they have been completely de-energized, tested, and tagged. Pay particular attention to the design of the power system. Consider all sources of power, including the possibility of backfeeding.
- Turn off all power supplying the power meter and the equipment in which it is installed before working on it.
- Always use a properly rated voltage sensing device to confirm that all power is off.
- Before closing all covers and doors, carefully inspect the work area for tools and objects that may have been left inside the equipment.
- Use caution while removing or installing panels so that they do not extend into the energized bus; avoid handling the panels, which could cause personal injury.
- The successful operation of this equipment depends upon proper handling, installation, and operation. Neglecting fundamental installation requirements may lead to personal injury as well as damage to electrical equipment or other property.
- NEVER bypass external fusing.
- NEVER short the secondary of a PT.
- NEVER open circuit a CT; use a shorting block to short circuit the leads of the CT before removing the connection from the power meter.
- Before performing Dielectric (Hi-Pot) or Megger testing on any equipment in which the power meter is installed, disconnect all input and output wires to the power meter. High voltage testing may damage electronic components contained in the power meter.
- The power meter should be installed in a suitable electrical enclosure.

**Failure to follow this instruction will result in death or serious injury**

#### Additional Resources

The Series 800 Power Meter User Guide provides additional information and is available online. Go to <http://www.schneider-electric.com> > In the Search window enter **PM800** > In the drop-down box click **PM800 - Power meter** > On **PM800** screen, click the **Downloads** tab, then click the **Tech publications** tab > click on the document name to download or read the document file. Firmware updates can also be downloaded at this Web site.

#### Introduction

The Series 800 Power Meter ships in three different configurations. The following icons are used in this document to highlight features specific to each of these configurations:

- I** Power meter with integrated display
- U** Power meter unit only
- RD** Power meter unit with remote display

#### Box Contents

Table 1: Box contents based on model

| Model Description                | Box Contents   |
|----------------------------------|--|
| <b>I U RD</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 power meter</li> <li>• 1 hardware kit (63230-500-16) containing:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— 4 connectors</li> <li>— 9 lugs</li> <li>— 2 mounting clips</li> <li>— 1 terminator (MCT2W)</li> <li>— 1 template</li> </ul> </li> <li>• 1 installation guide</li> </ul>   |
| <b>I</b> Additionally includes:  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 display integrated with the power meter (PM8D(MG))</li> </ul>   |
| <b>RD</b> Additionally includes: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 remote display (63230-500-120(MG))</li> <li>• 1 remote display adapter (PM8RDA)</li> <li>• 1 hardware kit (63230-500-96) containing:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1 communications cable (CAB3M)</li> <li>— 4 screws</li> <li>— 2 display retainers</li> </ul> </li> <li>• 1 hardware kit (63230-500-163):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— 1 4-wire RS485 Comm 2 connector</li> <li>— 1 crimp connector</li> </ul> </li> <li>• 1 DIN slide (installed on unit)</li> <li>• 1 remote display installation guide</li> </ul> |
| <b>U</b> Additionally includes:  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 DIN slide (installed on unit)</li> </ul>  |

#### Power Meter Hardware

Figure 1: Series 800 Power Meter with integrated display

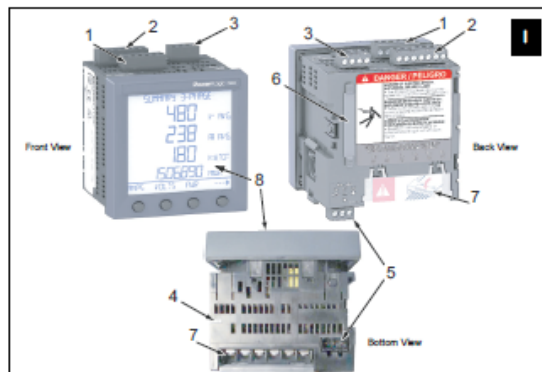


Table 2: Parts of the power meter with integrated display

| No. | Part                           | Description   |
|-----|--------------------------------|---|
| 1   | Control power supply connector | Connection for control power to the power meter.  |
| 2   | Voltage inputs                 | Voltage metering connections.   |
| 3   | I/O connector                  | KY pulse output/digital input connections.  |
| 4   | Heartbeat LED                  | A green flashing LED indicates the power meter is ON.   |
| 5   | RS485 port (COM1)              | The RS485 port is used for communications with a monitoring and control system. This port can be daisy-chained to multiple devices. |
| 6   | Option module connector        | Used to connect option modules to the power meter.  |
| 7   | Current inputs                 | Current metering connections.   |
| 8   | Integrated display             | Visual interface to configure and operate the power meter.  |

Figure 2: Series 800 Power Meter without display

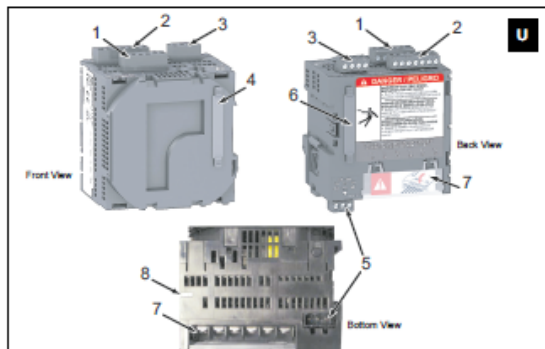


Table 3: Parts of the Power Meter without display

| No. | Part                           | Description   |
|-----|--------------------------------|---|
| 1   | Control power supply connector | Connection for control power to the power meter.  |
| 2   | Voltage inputs                 | Voltage metering connections.   |
| 3   | I/O connector                  | KY pulse output/digital input connections.  |
| 4   | Display connector              | Used to connect an Integrated display or a Remote Display Adapter (PM8RDA).   |
| 5   | RS485 port (COM1)              | The RS485 port is used for communications with a monitoring and control system. This port can be daisy-chained to multiple devices. |
| 6   | Option module connector        | Used to connect option modules to the power meter.  |
| 7   | Current inputs                 | Current metering connections.   |
| 8   | Heartbeat LED                  | A green flashing LED indicates the power meter is ON.   |

Figure 3: Series 800 Power Meter with Remote Display and Adapter

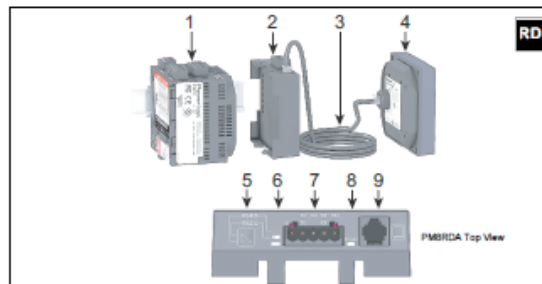


Table 4: Parts of the Power Meter with Remote Display and Adapter (see Figure 2 for connector detail)

| No. | Part                            | Description   |
|-----|---------------------------------|---|
| 1   | Power meter unit                |   |
| 2   | Remote display adapter (PM8RDA) | Provides the connection between the remote display and the power meter, and provides an additional RS232/RS485 connection (2- or 4-wire). |
| 3   | Remote display cable            | Connects the remote display to the remote display adapter (meter).  |
| 4   | Remote display                  | Visual interface to configure and operate the power meter.  |
| 5   | Communications mode button      | Use to select the communications mode (RS232 or RS485).   |
| 6   | Communications mode LED         | When lit, the LED indicates the communications port is in RS232 mode.   |
| 7   | RS232/RS485 port                | The RS485 port is used for communications with a monitoring and control system. This port can be daisy-chained to multiple devices.       |
| 8   | Tx/Rx Activity LED              | The LED flashes to indicate communications activity.  |
| 9   | Remote display connector        | Connects the remote display to the remote display adapter (meter).  |

## Installation

### Installation Considerations

When choosing a mounting location, consider the following points:

- Allow for easy access to all parts of the power meter. Allow extra space for wiring, fuse disconnects, shunting blocks, accessories, or other components. Make sure to route the wires so they do not cover the back of the unit or cooling vents on the power meter.
- Install the power meter in a protective enclosure (for example, in the USA use a Type 1 rated enclosure or better).
- For European Community (CE) compliance, the disconnect circuit breaker must be placed within reach of the power meter and labeled: **Disconnect Circuit Breaker for Power Meter**.  
*NOTE: The disconnect circuit breaker must be rated for the short circuit current at the connection points.*

## CAUTION

### IMPROPER VENTILATION

- Mount the power meter only as described in this document.
- Provide clearances around the power meter as illustrated in Figure 4, Figure 5, and Figure 6.

Failure to follow this instruction can result in equipment damage.

- Locate the power meter in an area where immediate environmental conditions fall within the acceptable range. For control power voltages above 300 Vac, the temperature range for the meter block is -25°C to +65°C. The front display has a range of -10°C to +50°C.

### Wire Specifications

Voltage inputs up to 600 Vac L-L / 347 Vac L-N and control power up to 415 Vac / 250 Vdc complies with metering category III (refer to online documentation for detailed specs). Also, terminal wiring insulation should have a minimum temperature rating of 80°C. Polarity marks (■) must be followed as shown for CTs and PTs.

## Dimensions and Mounting

### Power Meter with Integrated Display

Figure 4: Power meter with integrated display dimensions

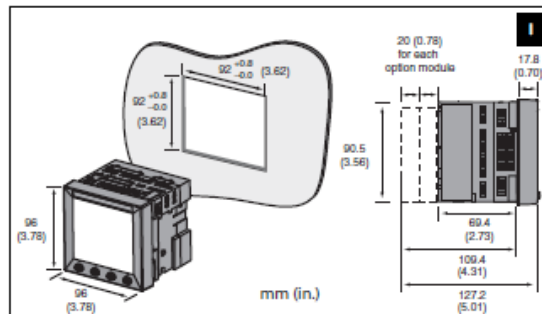


Figure 5: Clearances for mounting a single power meter

