

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA



**Red de distribución subterránea para el campus de
la Ciudad Universitaria.**

PRESENTADO POR:

MANUEL OVIDIO HERRERA PARADA

CÉSAR IVÁN MARAVILLA RIVERA

ULISES ALBERTO MATA AMAYA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**Red de distribución subterránea para el campus
de la Ciudad Universitaria.**

Presentado por :

MANUEL OVIDIO HERRERA PARADA

CÉSAR IVÁN MARAVILLA RIVERA

ULISES ALBERTO MATA AMAYA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

San Salvador, Agosto de 2013

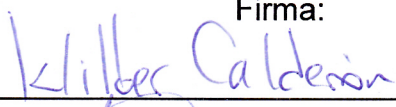
Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

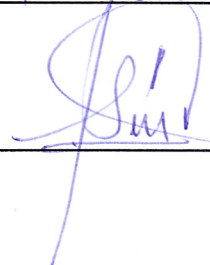

ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

En esta fecha, 14 de agosto de 2013, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 3:00 horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. José Wilber Calderón Urrutia
Director

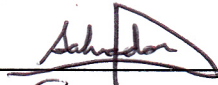
Firma:


2. Ing. Salvador de Jesús Germán
Secretario

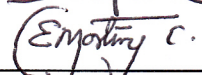
Firma:



Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

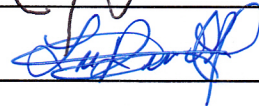
1- Ing. Salvador Rene Márquez Rodríguez

Firma:


2- Dr. Carlos Eugenio Martínez Cruz



3- Ing. Lázaro Romeo González Torres



Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Red de distribución subterránea para el campus de la Ciudad Universitaria.

A cargo de los Bachilleres:

- Manuel Ovidio Herrera Parada
- César Iván Maravilla Rivera
- Ulises Alberto Mata Amaya

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final, de: 8.8

(OCHO punto OCHO.)

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo lo dedico especialmente a Dios todopoderoso por haberme permitido vida, salud, sabiduría y perseverancia para lograr salir adelante en esta etapa de mi vida.

A mis padres:

Juan Manuel Herrera (Q.D.D.G) quien comparte este logro conmigo espiritualmente

Marina de Herrera

Por su amor y ayuda para mi formación profesional.

A mi esposa:

Sonia Maribel Valiente de Herrera

Por su comprensión, ayuda y amor alentador

A mis hijos:

Denisse Alicia

Carlos Manuel

Wendi Jeamileth

Por ser mi inspiración como padre y profesional.

A mis hermanos:

Juan Rafael

Alicia

Por su apoyo y amor fraternal

A maestros, asesores, compañeros y amigos en general.

Manuel Ovidio Herrera Parada.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS todopoderoso que me regaló la vida, sabiduría, salud, paciencia, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo su amor.

A mis padres: César y Gloria por el apoyo incondicional, por los valores que me han inculcado, por su comprensión, su amor, por haberme dado la oportunidad de estudiar pero en especial por darme un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis abuelos, que siempre estarán en mi corazón por haber creído en mí y haber depositado su confianza.

A mis hermanos: Esmeralda, Misael, Gerson, Oscar, Alexander, Jorge, Franklin por su paciencia, consejos, amor, por formar parte de mi vida, alegrías y de la unidad familiar.

A mis sobrinos: Gerson, Mauricio, Rocío, Jacqueline, Josué, Oscar, por llenar mi vida de alegrías y amor en todo momento.

A mis tíos en especial Álvaro, Noé, Miguel, por su apoyo incondicional en el trayecto de mi carrera.

A Cesia por su linda amistad, por su comprensión, su confianza, por ser una parte de mi vida muy importante, por haberme apoyado en las buenas y en las malas.

A Jessica por su confianza, apoyo, cariño, por creer en mí y haber hecho el papel de una verdadera amiga.

A todos mis amigos de la universidad con quienes compartimos momentos difíciles que confiaron y creyeron en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que no se pueden olvidar.

A mis amigos compañeros de tesis por haber compartido una experiencia académica única en la vida y por el esfuerzo que acarreó la ejecución del proyecto.

César Iván Maravilla Rivera.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por las bendiciones recibidas durante toda mi vida y permitirme alcanzar este logro.

A mi madre Ruth Amaya por darme su amor y apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, y porque siempre creyó en mí y me ayudó a desarrollarme no sólo en lo académico, sino también a nivel emocional y espiritual. Por inculcarme buenos valores, sentimientos y hábitos los cuales me ayudaron a seguir adelante en momentos difíciles. Por los consejos impartidos que me servirán para toda la vida.

A mi padre Carlos Mata por ser un ejemplo de vida a seguir, por todo el apoyo brindado durante este proceso universitario así como en toda mi vida. Por todo el amor que siempre me ha dado, por todos los buenos consejos los cuales me servirán en todo momento, por todo el sacrificio y esfuerzo que ha hecho por mí y la familia.

A mi hermana Estefany Mata por apoyarme y estar a mi lado en todo tiempo, por el cariño que me ha dado, por los consejos y motivaciones para salir a delante, por ser un ejemplo de desarrollo laboral, y por todos los momentos que hemos compartido.

A mis abuelos por su amor y cariño, por creer en mí en todo momento, por todas las experiencias vividas y sus consejos. A mi abuelo Leonel que aunque no se encuentre ya conmigo sus consejos serán eternos y los tengo grabados en mi corazón.

A mis amigos por los momentos que compartimos, las tareas que juntos realizamos, por todas las veces que me explicaron y me ayudaron. Por hacer mi etapa universitaria inolvidable y compartir conmigo este logro.

A mis amigos compañeros de tesis por todo su trabajo y esfuerzo durante este proceso.

A mis profesores, quienes ayudaron a mí formación profesional.

Ulises Alberto Mata Amaya.

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| ACRÓNIMOS..... | I |
| INTRODUCCIÓN..... | V |
| OBJETIVOS..... | VI |
| ALCANCES..... | VII |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 1 |
| 1.1 RED ELÉCTRICA AÉREA..... | 1 |
| 1.1.1 FIABILIDAD Y FALLAS..... | 2 |
| 1.1.2 SEGURIDAD..... | 6 |
| 1.1.3 IMPACTO AMBIENTAL..... | 7 |
| 1.2 RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA..... | 8 |
| 1.2.1 FIABILIDAD Y FALLAS..... | 10 |
| 1.2.2 SEGURIDAD..... | 11 |
| 1.2.3 IMPACTO AMBIENTAL..... | 12 |
| 1.3 COMPARATIVO ENTRE RED AEREA Y SUBTERRANEA..... | 13 |
| CAPÍTULO II..... | 14 |
| 2. ENCUESTA..... | 14 |
| 2.1 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE MUESTRA CORRECTA..... | 14 |
| 2.2 RESULTADOS..... | 18 |
| CAPÍTULO III..... | 23 |
| 3. DEMANDA ENERGÉTICA..... | 23 |
| 3.1 CAPACIDAD INSTALADA Y MEDICIÓN INTERNA..... | 23 |
| Acometida Derecho..... | 23 |
| Acometida Humanidades..... | 24 |
| Acometida Agronomía..... | 26 |

| | |
|--|------------------|
| Acometida Complejo Deportivo..... | 28 |
| CAPACIDAD TOTAL INSTALADA Y CARGA MÁXIMA | 29 |
| 3.2 PERFILES DE CARGA Y CONSUMO ENERGÉTICO..... | 30 |
| 3.2.1 Demanda Diaria Enero, Febrero 2013 | 30 |
| 3.2.2 Consumo Diario Enero - Marzo 2013..... | 35 |
| 3.3 RENDIMIENTO | 38 |
| 3.4 DEMANDA ACTUAL..... | 41 |
| 3.5 PROYECCION DE CARGA A FUTURO | 46 |
| 3.6 CALCULO DE DEMANDA PARA CADA SUBESTACIÓN..... | 55 |
| <i>CAPÍTULO IV.....</i> | <i>58</i> |
| 4. <i>ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.....</i> | <i>58</i> |
| 4.1 NORMAS Y ESTANDARES | 58 |
| 4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS | 60 |
| 4.2.1 GENERALES..... | 60 |
| 4.2.2 CONDICIONES DEL SITIO | 62 |
| 4.2.3 OBRA CIVIL..... | 62 |
| 4.2.4 OBRA ELECTRICA..... | 69 |
| <i>CAPÍTULO V.....</i> | <i>83</i> |
| 5. <i>CALCULO DE CABLES, CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE TIERRA</i> | <i>83</i> |
| 5.1 CABLES..... | 83 |
| 5.1.1 Generalidades..... | 83 |
| 5.1.2 Cálculo del diámetro del conductor | 84 |
| 5.2 CORTOCIRCUITO..... | 85 |
| 5.2.1 Generalidades..... | 85 |
| 5.2.2 Amplitud de la Corriente de Cortocircuito | 85 |
| 5.2.3 Cálculo de corriente de corto circuito | 86 |
| 5.3 RED DE TIERRA | 88 |

| | | |
|---------------------------|---|------------|
| 5.3.1 | Generalidades..... | 88 |
| CAPÍTULO VI..... | | 92 |
| 6. | DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES Y RED ELÉCTRICA SECUNDARIA. | 92 |
| 6.1 | CANALIZACIÓN BT | 92 |
| 6.2 | CAJAS DE REGISTRO BT | 93 |
| 6.3 | BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS | 95 |
| 6.4 | SEÑALIZACIÓN EN SITIO..... | 96 |
| 6.5 | UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES..... | 97 |
| 6.5.1 | TRANSFORMADOR # 1 | 97 |
| 6.5.2 | TRANSFORMADOR # 6..... | 99 |
| 6.5.3 | TRANSFORMADOR # 11..... | 101 |
| 6.5.4 | TRANSFORMADOR # 14..... | 103 |
| 6.6 | CARGA TOTAL A INSTALAR..... | 104 |
| CAPÍTULO VII | | 105 |
| 7. | DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA | 105 |
| 7.1 | DISEÑO EN ANILLO | 105 |
| 7.2 | CRITERIO DE DISEÑO..... | 106 |
| 7.3 | TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO..... | 108 |
| 7.4 | CANALIZACIÓN MT | 109 |
| 7.5 | CAJAS DE REGISTRO DE MT | 110 |
| CAPÍTULO VIII..... | | 113 |
| 8. | PRESUPUESTO..... | 113 |
| 8.1 | DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO..... | 113 |
| 8.2 | CRONOGRAMA..... | 114 |
| 8.3 | COSTOS | 114 |
| 8.3.1 | Costos de Materiales | 114 |

| | | |
|------------|--|-------------------|
| 8.3.2 | Costos Mano de Obra | 117 |
| 8.3.3 | Costos Administrativos | 120 |
| 8.4 | PARTIDAS | 122 |
| 8.4.1 | Etapa 1 | 122 |
| 8.4.2 | Etapa 2 | 124 |
| 8.4.3 | Etapa 3 | 126 |
| 8.4.4 | Etapa 4 | 128 |
| 8.4.5 | Desmontaje | 130 |
| 8.5 | PRESUPUESTO TOTAL | 130 |
| | <i>CAPÍTULO IX</i> | <i>131</i> |
| 9. | <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> | <i>131</i> |
| 9.1 | CONCLUSIONES | 131 |
| 9.2 | RECOMENDACIONES | 133 |
| | <i>BIBLIOGRAFIA</i> | <i>135</i> |
| | <i>ANEXO A CONSUMO ACTUAL</i> | <i>137</i> |
| | <i>ANEXO B FORMATO DE PRESUPUESTO</i> | <i>145</i> |
| | ETAPA 1 | 145 |
| | ETAPA 2 | 147 |
| | ETAPA 3 | 149 |
| | ETAPA 4 | 151 |
| | <i>DESMONTAJE DE RED ACTUAL</i> | <i>153</i> |
| | <i>ANEXO C PLANOS</i> | <i>154</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| <i>Figura 1 Red Eléctrica Aérea UES</i> | 1 |
| <i>Figura 2 Seguridad Redes Aéreas</i> | 6 |
| <i>Figura 3 Impacto Ambiental Red Aérea</i> | 7 |
| <i>Figura 4 Red Subterránea</i> | 8 |
| <i>Figura 5 Seguridad en sistema de red subterráneo</i> | 11 |
| <i>Figura 6 Acometida de Derecho</i> | 23 |
| <i>Figura 7 Acometida Humanidades (ANDA)</i> | 24 |
| <i>Figura 8 Acometida de Agronomía</i> | 26 |
| <i>Figura 9 Acometida de Complejo Deportivo</i> | 28 |
| <i>Figura 10 Tipos de terminales de conexión para 600 voltios.</i> | 82 |
| <i>Figura 11 Conectores para media tensión.</i> | 82 |
| <i>Figura 12 Forma de cables tipo XLPE</i> | 83 |
| <i>Figura 13 Unifilar Secundario</i> | 86 |
| <i>Figura 14 Simulación para transformador de 300 KVA</i> | 88 |
| <i>Figura 15 Funcionamiento MEGGER</i> | 89 |
| <i>Figura 16 Zanja, canalización y pozos de registros</i> | 94 |
| <i>Figura 17 Ubicación geográfica transformador 1</i> | 97 |
| <i>Figura 18 Ubicación geográfica de transformador 6</i> | 99 |
| <i>Figura 19 Ubicación geográfica de transformador 11</i> | 101 |
| <i>Figura 20 Ubicación geográfica de transformador 14</i> | 103 |
| <i>Figura 21 Frente muerto transformador</i> | 106 |
| <i>Figura 22 Seccionador de cuatro posiciones</i> | 107 |
| <i>Figura 23 Cronograma Ejecución del Proyecto</i> | 114 |
| <i>Figura 24 Consumo Energético años 2005-2012</i> | 144 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Placas de corte UES | 3 |
| Tabla 2 Aportación de causales de fallas al sistema eléctrico de la UES. | 5 |
| Tabla 3 Comparación Red Área - Subterránea | 13 |
| Tabla 4 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida de Derecho | 24 |
| Tabla 5 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Humanidades (ANDA) | 25 |
| Tabla 6 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Agronomía | 27 |
| Tabla 7 Capacidad, Medición Interna y Rendimiento Acometida Complejo Deportivo | 29 |
| Tabla 8 Carga Total Instalada | 29 |
| Tabla 9 Resumen de Consumo Diario Enero – Febrero 2013 | 34 |
| Tabla 10 Demanda Máxima Registrada. | 34 |
| Tabla 11 Demanda Total UES 2012 - 2013 | 37 |
| Tabla 12 Capacidad instalada, Demanda máxima y Factor de utilización. | 39 |
| Tabla 13 Mediciones Puntuales | 40 |
| Tabla 14 Demanda de Carga Año 2005 | 42 |
| Tabla 15 Demanda de Carga Año 2010 | 44 |
| Tabla 16 Demanda de Carga Años 2005 - 2012 | 45 |
| Tabla 17 Proyección de Demanda Energética | 46 |
| Tabla 18 Comparativa entre Potencia Real y Proyectado | 47 |
| Tabla 19 Proyección por Acometida | 50 |
| Tabla 20 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades | 51 |
| Tabla 21 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía | 52 |
| Tabla 22 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo | 53 |
| Tabla 23 Factor de Crecimiento | 54 |
| Tabla 24 Demanda Estimada Acometida Humanidades (ANDA) | 55 |
| Tabla 25 Demanda Estimada Acometida Agronomía | 56 |
| Tabla 26 Demanda Estimada Acometida Complejo Deportivo | 57 |
| Tabla 27 Carga Total Proyectada | 57 |
| Tabla 28 Condiciones del sitio | 62 |
| Tabla 29 Nivel básico de Impulso (BIL): 125 kV en media tensión y 30 kV en baja tensión. | 70 |
| Tabla 30 Potencia vs nivel de ruido en transformadores | 74 |
| Tabla 31 Red de Polarización NEC, Tabla 250-94 | 80 |
| Tabla 32 Potencia de cortocircuito por acometida | 86 |
| Tabla 33 Estimado de Cortocircuito Secundario | 87 |
| Tabla 34 Corriente de cortocircuito | 88 |

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla 35 Resistencia medida</i> | 89 |
| <i>Tabla 36 Valores de resistividad</i> | 90 |
| <i>Tabla 37 Cantidad de barras de red de tierra</i> | 91 |
| <i>Tabla 38 Cuadro de carga de transformador pedestal # 1.</i> | 98 |
| <i>Tabla 39 Cuadro de carga para transformador # 6</i> | 100 |
| <i>Tabla 40 Cuadro de carga para transformador # 11</i> | 102 |
| <i>Tabla 41 Cuadro de carga para transformador # 14</i> | 104 |
| <i>Tabla 42 Carga total a instalar</i> | 104 |
| <i>Tabla 43 Costos Materiales</i> | 117 |
| <i>Tabla 44 Costo Mano de Obra.</i> | 120 |
| <i>Tabla 45 Costos Administrativos</i> | 121 |
| <i>Tabla 46 Resumen de Costos.</i> | 121 |
| <i>Tabla 47 Partida etapa 1</i> | 124 |
| <i>Tabla 48 Partida etapa 2</i> | 126 |
| <i>Tabla 49 Partida etapa 3</i> | 128 |
| <i>Tabla 50 Partida etapa 4</i> | 130 |
| <i>Tabla 51 Partida Desmontaje</i> | 130 |
| <i>Tabla 52 Presupuesto Total</i> | 130 |
| <i>Tabla 53 Consumo Energético año 2005</i> | 140 |
| <i>Tabla 54 Consumo Energético año 2009</i> | 143 |
| <i>Tabla 55 Consumo Energético años 2005-2012</i> | 144 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|--|----|
| Gráfica 1 Fallas por causales | 4 |
| Gráfica 2 Causales de Fallas por Año | 4 |
| Gráfica 3 Cantidad de Fallas por año | 5 |
| Gráfica 4 Cantidad de fallas por acometida principal | 5 |
| Gráfica 5 Encuesta Pregunta 1 | 18 |
| Gráfica 6 Encuesta Pregunta 2 | 18 |
| Gráfica 7 Encuesta Pregunta 3 | 19 |
| Gráfica 8 Encuesta Pregunta 4 | 19 |
| Gráfica 9 Encuesta Pregunta 5 | 20 |
| Gráfica 10 Encuesta Pregunta 6 | 20 |
| Gráfica 11 Encuesta Pregunta 7 | 21 |
| Gráfica 12 Encuesta Pregunta 8 | 21 |
| Gráfica 13 Encuesta Pregunta 9 | 22 |
| Gráfica 14 Encuesta Pregunta 10 | 22 |
| Gráfica 15 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Agronomía | 30 |
| Gráfica 16 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo | 31 |
| Gráfica 17 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Economía | 31 |
| Gráfica 18 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA) | 32 |
| Gráfica 19 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Agronomía | 32 |
| Gráfica 20 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo | 33 |
| Gráfica 21 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Economía (Derecho) | 33 |
| Gráfica 22 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA) | 34 |
| Gráfica 23 Demanda Máximas | 35 |
| Gráfica 24 Demanda Humanidades | 35 |
| Gráfica 25 Demanda Agronomía | 36 |
| Gráfica 26 Demanda Economía (Derecho) | 36 |
| Gráfica 27 Demanda Complejo Deportivo | 37 |
| Gráfica 28 Demanda Energética Anual 2005 – 2012 | 45 |
| Gráfica 29 Proyección de Demanda Energética | 47 |
| Gráfica 30 Error y Diferencia Real vs Proyección | 48 |
| Gráfica 31 Potencia Real vs Proyectada | 48 |
| Gráfica 32 Potencias Reales por Acometidas | 51 |
| Gráfica 33 Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades | 52 |
| Gráfica 34 Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía | 53 |

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

| | |
|--|------------|
| <i>Diagrama 1 Distribución de transformador #1.....</i> | <i>97</i> |
| <i>Diagrama 2 Diagrama Unifilar Transformador # 1</i> | <i>98</i> |
| <i>Diagrama 3 Distribución eléctrica para transformador 6</i> | <i>99</i> |
| <i>Diagrama 4 Diagrama unifilar transformador # 6.</i> | <i>100</i> |
| <i>Diagrama 5 Distribución eléctrica para transformador 11</i> | <i>101</i> |
| <i>Diagrama 6 Diagrama unifilar transformador # 11.</i> | <i>102</i> |
| <i>Diagrama 7 Distribución eléctrica para transformador 14</i> | <i>103</i> |
| <i>Diagrama 8 Diagrama unifilar para transformador # 14.</i> | <i>104</i> |
| <i>Diagrama 9 Diseño red eléctrica en anillo.....</i> | <i>105</i> |
| <i>Diagrama 10 Etapas de Proyecto</i> | <i>113</i> |

ACRÓNIMOS

| | |
|---------------------|--|
| MT: | Media Tensión, tensión con valor mayor a 600 voltios y menor a 115000 V. ¹ |
| BT: | Baja Tensión, tensión menor o igual a 600 voltios |
| BIL: | Nivel de impulso básico (Basic Impulse Level), es una prueba de soporte de aislamiento para sobretensiones en periodos corto. |
| PAD MOUNTED: | Transformador al piso, conocido como transformador tipo pedestal |
| THHN: | Conductores eléctricos con aislamiento termoplástico de Cloruro de Polivinilo (PVC) para ambientes secos o húmedos a una temperatura en el conductor de 90 °C. |
| S.I.: | Sistema Internacional de unidades aceptado por la ISO. |
| SIGET: | Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones |
| UL: | Laboratorios de Certificación, por sus siglas en inglés, Underwriter Laboratories |
| UT: | Unidad de Transacciones |
| XLPE: | Polietileno reticulado. |
| ANSI: | Instituto Nacional Americano de Normas, por sus siglas en inglés, American National Standards Institute |
| ASTM: | Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), por sus siglas en inglés, American Society for Testing and Materials. |
| CSA: | Asociación Canadiense de Normas), por sus siglas en inglés, Canadian Standards Association. |
| IEC: | Comisión Electrotécnica Internacional, por sus siglas en inglés, International Electrotechnical Commission |
| IEEE: | Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos, por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers. |
| ISO: | Organización de Normas Internacionales), por sus siglas en inglés, International Standards Organizations |

¹Fuente SIGET¹

- LGE:** Ley General de Electricidad.
- NEC:** Código Eléctrico Nacional, por sus siglas en inglés, National Electrical Code.
- NESC:** Código Eléctrico Nacional de Seguridad), por sus siglas en inglés, National Electrical Safety Code.
- NFPA:** Asociación Nacional de Protección Contra Incendios), por sus siglas en inglés, National Fire Protection Association.
- Normativa:** Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución.
- S.I.:** Sistema Internacional de unidades aceptado por la ISO.
- SIGET:** Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
- U. L.:** Laboratorios de Certificación, por sus siglas en inglés, Underwriter Laboratories
- UT:** Unidad de Transacciones

Sistema de Tierra:

Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación:

Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

Tensión:

A menos que se indique lo contrario, para los efectos del proyecto significa voltaje ó diferencia de potencial efectiva (rms) entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

Aterrizado:

Conectado a o en contacto con la Tierra o conectado a alguna extensión de cuerpo conductor que sirve en lugar de la Tierra.

Cable:

Conductor trenzado o arrollado en forma helicoidal, con o sin aislamiento.

Conductor: Es un material, usualmente en la forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir una corriente eléctrica.

Conductor aislado:

Conductor cubierto con un material dieléctrico (no aire), que tiene una capacidad de aislamiento igual o mayor que la tensión entre fases del circuito en el cual el conductor es usado.

Conductor cubierto (encerrado):

Es el que tiene una cubierta aislante cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida, o es menor que la requerida para la tensión del circuito que en el conductor se usa.

Conductor con pantalla:

Conductor con una envoltura que encierra al elemento conductor del cable y provee una superficie equipotencial en contacto con el aislamiento del cable.

Conductor en línea abierta:

Un tipo de construcción de línea de suministro eléctrico o de comunicación en la cual el conductor está desnudo, cubierto o aislado y sin pantalla aterrizada, soportado individualmente a la estructura ya sea directamente o con aisladores.

Conduit: Para el proyecto se refiere a tubo de aluminio o hierro galvanizado.

Distancia mínima de seguridad o Libramiento eléctrico:

Es la distancia mínima establecida entre superficies, de un objeto energizado y otro energizado o no, o persona, para garantizar que el segundo objeto o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero.

Efectivamente Puesto o Conectado a Tierra:

Intencionalmente conectado a tierra a través de una conexión a Tierra o conexión de suficiente baja impedancia y con capacidad de conducción de corriente para limitar la formación de tensiones a niveles que resultarían en daños a las personas o a los equipos conectados.

Estructura:

Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aéreas de energía eléctrica y las retenidas.

Línea Aérea:

Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

Línea de Suministro Eléctrico:

Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

Sistema de Tierra:

Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación:

Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía eléctrica en El Salvador ha aumentado en forma constante en la última década. La Universidad de El Salvador no ha estado ajena a dicho crecimiento alcanzando montos mensuales de facturación alrededor de los \$125,000.00 dólares.¹

El suministro eléctrico del Campus Universitario, es servido por la compañía distribuidora AES-CAESS por medio de cuatro acometidas; tres con medición primaria y una con medición secundaria denominadas respectivamente:

- A. Facultad de derecho: Medición secundaria con medidor #00749315, y que presenta una demanda promedio mensual de 108.81 KW.
- B. Facultad de Agronomía: Medición primaria con medidor #95203324, y que presenta una demanda promedio mensual de 1023 kW
- C. UES- Sector Nor-Oeste frente a ANDA (Facultad Humanidades y Economía): Medición primaria con medidor #95203319, y que presenta una demanda promedio mensual de 384 kW.
- D. Complejo Deportivo-FIA (Facultad de Ingeniería y Arquitectura): Medición primaria con medidor #95203325, y que presenta una demanda promedio de 462 kW.

Las subestaciones dentro del campus se encuentran subutilizadas con demandas que en la mayoría de casos se encuentran alrededor del 25% de su capacidad nominal.

El suministro eléctrico se interrumpe con frecuencia debido a las fallas que ocurren en la red aérea

El diseño de la red subterránea se reducirá a dos acometidas primarias, con posibilidad de interconexión entre ellas.

¹ Facturas UES

OBJETIVOS

GENERAL

- ❖ Diseñar una red de distribución eléctrica subterránea para el campus de la ciudad universitaria.

ESPECIFICOS

- Elaborar perfiles de carga de las diferentes edificaciones del campus.
- Proyección de carga eléctrica a 20 años.
- Definir la capacidad y la ubicación de las nuevas subestaciones del campus.
- Diseño de las instalaciones eléctricas de la red primaria y secundaria, detalles constructivos y diagrama unifilar
- Realizar un presupuesto del diseño de distribución eléctrico subterráneo.
- Elaborar Documento de Especificaciones Técnicas para incluirlo en documento de licitación.

ALCANCES

- ❖ **ANÁLISIS DE RED ACTUAL:** Se realizó un estudio de la capacidad instalada y de la carga demandada, para elaborar el diseño de la nueva red eléctrica subterránea, considerando una proyección de crecimiento a 20 años.

- ❖ **DISEÑO DE NUEVA RED:** Por medio de la carga demandada, se elaboró el diseño con transformadores de tipo pedestal, agrupando cargas que permitieran centralizar las subestaciones y con eso evitar un número elevado de transformadores.

- ❖ **IMPACTO AMBIENTAL:** Con la red subterránea se disminuirá considerablemente la poda de árboles, que son el hábitat de muchas especies animales, logrando así una mejoría en la estética del campus y la conservación del medio ambiente.

- ❖ **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:** Se elaboró un documento con especificaciones técnicas con las características mínimas requeridas tanto de los equipos como de la construcción, para ser incluidos a un documento de licitación en caso que el proyecto se someta a concurso público.

- ❖ **PRESUPUESTO:** Se incluye en el diseño un presupuesto económico, tanto de la nueva red eléctrica subterránea como del desmontaje de la red aérea actual.

CAPÍTULO I

1. INFORMACIÓN GENERAL

En el capítulo se detalla la necesidad que existe en la ciudad universitaria de hacer un cambio en la red de distribución eléctrica, por motivos de seguridad, fiabilidad, fallas y por el impacto ambiental que estas tienen en el campus universitario.

1.1 RED ELÉCTRICA AÉREA



Figura 1 Red Eléctrica Aérea UES

El servicio eléctrico es suministrado por la empresa distribuidora de electricidad AES-CAESS, actualmente la universidad posee cuatro acometidas principales en las cuales se entrega dicho servicio.

A continuación se detalla la fiabilidad, fallas, seguridad y el impacto ambiental que la red eléctrica ejerce en el campus universitario.

1.1.1 FIABILIDAD Y FALLAS

En la red de distribución eléctrica actual del campus universitario se producen una serie de fallas tanto internas como externas. Las fallas son originadas por diferentes causas que se definen en el apartado historial de fallas y se representan gráficamente con referencia a las acometidas del sistema eléctrico aéreo.

HISTORIAL DE FALLAS

Las fallas registradas del sistema eléctrico aéreo en el campus universitario se dan por los siguientes causales:

- **Fallas por sobrecarga.**

Esta falla es generada por el uso de equipos eléctricos de carga mayor a la que es soportada por el elemento de protección generando demanda de altas corrientes.

- **Por contacto animal.**

Una de las fallas que frecuentemente ocurre es por contacto animal. De los registros se tiene que el 41% del total de fallas son producidas por contacto animal ya sea por ardillas o pájaros.

- **Puntos calientes.**

Normalmente no se da mucho este tipo de fallas pero están presentes. Los puntos calientes se deben al mal contacto entre las fases y los tipos de conectores que se utilizan para conectar los cables. Un punto caliente es una conexión que al realizarle pruebas termográficas se puede observar que el conector está caliente y puede provocar que las líneas caigan al suelo generando así corrientes de falla.

- **Fases entrelazadas.**

Están relacionadas a las fallas de fase a fase, debido al contacto entre líneas en los tramos o vanos largos en el cual a grandes velocidades de vientos hacen que las líneas choquen o queden entrelazadas, también pueden darse por temblores. Estas fallas no son comunes ya que las redes en su mayoría en la construcción están normadas.

- **Postes caídos.**

Éstas ocurren por postes chocados, deteriorados, terremotos, otros factores.

- **Falla por aislación.**

Estas fallas están dadas por elementos de aislación ya sean por los aisladores que debido a las corrientes de fugas generan diferentes efectos: corona, tracking; dichas corrientes de fugas alcanzan un potencial grande que rebasan al correspondiente de la rigidez dieléctrica del aire haciendo que la corriente busque otros medios.

- **Fallas por descargas atmosféricas.**

En tiempo de lluvia las descargas tipo rayo son la mayor causa de fallas de las líneas de distribución eléctrica aérea. Las descargas atmosféricas pueden tener un efecto muy significativo en la confiabilidad de una línea, especialmente si sus postes son más altos que el medio que la rodea.

- **Fallas por falta de poda**

Las fallas por falta de poda se dan por caída de árboles, choque de ramas, por enredaderas, etc. sobre las líneas del sistema eléctrico aéreo. En el campus universitario de acuerdo a los registros obtenidos es el segundo factor que predomina como causantes de fallas. De acuerdo a los registros de fallas de 2007 a 2013 se tiene que el aporte por falta de poda es de 31%. La red eléctrica aérea de la universidad de El Salvador, no está ajena a fallas eléctricas es por ello que se hizo un breve estudio de las fallas mencionadas anteriormente.

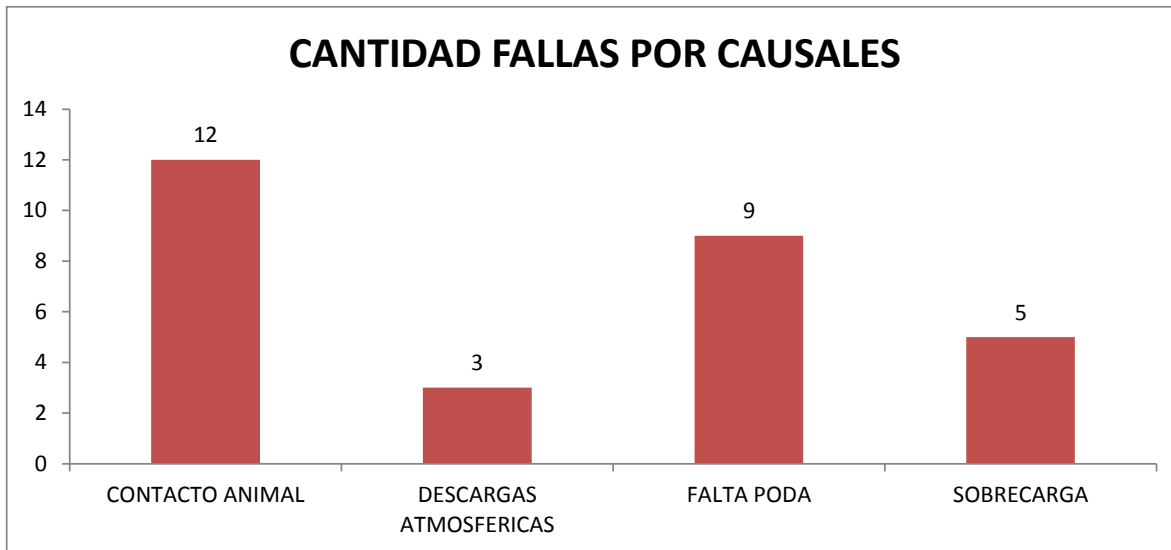
Las fallas están referenciadas a las principales acometidas del campus universitario. Las principales acometidas del campus son:

| Acometida | Corte Principal | Corte Secundario | Corte Derivado |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Derecho | C48660 | C48665 | C6470 |
| Agronomía | C2395 | --- | --- |
| Humanidades | C6475 | --- | --- |
| Complejo Deportivo | C6460 | --- | --- |

Tabla 1 Placas de corte UES

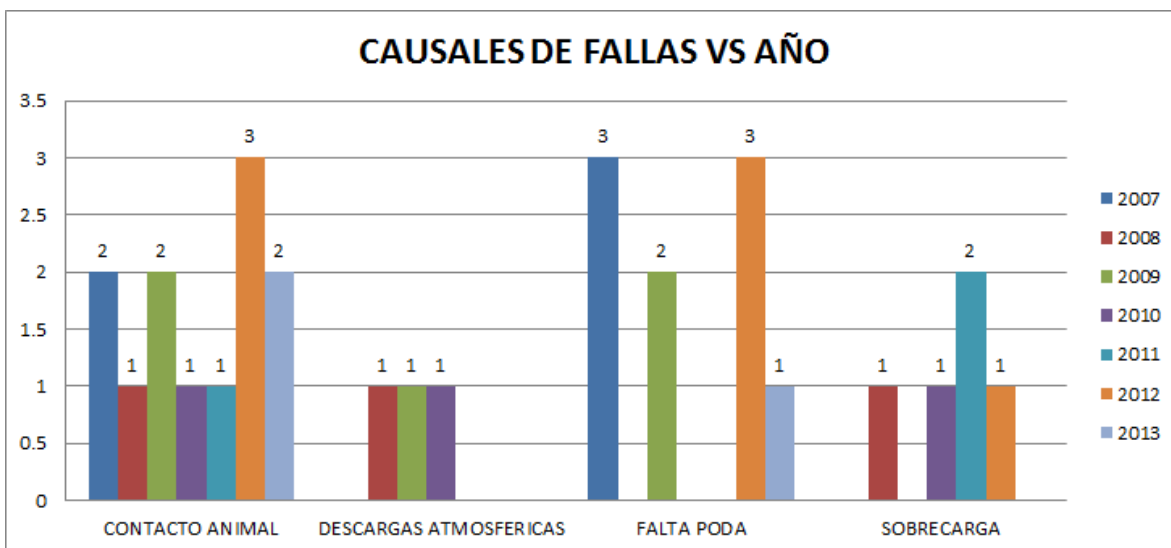
La universidad está conectados al circuito 107-2-16 y 104-2-16 de la subestación San Antonio Abad y subestación Norte de la empresa distribuidora AES-CAESS.

Un registro de fallas ocurridas en la UES desde el 2007 al 2013 se muestra a partir de las siguientes gráficas.



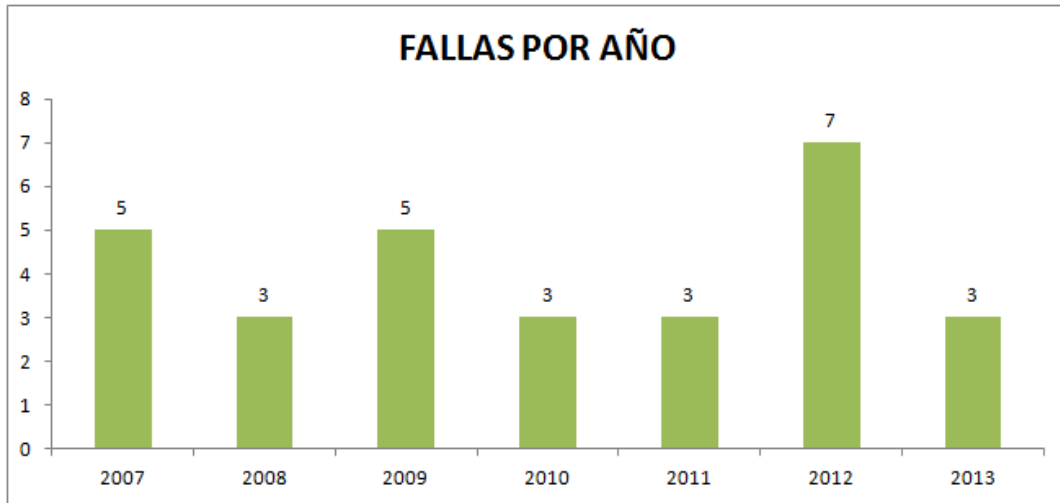
Gráfica 1 Fallas por causales

En la gráfica 1 se muestra la cantidad de fallas por causales a partir de 2007, se observa que el causal por contacto animal es la de mayor impacto seguido de falta por poda.



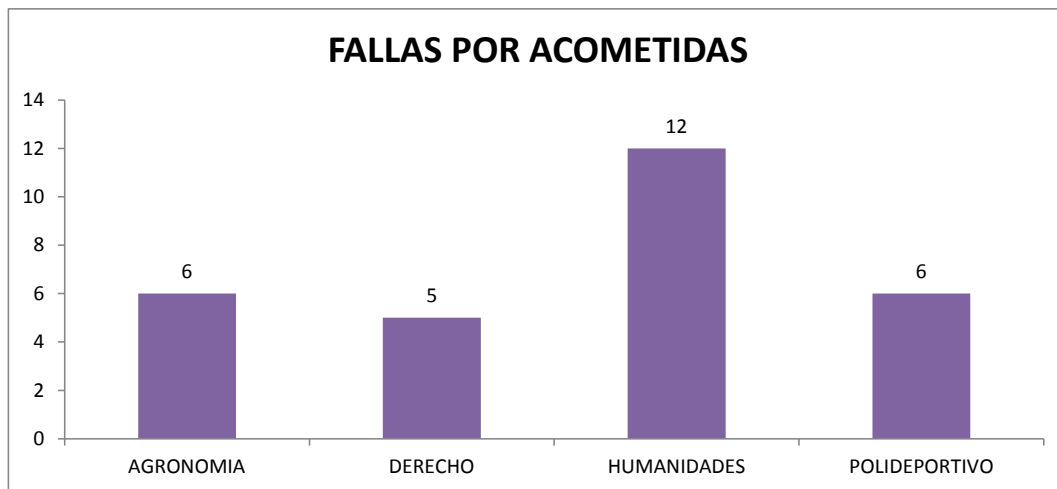
Gráfica 2 Causales de Fallas por Año

La gráfica 2 muestra la cantidad de causales por año, en 2012 ocurrieron 3 fallas por contacto animal, 3 por falta de poda y una por sobrecarga.



Gráfica 3 Cantidad de Fallas por año

La gráfica 3 muestra la cantidad de fallas ocurridas por año. En 2012 se tiene el máximo de fallas.



Gráfica 4 Cantidad de fallas por acometida principal

En la gráfica 4 se detallan la cantidad de fallas, con referencia a las acometidas de la universidad. La acometida de Humanidades es la que presenta mayor cantidad de fallas registradas.

| CAUSAL DE FALLA | TOTAL | % |
|----------------------|-------|-----|
| Contacto animal | 12 | 41% |
| Descarga atmosférica | 3 | 10% |
| Falta de poda | 9 | 31% |
| Sobrecarga | 5 | 17% |
| Total | 29 | 100 |

Tabla 2 Aportación de causales de fallas al sistema eléctrico de la UES.

La tabla 2 muestra la aportación de los causales de falla al sistema eléctrico aéreo.

1.1.2 SEGURIDAD

Debido a que las líneas eléctricas aéreas se encuentran al alcance de las personas, representan un elevado grado de inseguridad al usuario.



Figura 2 Seguridad Redes Aéreas

Los riesgos son los siguientes:

- ✓ Contacto directo e indirecto con líneas o elementos energizadas
- ✓ Caída de conductores
- ✓ Caída de postes
- ✓ Incumplimiento de normativas de construcción.

Existen normas para la construcción y mantenimiento de líneas aéreas para el transporte y distribución de electricidad, pero por lo detallado anteriormente, a pesar de tener una buena supervisión en la ejecución de las obras, personal y mantenimiento, dichas líneas se encuentran expuestas a una cantidad de factores externos los cuales difícilmente se podría tener control sobre ellos, razón por la cual, se ha considerado la instalación eléctrica actual como de alto riesgo.

1.1.3 IMPACTO AMBIENTAL



Figura 3 Impacto Ambiental Red

Como se pudo apreciar la mayor parte de fallas en la red eléctrica del campus universitario ocurren por causas naturales, árboles y animales, todo esto tiene que ver con el medio ambiente, uno de los problemas más frecuentes que se tienen es que se construyen líneas de electricidad en zonas donde existe una gran cantidad de árboles lo que conlleva a la poda de árboles generando un fuerte impacto al medio ambiente.

Además de la poda de los árboles, existe otro medio que afecta el servicio eléctrico y es la fauna en especial las aves y ardillas que son de las más afectadas al electrocutarse al hacer contacto con las líneas eléctricas.

Las redes de distribución aérea generarán a futuro un impacto ambiental drástico en el campus, debido al incremento de edificaciones y la necesidad de más líneas de tendido eléctrico.

1.2 RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA



Figura 4 Red Subterránea

En El Salvador actualmente se están ejecutando proyectos de electrificación subterránea, debido que poseen ventajas como, calidad del servicio, disminución en los casos de fallas eléctricas, facilidad en la operación de los elementos que se utilizan, alto porcentaje de seguridad para el ser humano, es decir con la aplicación de líneas subterráneas se reduce considerablemente los accidentes en las personas por ejemplo daños por caídas de postes, caídas de líneas o elementos de la red, además ofrece una mejor presentación debido a la ausencia de postes y cables lo que da un mejor aspecto en lo que concierne al entorno visual urbanístico.

El proyecto subterráneo posee costos más elevados que el aéreo, pero actualmente dichos costos están disminuyendo, a futuro los costos del sistema subterráneo podrían tener la misma competencia que el sistema aéreo ya sea que se igualen o inclusive sea más económico, esto se debe a que la demanda en este tipo de proyectos está creciendo. Usualmente las inversiones que se realizan en un sistema subterráneo de distribución se dividen de la siguiente forma:

- Transformadores y equipos: 20%
- Cables de media tensión y accesorios: 20%
- Cables de baja tensión y accesorios: 20%
- Obras civiles, pozos, ductos, excavación: 40%

Los porcentajes pueden variar de acuerdo con el lugar de instalación, el tipo de subsuelo y los obstáculos que se encuentren en él, así como los materiales y equipos seleccionados. Generalmente la planeación y diseño de los sistemas de distribución subterránea se dividen en tres grupos:

1. Consideraciones generales:

- Normas nacionales y/o internacionales
- Seguridad del personal técnico y equipo
- Simplicidad
- Facilidades de alimentación desde el sistema de potencia
- Optimización de costos
- Condiciones climáticas
- Confiabilidad de los componentes

2. Diseño del sistema:

- Definición del sistema de alimentación y punto de entrega
- Conocimiento de carga su perfil y tipo
- Tasas de crecimiento
- Diseño del sistema eléctrico.

3. Selección del equipo:

- Selección de las subestación de distribución incluyendo interruptores, transformadores y gabinetes.
- Selección de los cables.
- Optimización del calibre

Otro aspecto importante en las instalaciones subterráneas es la localización de las trayectorias, por lo que se hace necesario antes del diseño, conocer las posibles interferencias con otras instalaciones, tales como:

- Agua Potable
- Drenajes sanitarios y pluviales

Además se deben considerar otras interferencias como edificaciones, árboles, postes para el alumbrado, por lo que se hace necesario contar con la información técnica de los servicios que tengan instalaciones subterráneas, necesariamente los planos y de ser posible los planos de estas distribuciones.

1.2.1 FIABILIDAD Y FALLAS

La fiabilidad y continuidad del suministro eléctrico en redes subterráneas de distribución, se ven afectadas por las fallas de los accesorios empleados para su instalación como son los empalmes y las terminales, en comparación con las fallas presentadas en los propios cables, es decir que hay más posibilidades de fallas en los elementos de conexión que en los cables que se utilizan en este tipo de sistema de red. Por tanto, el escoger y especificar elementos de buena calidad y apropiada para el uso previsto es prioritario para mejorar la confiabilidad del sistema. Una de las fallas que se tienen en este tipo de instalaciones, son las descargas parciales, que se presentan en el entorno próximo a un accesorio del cable, empalmes o terminales y son rupturas dieléctricas localizadas en pequeñas regiones del material aislante, que ocasionan daños en los elementos.

Tomando en cuenta los daños que producen la interrupción del suministro de energía eléctrica, es posible clasificar las cargas en:

- Sensibles: son cargas en donde la interrupción momentánea en la alimentación de la energía eléctrica causa importantes perjuicios al consumidor.
- Semisensibles: todas las cargas en las que la interrupción pequeña (menor a 10 minutos) no causa grandes problemas al consumidor.
- Normales: son cargas que pueden tener un tiempo de interrupción ($1 \text{ hora} \leq t \leq 5 \text{ horas}$).

La fiabilidad en el sistema intenta garantizar que el servicio tendrá una continuidad y permanecerá en buenas condiciones durante un periodo de tiempo razonable.

Una falla eléctrica por definición se produce cuando un servicio no funciona correctamente, es decir que se genera un estado de funcionamiento anormal o que no se adecua a las especificaciones. Desde el punto de vista del usuario, un servicio tiene dos estados:

- servicio apropiado: cuando satisface las expectativas.
- servicio inapropiado: cuando no satisface las expectativas.

Una falla es atribuible a un mal funcionamiento en el sistema ya sea de algún elemento de la red o por situaciones externas que no se pueden controlar relacionadas a la naturaleza como rayos, tormentas, vientos, etc.

Las instalaciones eléctricas con el paso del tiempo, presentan algunos de los siguientes cambios:

- El deterioro y envejecimiento de los materiales y accesorios utilizados en la instalación eléctrica.
- Ampliaciones y remodelaciones que aumenten la carga eléctrica del inmueble
- Aumento progresivo de las cargas eléctricas por el uso de nuevas tecnologías

Todo aumento de carga debe ir asociada con un diseño eléctrico previo que garantice una adecuada operación de la capacidad de la acometida como de las protecciones, tanto principal como de los circuitos ramales. Se debe programar un mantenimiento preventivo que garantice el cambio de la instalación antes de que cumplan su vida útil.

1.2.2 SEGURIDAD



Figura 5 Seguridad en sistema de red subterráneo

El sistema eléctrico subterráneo presenta un alto índice de seguridad para las personas ya que no existe contacto directo con las líneas y elementos energizados, los transformadores se protegen mediante casetas. Los pozos de registros, red de tierra y canalización cumplan los criterios de diseño que establecen las normas y estándares.

Se debe conocer de acuerdo a tablas, que profundidad mínima debe tener una zanja debajo de calles, caminos de acceso de autos, estacionamientos y calles con tuberías de agua

potable y pluviales, bajo grama etc., así como también las profundidades máximas para no afectar la ampacidad de los conductores eléctricos.

Los locales de las subestaciones no deben utilizarse como bodegas de almacenamiento de materiales, desechos, muebles o equipos. El tendido subterráneo es el más seguro. Además, no requiere el constante mantenimiento que necesita el cableado aéreo, y que ocasiona la suspensión frecuente del servicio, no sólo por el propio mantenimiento, sino porque se producen cortes inesperados, causados por la falta de un correcto mantenimiento preventivo.

1.2.3 IMPACTO AMBIENTAL

Debido a ser una distribución subterránea el impacto ambiental que esta ejerce sobre el medio ambiente es mínima, ya que no requiere de mantenimiento por poda de árboles, ni fallas por ramas caídas, de esta manera evita la tala de árboles, preservando la flora en el campus universitario.

Con respecto a la fauna presenta un alto índice de seguridad en los animales, ya que estos no transitarán en las líneas energizadas, evitando de esta forma ser electrocutados.

En la ejecución del proyecto se procura reducir la tala de árboles para la canalización y pozos, así como también minimizar los daños en las raíces de la vegetación arbórea.

1.3 COMPARATIVO ENTRE RED AEREA Y SUBTERRANEA

Se puede resumir en una tabla las características de la distribución aérea y las subterráneas

| Característica | Distribución Aérea | Distribución Subterránea |
|-------------------------|--|--|
| Factor Económico | Es la de menor costo económico en su instalación y en mantenimiento | Es la de mayor costo económico en su construcción y mantenimiento |
| Fiabilidad | Su fiabilidad no depende solo de su instalación, si no de factores externos | Su fiabilidad depende de su instalación únicamente. |
| Fallas | Expuesta a un gran número de fallas. La interrupción del servicio eléctrico en estas instalaciones es alta | La posibilidad de falla es controlable, es la más fiable en el suministro de energía |
| Medio Ambiente | No es compatible con los árboles, se reemplaza postes de concreto por árboles, destruye la flora y fauna | Deterioro en los suelos y requiere de una buena instalación. |
| Seguridad | Muchos accidentes de humanos y animales se deben a estas instalaciones | Mayor seguridad en el manejo de componentes. |
| Paisaje | Deteriora el paisaje debido a la instalación de postes y cables | Pasa desapercibida |
| Población | Las personas están expuestas a accidentes al convivir con las líneas aéreas en cables expuestos. | Se necesita una buena señalización para evitar accidentes |

Tabla 3 Comparación Red Área - Subterránea

|

CAPÍTULO II

2. ENCUESTA

Objetivos de la encuesta

Se realizó una encuesta tanto a estudiantes como a personal de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de conocer su opinión acerca de la actual distribución eléctrica que posee el campus universitario. La encuesta se efectuó a cien personas de distintas facultades.

El criterio para la selección de muestra se elabora de la siguiente manera:

2.1 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE MUESTRA CORRECTA

El cálculo del tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación y determina el grado de credibilidad que se considerará a los resultados obtenidos.

Una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que se asigne.

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos: un 95,5% de confianza es lo mismo que decir que puede existir un error a equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Los valores de k más utilizados y sus niveles de confianza son:

| | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| k | 1.15 | 1.28 | 1.44 | 1.65 | 1.96 | 2 | 2.58 |
| Nivel de confianza | 75% | 80% | 85% | 90% | 95% | 95.5% | 99% |

e: es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que se obtendría si se preguntase al total de ella.

Ejemplos:

- **Ejemplo 1:** si los resultados de la encuesta dicen que 100 personas comprarían un producto y se tiene un error muestral del 5% comprarán entre 95 y 105 personas.
- **Ejemplo 2:** si realiza una encuesta de satisfacción a los empleados con un error muestral del 3% y el 60% de los encuestados se muestran satisfechos significa que entre el 57% y el 63% (60% +/- 3%) del total de los empleados de la empresa lo estarán.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: es el tamaño de la muestra (número de encuestas que van a realizar).

Para el caso de la encuesta en la universidad se tomaron los siguientes parámetros

$$N = 50000 \quad k = 1.65 \quad e = 8\% \quad p = 0.5 \quad q = 0.5$$

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 50000}{(0.08^2 * (50000 - 1)) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 106 \approx 100$$

El formato en que se realizó la encuesta fue de preguntas cerradas, para evitar de esta forma respuestas inapropiadas. La encuesta que se realizó se muestra a continuación.

Distribución Eléctrica en Universidad de El Salvador

1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico en la universidad?

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Malo

2. ¿Qué le parece la estética de la distribución eléctrica en el campus universitario?

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Malo

3. Alguna vez ha sufrido, notado o le han comentado de alguna falla eléctrica.
(Si su respuesta es no pasar a pregunta 5)

- Sí
- No

4. ¿Qué tan frecuente han sido las fallas eléctricas?

- Semanal
- Quincenal
- Mensual
- Otro

5. ¿Ha sufrido algún daño en sus equipos debido a un desperfecto eléctrico?

- Sí
- No

6. ¿Le parece que es una distribución segura para su persona?

- Sí
- No

7. ¿Cree que es una instalación inadecuada debido al tránsito de personas y la inseguridad que representaría la caída de una línea eléctrica?

- Sí
- No

8. Considera la distribución eléctrica actual, una distribución que cumpla con los estándares de calidad y seguridad.

- Sí
- No

9. ¿Ha escuchado mencionar acerca de distribuciones eléctricas subterráneas?
(Si su respuesta es no, fin de la encuesta)

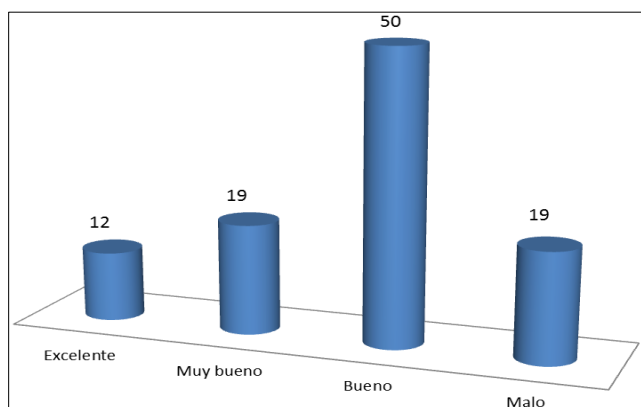
- Sí
- No

10. Considera que una instalación eléctrica subterránea es un avance en cuanto a seguridad y calidad.

- Sí
- No

2.2 RESULTADOS

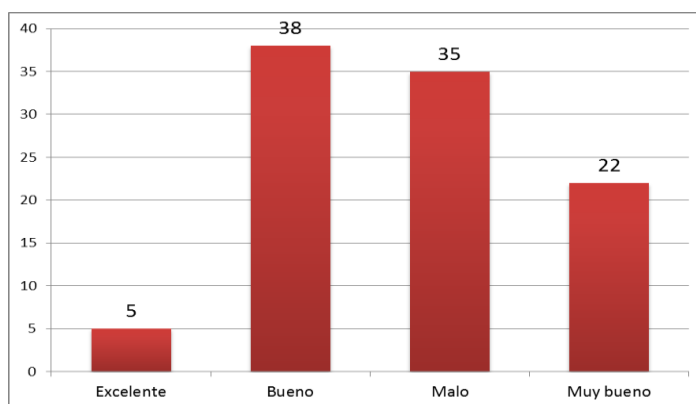
1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico en la universidad?



Gráfica 5 Encuesta Pregunta 1

Los resultados demuestran que la mayoría de los usuarios, están conformes pero no satisfechos con la actual distribución eléctrica, y un pequeño grupo se muestra inconforme por motivos de seguridad y daños en sus aparatos electrónicos.

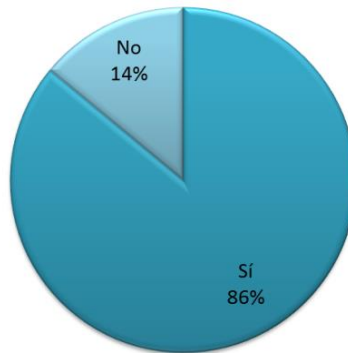
2. ¿Qué le parece la estética de la distribución eléctrica en el campus universitario?



Gráfica 6 Encuesta Pregunta 2

Esta pregunta muestra un resultado muy diferente a la pregunta anterior. Se observa un decremento en la conformidad, y aumento en la inconformidad debido a que el usuario considera que el tendido eléctrico hace perder la estética natural, así como también contribuye a la deforestación en el campus universitario, para evitar que alguna rama de árbol bote un tendido eléctrico.

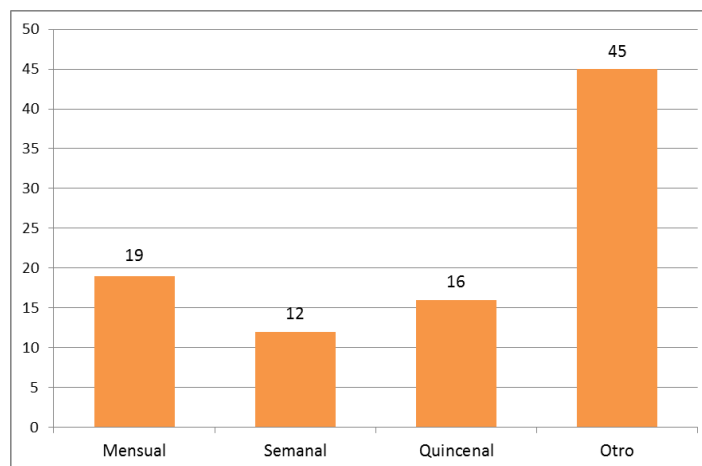
3. ¿Alguna vez ha sufrido, notado o le han comentado de alguna falla eléctrica?



Gráfica 7 Encuesta Pregunta 3

La mayoría de los encuestados, el 86% ha sufrido, notado o le han comentado acerca de las fallas que ocurren en la actual distribución eléctrica. De los comentarios registrados hacen referencia que en ocasiones algunos toma corriente funcionan mientras que otros no y solamente determinadas luminarias encienden incluso dentro del mismo edificio, esto se debe a que en la mayoría de ocasiones una fase está fuera de servicio mientras que las demás están operando en su normalidad.

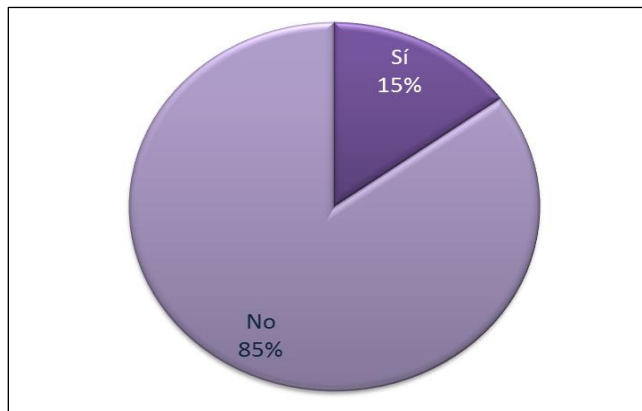
4. ¿Qué tan frecuente han sido las fallas eléctricas?



Gráfica 8 Encuesta Pregunta 4

En la mayoría, la respuesta ha sido que otro período de tiempo sucede las fallas, de los comentarios mencionan que no es algo regular o que sigue algún patrón, ocurría en ocasiones puntuales las cuales podrían ser de dos a tres veces a la semana, mientras que algunas veces podría pasar meses sin que ocurriera algún imperfecto eléctrico.

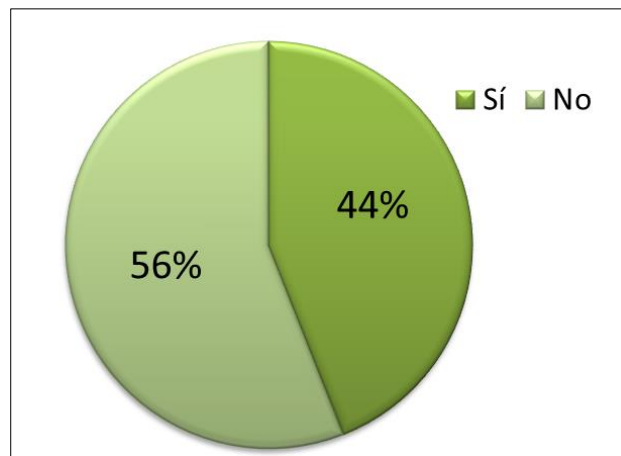
5. ¿Ha sufrido algún daño en sus equipos debido a un desperfecto eléctrico?



Gráfica 9 Encuesta Pregunta 5

El 15% de las personas encuestadas ha sufrido algún tipo de daño en equipos electrónicos que conectan a la red, demostrando que en la red actual hay puntos de conexiones con posibles fallas internas. En la mayoría de casos los desperfectos han sucedido en los celulares en el momento de conexión para cargarlos o a computadoras portátiles.

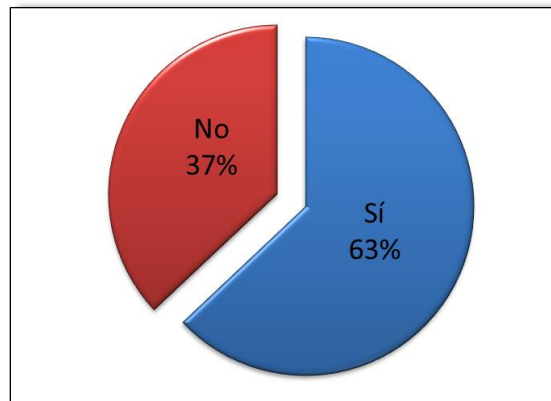
6. ¿Le parece que es una distribución segura para su persona?



Gráfica 10 Encuesta Pregunta 6

El resultado hace referencia a que el 56% de las personas encuestadas les parece que la red actual es segura mientras que el 44% prácticamente es insegura y es notable en el aspecto por la numerosa cantidad de transformadores, postes y cables que posee la ciudad universitaria.

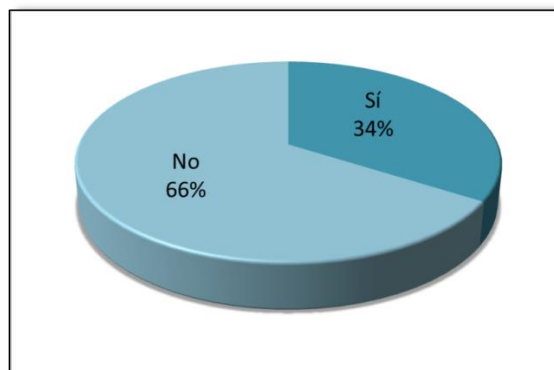
7. ¿Cree que es una instalación inadecuada debido al tránsito de personas y la inseguridad que representaría la caída de una línea eléctrica?



Gráfica 11 Encuesta Pregunta 7

Esta pregunta se hizo con énfasis al invierno, ya que en el tiempo de tormentas hay vientos que pueden provocar la caída de alguna rama de árbol, la cual podría hacer que alguna línea eléctrica cayera y pudiera ocasionar algún accidente inevitable mientras haya tránsito de personas en el campus.

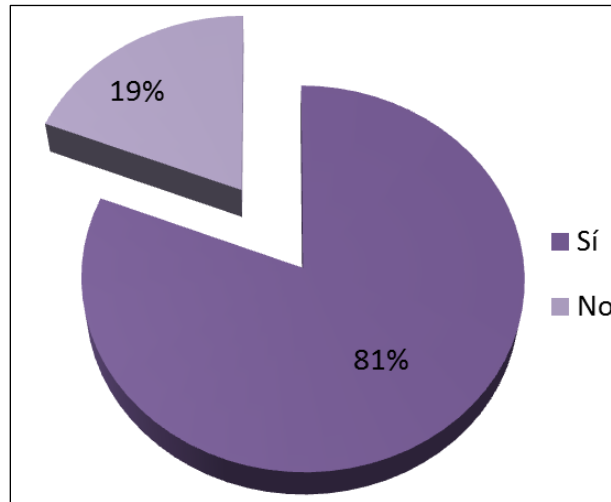
8. ¿Considera la distribución eléctrica actual, una distribución que cumpla con los estándares de calidad y seguridad?



Gráfica 12 Encuesta Pregunta 8

En base a todas las preguntas anteriores, se decidió realizar una pregunta la cual reuniera todas en una, en donde los usuarios consideran que la actual distribución eléctrica no cumple con los estándares tanto de calidad como de seguridad que debería de poseer.

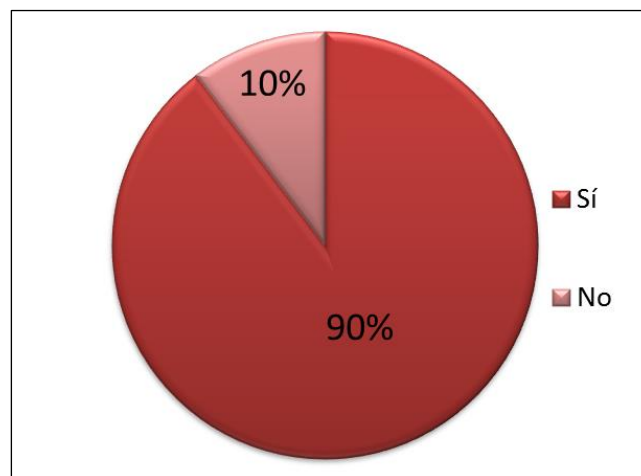
9. ¿Ha escuchado mencionar acerca de distribuciones eléctricas subterráneas?



Gráfica 13 Encuesta Pregunta 9

El resultado detallada en la gráfica es de mucha lógica ya que el sistema subterráneo en el país es la innovación de los sistemas de distribución eléctrica y se denota que la mayoría de personas encuestadas han escuchado mencionar acerca de distribución eléctrica subterránea.

10. ¿Considera que una instalación eléctrica subterránea fuera un avance en cuanto a seguridad y calidad?



Gráfica 14 Encuesta Pregunta 10

La pregunta por medio de la cual se obtiene un convencimiento firme, acerca de la mejoría que se obtuviera al desarrollar una distribución eléctrica subterránea. En todos los aspectos antes mencionados, estética, seguridad, fiabilidad y calidad.

CAPÍTULO III

3. DEMANDA ENERGÉTICA

Actualmente la universidad cuenta con una distribución primaria aérea. La mayoría de los transformadores están siendo subutilizados debido a operar a un 25% de su capacidad nominal. Se cuenta con medidores en determinadas subestaciones para ser monitoreadas y de esta forma conocer la carga energética que ella demanda.

3.1 CAPACIDAD INSTALADA Y MEDICIÓN INTERNA

Las cuatro acometidas principales son:

- ✓ Derecho.
- ✓ Humanidades (ANDA).
- ✓ Agronomía.
- ✓ Complejo Deportivo.

Acometida Derecho.

Esta acometida alimenta únicamente el edificio de derecho, siendo de esta manera la acometida que menos carga suministra y la única acometida secundaria.



Figura 6 Acometida de Derecho

| ACOMETIDA DERECHO | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Capacidad Instalada KVA | Medición Interna KVA ¹ | Utilización % |
| 167.5 | 111.84 | 66.77 |

Tabla 4 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida de Derecho

.La tabla 4 muestra el cuadro de carga de la acometida Derecho

Acometida Humanidades.

La acometida de Humanidades alimenta las facultades de Economía, Humanidades, Matemáticas, Física, Química, Idiomas y Periodismo.

La figura 7 se observa el recorrido de dicha acometida.



Figura 7 Acometida Humanidades (ANDA)

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

La capacidad en esta acometida es de 1825 KVA, la cual se distribuye como se muestra a continuación.

| ACOMETIDA ANDA | | | | |
|---|-------------------------|----------------------|---|----------------------|
| # Según Plano | Ubicación | Capacidad kVA | Medición Interna kVA¹ | Utilización % |
| HUMANIDADES Y ECONOMIA | | | | |
| 1 | Edificio Administrativo | 125 | 38 | 30.4 |
| 2 | Cabaña | 75 | 30 | 40.0 |
| 3 | Atrás de Economía | 150 | 23 | 15.3 |
| 4 | Economía | 75 | 22 | 29.3 |
| 5 | Computo | 100 | 49 | 49 |
| 6 | Economía | 100 | 31 | 31 |
| 7 | Economía Derecho | 75 | 31 | 41.3 |
| 8 | Economía Derecho | 100 | 23 | 23 |
| TOTAL | | 800 | 247 | 30.87 |
| MATEMATICA, BIOLOGIA, FISICA Y QUIMICA | | | | |
| 9 | Auditorio 3 Humanidades | 37.5 | 10 | 27 |
| 10 | Laboratorios | 75 | 15 | 20 |
| 11 | Iluminación Exterior | 25 | 13 | 52 |
| 12 | Iluminación Exterior | 25 | 11 | 44 |
| 13 | Química | 75 | 20 | 27 |
| 14 | Biología | 100 | 25 | 25 |
| 15 | Matemática | 150 | 35 | 23 |
| 16 | Física | 200 | 43 | 22 |
| TOTAL | | 687.5 | 172 | 25 |
| PERIODISMO E IDIOMAS | | | | |
| 17 | Cafetería Universitaria | 50 | 22 | 44 |
| 18 | Idioma | 137.5 | 32 | 23.3 |
| 19 | Periodismo | 150 | 37 | 24.7 |
| TOTAL | | 337.5 | 91 | 26.97 |
| TOTAL KVA INSTALADOS | | 1825 | 510 | 27.95 |

Tabla 5 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Humanidades (ANDA)

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

Acometida Agronomía.

Esta acometida alimenta las facultades de Agronomía, CENSALUD, Medicina, Odontología, Química y Farmacia. Optometría, Biblioteca, Psicología y Arte

La figura 8 muestra el recorrido de la acometida de Agronomía.

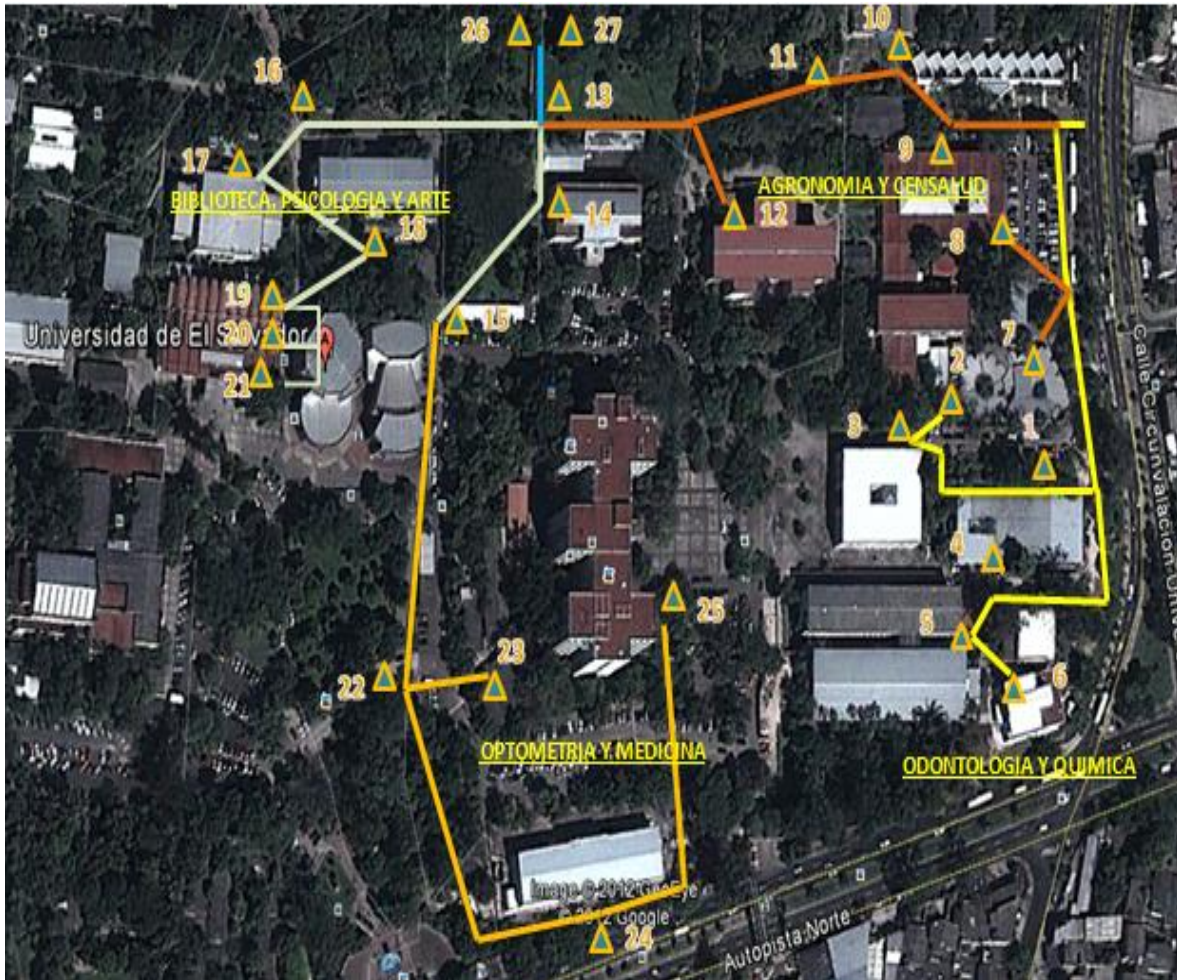


Figura 8 Acometida de Agronomía

La capacidad es de 4430 KVA y se distribuye de la siguiente manera:

| ACOMETIDA AGRONOMÍA | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------|---|----------------------|
| # Según Plano | Ubicación | Capacidad KVA | Medición Interna KVA¹ | Utilización % |
| ODONTOLOGÍA Y QUÍMICA | | | | |
| 1 | Imprenta | 300 | 47.9 | 16 |
| 2 | Odontología Imprenta | 100 | 22.4 | 22.4 |
| 3 | Química Imprenta | 75 | 17.4 | 23.2 |
| 4 | Odontología 3 | 225 | 102.8 | 45.68 |
| 5 | Odontología 1 | 225 | 80.9 | 35.98 |
| 6 | Odontología 2 | 300 | 47.7 | 15.9 |
| TOTAL | | 1,225 | 319.10 | 26.04 |
| AGRONOMÍA Y CENSALUD | | | | |
| 7 | Química (M1) | 112.5 | 56.4 | 50.1 |
| 8 | Centro de Salud | 100 | 20.4 | 20.4 |
| 9 | Agronomía Química | 150 | 73.6 | 49.1 |
| 10 | Agronomía Galera | 25 | 17.6 | 70.4 |
| 11 | Iluminación 1 | 25 | 10.53 | 42.1 |
| 12 | CENSALUD | 502.5 | 61.83 | 12.3 |
| TOTAL | | 915 | 240.4 | 26.3 |
| BIBLIOTECA, PSICOLOGÍA Y ARTE | | | | |
| 13 | Iluminación 2 | 37.5 | 13 | 34.7 |
| 14 | Administración Académica | 300 | 110 | 36.7 |
| 15 | Junto a Cine Teatro | 50 | 15 | 30 |
| 16 | Iluminación 4 | 25 | 11 | 44 |
| 17 | Biblioteca Central | 150 | 75 | 50 |
| 18 | Psicología | 150 | 40 | 26.7 |
| 19 | Artes 1 | 225 | 65 | 28.9 |
| 20 | Artes 2 | 300 | 75 | 25 |
| 21 | Artes 3 | 225 | 60 | 26.7 |
| TOTAL | | 1,462.5 | 464 | 31.7 |
| OPTOMETRÍA Y MEDICINA | | | | |
| 22 | Iluminación 3 | 25 | 11.5 | 46 |
| 23 | Taller | 87.5 | 50.72 | 58 |
| 24 | Edificio de Optometría | 250 | 75 | 30 |
| 25 | Medicina | 300 | 113.2 | 37.7 |
| TOTAL | | 662.5 | 250.4 | 37.8 |
| COMEDOR | | | | |
| 26 | Unidad de Ingreso Universitario | 65 | 20 | 31 |
| 27 | Comedor Universitario | 100 | 46 | 46 |
| TOTAL | | 165 | 66 | 40 |
| TOTAL KVA INSTALADOS | | 4,430 | 1340 | 30.24 |

Tabla 6 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Agronomía

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

Acometida Complejo Deportivo.

La acometida alimenta el complejo deportivo UES, la facultad de Ingeniería y Arquitectura y una pequeña parte de la facultad de Agronomía.

La trayectoria que realiza se observa en la figura 9.



Figura 9 Acometida de Complejo Deportivo

Posee una capacidad de 2442.5 KVA, que se distribuye de la siguiente manera.

| ACOMETIDA COMPLEJO DEPORTIVO | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| # Según Plano | Ubicación | Capacidad KVA | Medición Interna KVA | Utilización % |
| COMPLEJO DEPORTIVO | | | | |
| 1 | Cancha de Voleibol | 100 | 24 | 24 |
| 2 | Atrás Gimnasio | 100 | 42 | 42 |
| 3 | Esquina Cancha de Futbol | 75 | 58 | 77.3 |
| 4 | Piscina | 200 | 85 | 42.5 |
| TOTAL | | 475 | 209 | 44 |

| FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA | | | | |
|--|----------------------|---------------|------------|--------------|
| 5 | Auditorio Mármol | 25 | 19.8 | 79.3 |
| 6 | Atrás de Biblioteca | 300 | 35 | 11.7 |
| 7 | Administración FIA | 225 | 33.3 | 14.8 |
| 8 | Estadio (Luminarias) | 100 | 85 | 85 |
| 9 | Mecánica | 225 | 43 | 19.1 |
| 10 | Iluminación Exterior | 15 | 7 | 46.7 |
| 11 | Industrial | 225 | 33.2 | 14.7 |
| 12 | Iluminación Exterior | 15 | 8 | 53.3 |
| 13 | Eléctrica | 300 | 31 | 10.3 |
| 14 | Edificio B | 100 | 63.6 | 63.6 |
| 15 | Ing. Alimentos | 137.5 | 25 | 18.2 |
| 16 | Escuela Básica | 100 | 18 | 18 |
| TOTAL | | 1767.5 | 401 | 22.7 |
| AGRONOMIA | | | | |
| 17 | Agronomía Decanato | 50 | 18 | 36 |
| 18 | Agronomía | 150 | 55 | 36.7 |
| TOTAL | | 200 | 73 | 36.5 |
| TOTAL KVA INSTALADOS | | 2442.5 | 683 | 27.96 |

Tabla 7 Capacidad, Medición Interna ¹ y Rendimiento Acometida Complejo Deportivo

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA Y CARGA MÁXIMA

La capacidad y medición total en el campus Universitario se muestra en la tabla a continuación

| ACOMETIDA | CAPACIDAD INSTALADA kVA | CARGA DEMANDADA MÁXIMA kVA | RENDIMIENTO EN % |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| ANDA | 1825 | 510 | 27.95 |
| AGRONOMÍA | 4430 | 1340 | 30.25 |
| DERECHO | 167.5 | 111.8 | 66.77 |
| COMPLEJO | 2442.5 | 683 | 27.96 |
| TOTAL | 8865 | 2664.8 | 30.06 |

Tabla 8 Carga Total Instalada

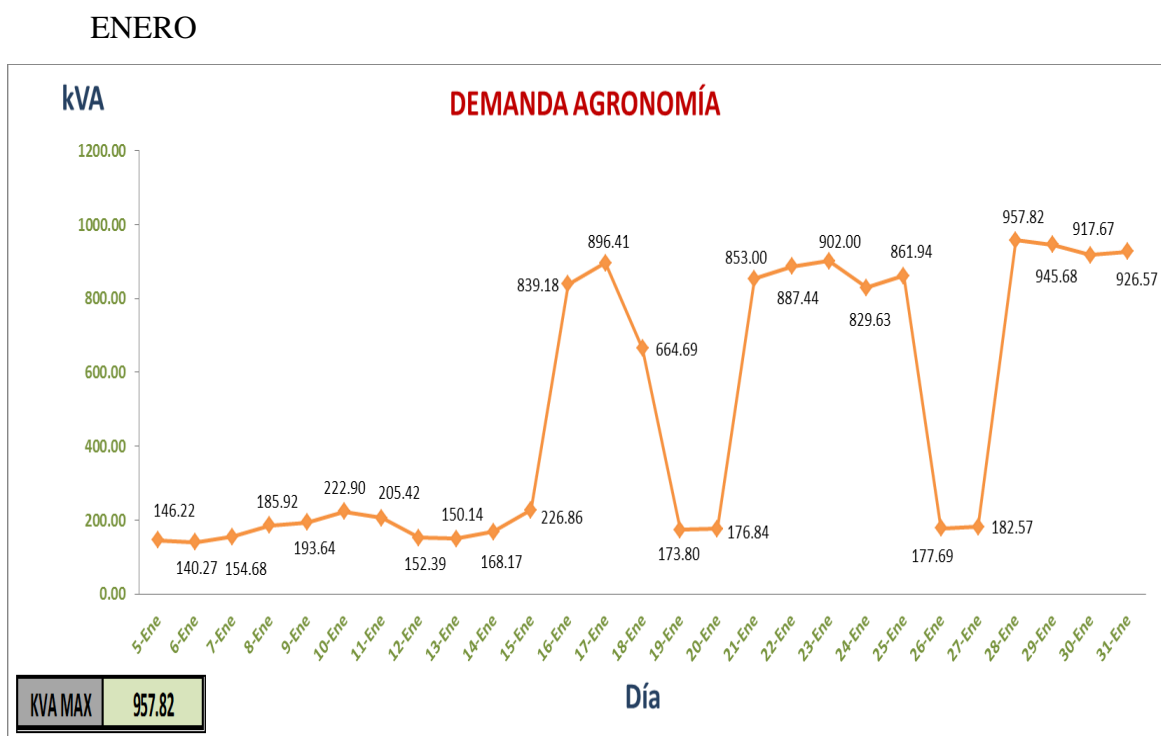
¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

3.2 PERFILES DE CARGA Y CONSUMO ENERGÉTICO

Por medio de los registros obtenidos por la empresa distribuidora se elabora los perfiles de carga y consumo por acometidas.

3.2.1 Demanda Diaria Enero, Febrero 2013

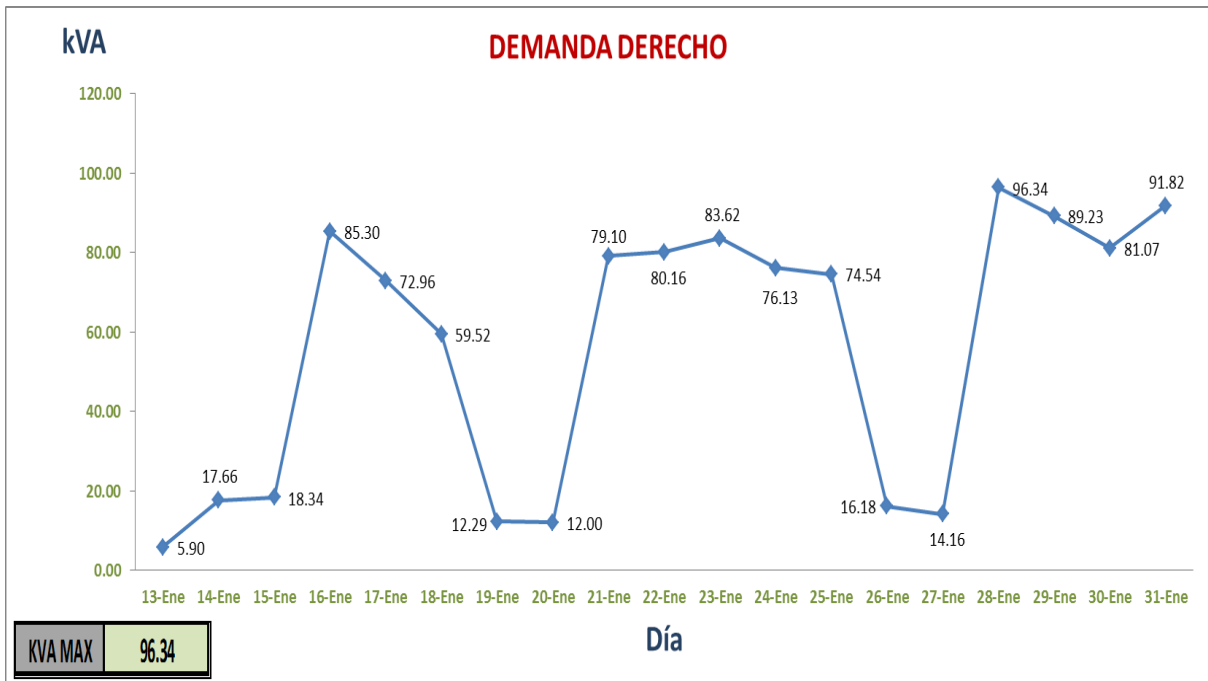
Las siguientes gráficas muestran los perfiles de carga obtenidos de los medidores de la distribuidora en el periodo de enero – febrero de 2013



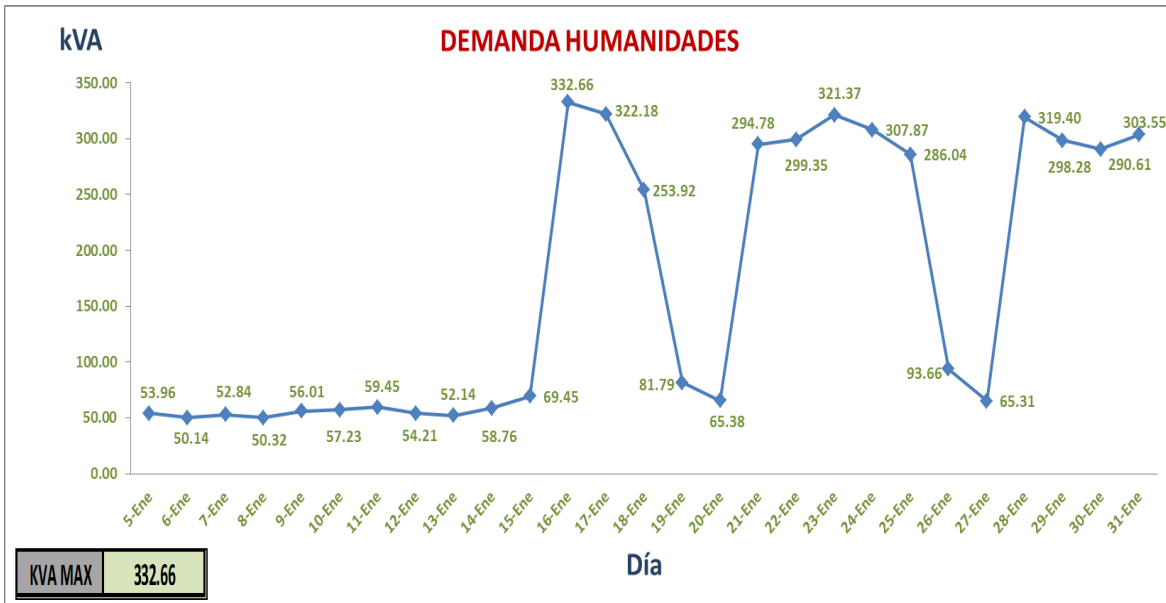
Gráfica 15 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Agronomía



Gráfica 16 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo

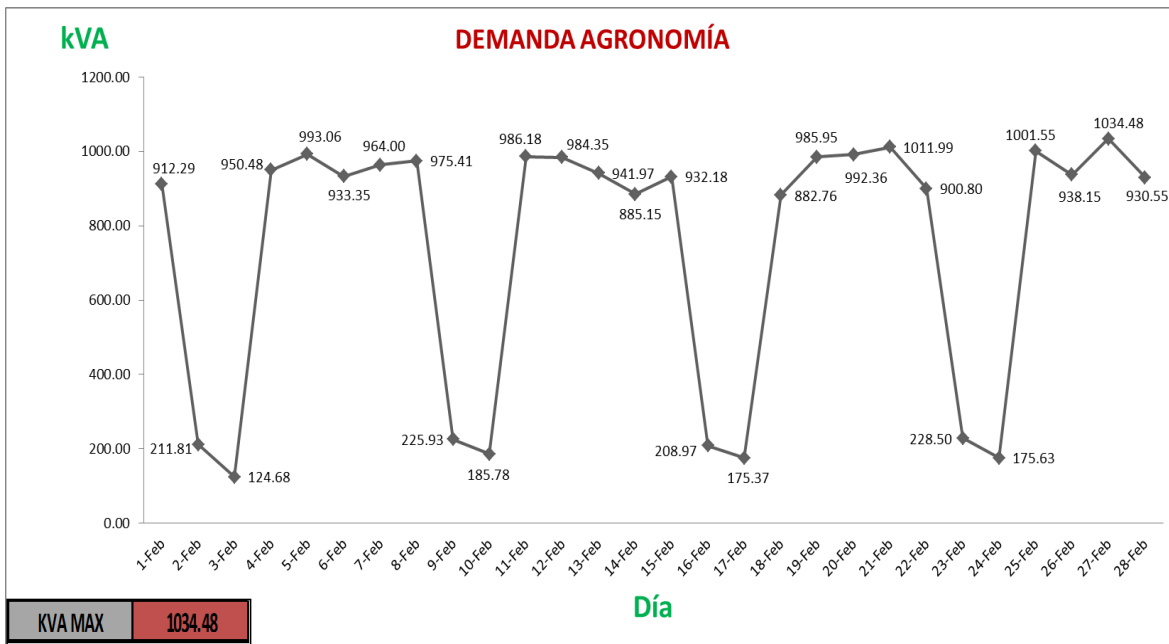


Gráfica 17 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Economía



Gráfica 18 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)

FEBRERO



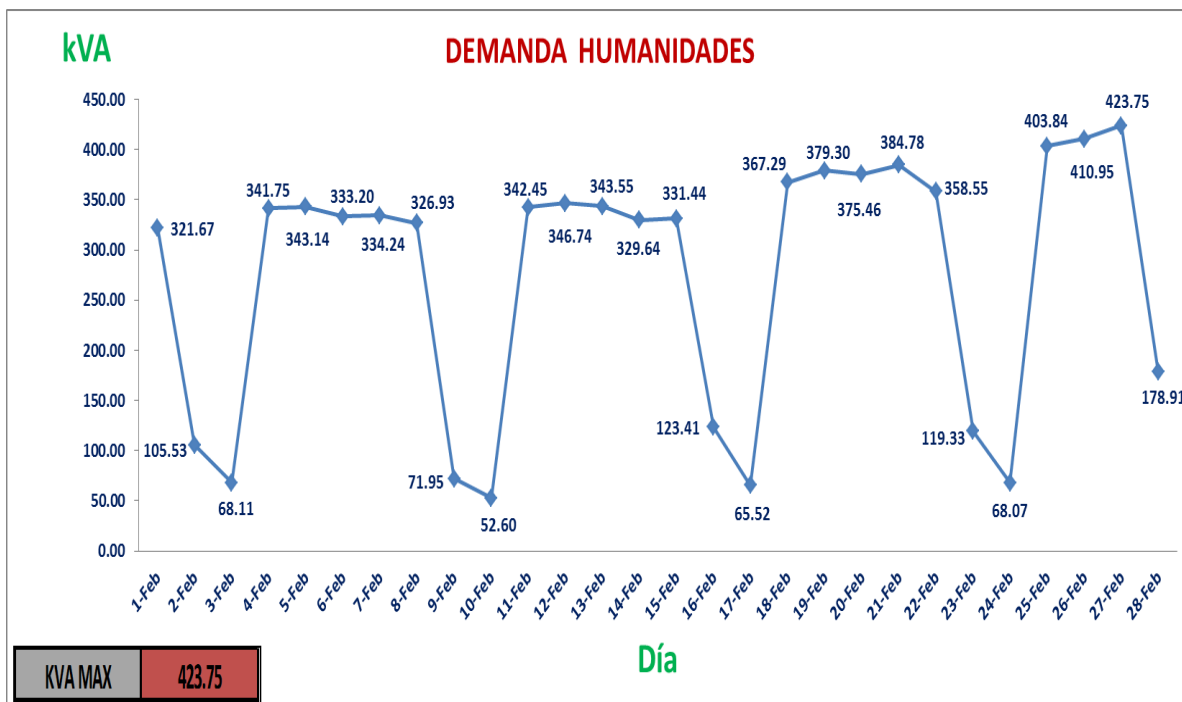
Gráfica 19 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Agronomía



Gráfica 20 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo



Gráfica 21 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Economía (Derecho)



Gráfica 22 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)

RESUMEN DEMANDA DIARIA ENERO – FEBRERO 2013

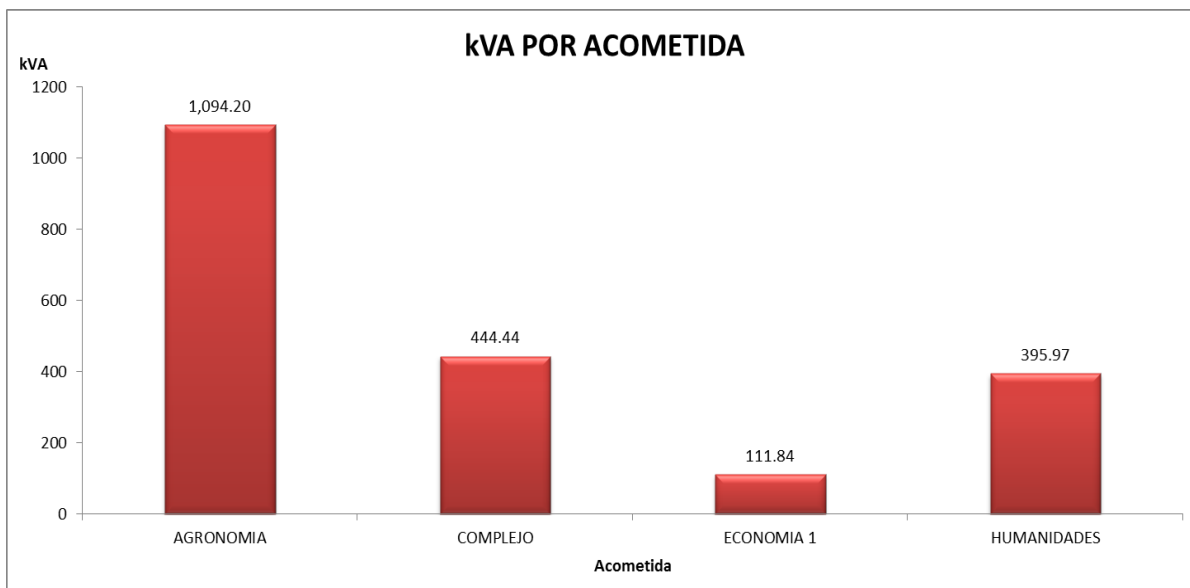
| ACOMETIDA | FECHA MÁXIMO | DEMANDA MÁXIMA KVA | FECHA MÍNIMO | DEMANDA MÍNIMO KVA |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| Agronomía | 27-Feb | 1034.48 | 3 Feb | 124.68 |
| Complejo Deportivo | 21-Feb | 337.97 | 13-Ene | 30.79 |
| Derecho | 22-Feb | 111.79 | 13-Ene | 5.90 |
| Humanidades | 27-Feb | 423.75 | 6-Ene | 50.14 |

Tabla 9 Resumen de Consumo Diario Enero – Febrero 2013

DEMANDA MÁXIMA REGISTRADAS

| ACOMETIDA | kVA | FECHA |
|--------------------|---------|--------------|
| Agronomía | 1094.20 | 16-julio-12 |
| Complejo Deportivo | 444.44 | 09-agosto-12 |
| Derecho | 111.84 | 22-agosto-12 |
| Humanidades | 395.97 | 07-agosto-12 |

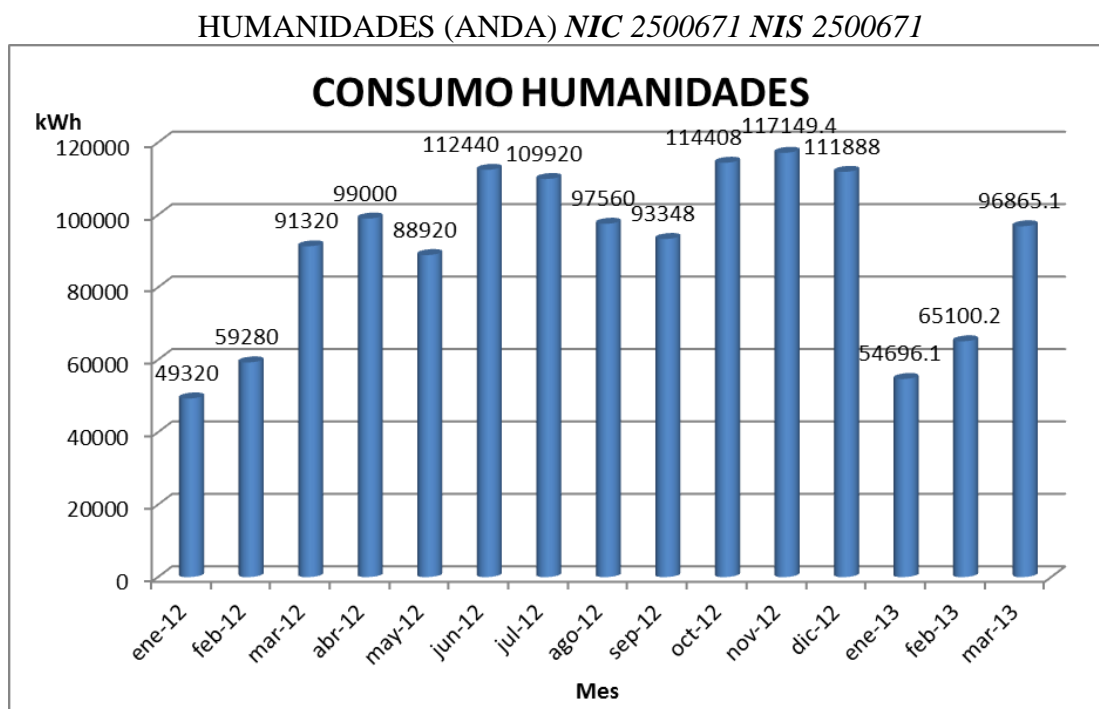
Tabla 10 Demanda Máxima Registrada.



Gráfica 23 Demanda Máximas

3.2.2 Consumo Diario Enero - Marzo 2013

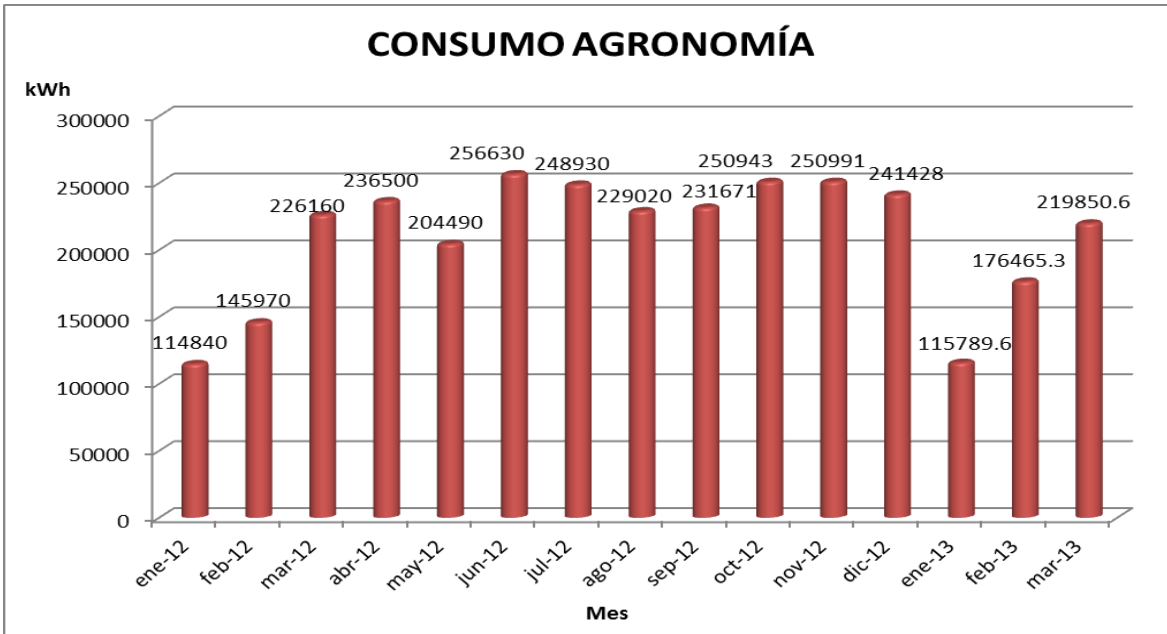
Las siguientes gráficas muestran el consumo obtenidos de los medidores de la distribuidora en el periodo de enero 2012 a marzo de 2013



Gráfica 24 Demanda Humanidades

Comportamiento del consumo en kWh de Humanidades (ANDA), con un máximo de 117,149.4 kWh en noviembre de 2012.

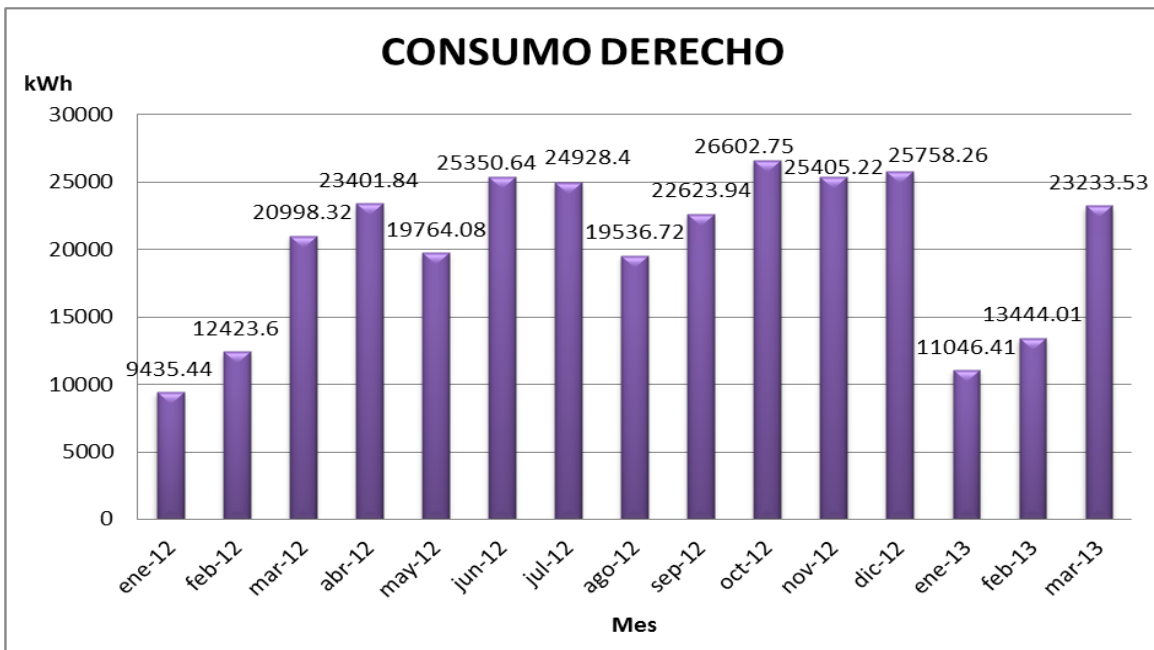
AGRONOMÍA NIC 2500673 NIS 2500673



Gráfica 25 Demanda Agronomía

Comportamiento del consumo en kWh de Agronomía, con un máximo de 256630 kWh en junio de 2012.

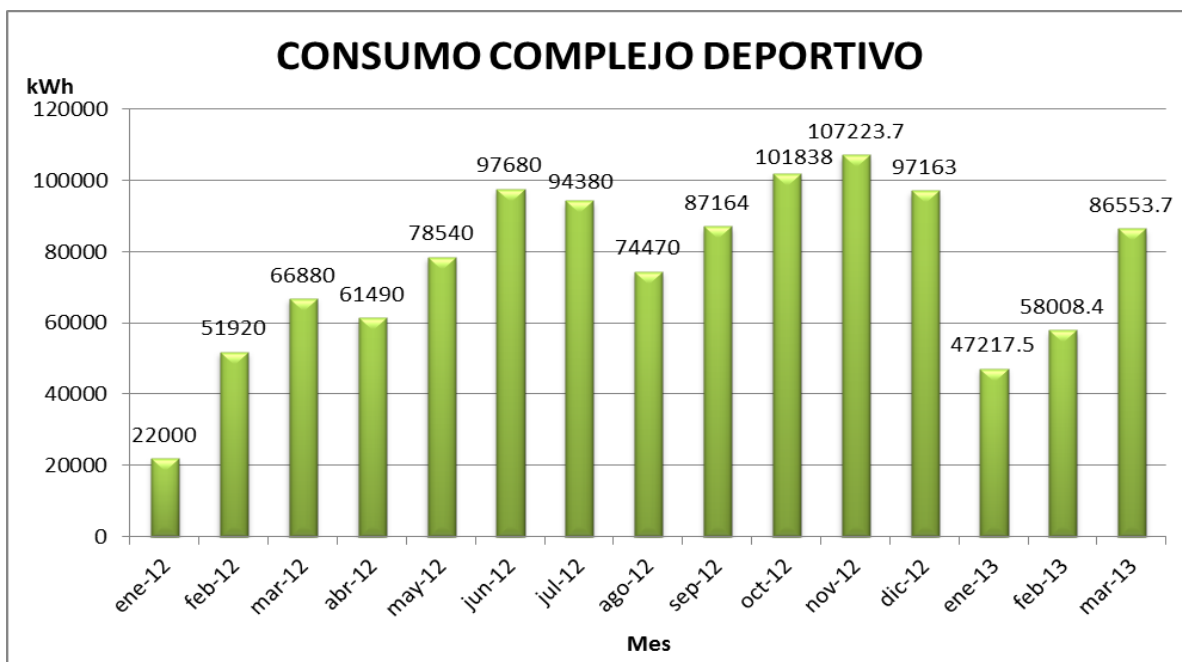
DERECHIO NIC 2501343 NIS 2501343



Gráfica 26 Demanda Economía (Derecho)

Comportamiento del consumo en kWh de Economía 1 (Derecho), con un máximo de 26602.75 kWh en octubre de 2012.

COMPLEJO DEPORTIVO NIC 5050160 NIS 5046798



Gráfica 27 Demanda Complejo Deportivo

Comportamiento del consumo en kWh del Complejo, con un máximo de 107223.7 kWh en noviembre de 2012.

CUADRO RESUMEN CONSUMO ENERGÉTICO MENSUAL 2012 - 2013

| CONSUMOS MAXIMOS Y MINIMOS EN kWh | | | | |
|-----------------------------------|--------|----------|--------|-----------|
| ACOMETIDA | MES | VALOR MX | MES | VALOR MIN |
| AGRONOMIA | jun-12 | 256630 | ene-12 | 114840 |
| HUMANIDADES (ANDA) | nov-12 | 117149.4 | ene-12 | 49320 |
| COMPLEJO | nov-12 | 107223.7 | ene-12 | 22000 |
| DERECHO | oct-12 | 26602.75 | ene-12 | 9435.44 |

Tabla 11 Demanda Total UES 2012 - 2013

La tabla 11 muestra los valores máximos y mínimos del consumo registrados por la compañía distribuidora.

3.3 RENDIMIENTO

Con los datos obtenidos en el análisis de la capacidad, medición interna y perfil de carga, se puede obtener el rendimiento por cada acometida, de tal forma, conocer el factor de utilización que poseen los transformadores en dichas acometidas.

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

❖ Acometida Humanidades

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{423.75}{1825} = 0.2322$$

El rendimiento que posee la acometida de Humanidades es de **23.22%**

❖ Acometida Complejo

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{444}{2442.5} = 0.1817$$

El rendimiento que posee la acometida del Complejo es de **18.17%**

❖ Acometida Derecho

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{111.84}{167.5} = 0.6677$$

El rendimiento que posee la acometida de Derecho es de **66.77%**

Acometida Agronomía

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{1094.20}{4430} = 0.2470$$

El rendimiento que posee la acometida de Agronomía es de **24.70%**

Los datos obtenidos serán utilizados para dimensionar cada una de las subestaciones instaladas en el campus universitario, se apoyará de las mediciones puntuales realizadas, para comprobar que los datos obtenidos no sean menores a las demandas requeridas.

| ACOMETIDA | CAPACIDAD INSTALADA KVA | DEMANDA MÁXIMA KVA | FACTOR DE UTILIZACIÓN % |
|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| Humanidades | 1825 | 423.75 | 23.22 |
| Complejo Deportivo | 2442.5 | 444 | 18.17 |
| Derecho | 167.5 | 111.8 | 66.77 |
| Agronomía | 4430 | 1094.2 | 24.70 |

Tabla 12 Capacidad instalada, Demanda máxima y Factor de utilización.

➤ Mediciones Puntuales.

Se efectuaron mediciones puntuales en tres subestaciones con el objeto de determinar su demanda pico, los resultados se muestra en la siguiente tabla:

| Subestación Biblioteca: Capacidad 300 KVA | |
|---|---|
| Corriente de Línea | 90.1 Amperios |
| Voltaje | 208 Voltios |
| Potencia | $\frac{1.732 \times 90.1 \times 208}{1000} = 32.46 \text{ KVA}$ |
| Factor de Utilización | $\frac{32.46}{300} = 0.1082$ |
| Rendimiento | 10.82% |

| Subestación Toldo Azul: Capacidad 225 KVA | |
|--|---|
| Corriente de Línea | 90.1 Amperios |
| Voltaje | 208 Voltios |
| Potencia | $\frac{1.732 \times 92.3 \times 208}{1000} = 33.25 \text{ KVA}$ |
| Factor de Utilización | $\frac{33.25}{225} = 0.1477$ |
| Rendimiento | 14.77% |
| Subestación Industrial: Capacidad 225 KVA | |
| Corriente de Línea | 92 Amperios |
| Voltaje | 208 Voltios |
| Potencia | $\frac{1.732 \times 92 \times 208}{1000} = 33.14 \text{ KVA}$ |
| Factor de Utilización | $\frac{33.14}{225} = 0.1473$ |
| Rendimiento | 14.73% |

Tabla 13 Mediciones Puntuales

Como se puede observar el rendimiento obtenido en las mediciones puntuales es menor al rendimiento obtenido en los cálculos por acometida, por lo cual se concluye que el 18% como factor de utilización es un dato que satisface la demanda.

3.4 DEMANDA ACTUAL

La demanda actual que posee la universidad de El Salvador se determinó a partir de las facturas de consumo eléctrico. El estudio de la demanda se realizó con facturas del año 2005 al 2013.

A continuación se muestran dos años de la demanda eléctrica en la universidad de El Salvador.

✓ Año 2005

| Mes | Potencias | NIC 2500671 (ANDA) | NIC 2500672 (Medicina) | NIC 2500673 (Agronomía) | NIC 2500674 (Ing. Fosa) | NIC 2501343 (Derecho) | NIC 5050160 (Complejo) | TOTALES |
|---------|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| Enero | KW | 312 | 144 | 770 | 228 | 100 | 165 | |
| | FP | 0.946 | 1 | 0.91 | 0.89 | 0.98 | 0.94 | |
| | KVA | 329.8 | 144 | 846.2 | 256.2 | 102.0 | 175.5 | 1853.7 |
| Febrero | KW | 312 | 144 | 770 | 228 | 100.69 | 165 | |
| | FP | 0.964 | 1 | 0.907 | 0.811 | 0.974 | 0.937 | |
| | KVA | 323.7 | 144 | 848.9 | 281.1 | 103.4 | 176.1 | 1877.2 |
| Marzo | KW | 312 | 144 | 770 | 228 | 100.69 | 176 | |
| | FP | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.973 | 0.946 | |
| | KVA | 312 | 144 | 770 | 228 | 103.5 | 186.0 | 1743.5 |
| Abril | KW | 324 | 144 | 836 | 228 | 100.69 | 176 | |
| | FP | 0.968 | 1 | 0.923 | 0.892 | 0.968 | 0.941 | |
| | KVA | 334.7 | 144 | 905.7 | 255.6 | 104.0 | 187.0 | 1931.1 |
| Mayo | KW | 336 | 144 | 836 | 240 | 120.18 | 176 | |
| | FP | 0.978 | 1 | 0.943 | 0.93 | 0.972 | 0.94 | |
| | KVA | 343.6 | 144 | 886.5 | 258.0 | 123.6 | 187.2 | 1943.0 |

| Mes | Potencias | NIC 2500671 (ANDA) | NIC 2500672 (Medicina) | NIC 2500673 (Agronomía) | NIC 2500674 (Ing. Fosa) | NIC 2501343 (Derecho) | NIC 5050160 (Complejo) | TOTALES |
|------------|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| Junio | KW | 348 | 144 | 880 | 241 | 120.18 | 185 | |
| | FP | 0.975 | 1 | 0.93 | 0.925 | 0.97 | 0.95 | |
| | KVA | 356.9 | 144 | 946.2 | 260.5 | 123.9 | 194.7 | 2026.3 |
| Julio | KW | 348 | 144 | 847 | 240 | 120.18 | 187 | |
| | FP | 0.975 | 1 | 0.925 | 0.921 | 0.97 | 0.94 | |
| | KVA | 356.9 | 144 | 915.7 | 260.6 | 123.9 | 198.9 | 2000.0 |
| Agosto | KW | 348 | 144 | 847 | 240 | 120.18 | 180 | |
| | FP | 0.973 | 1 | 0.926 | 0.921 | 1 | 0.94 | |
| | KVA | 357.7 | 144 | 914.7 | 260.6 | 120.2 | 191.5 | 1988.6 |
| Septiembre | KW | 348 | 144 | 847 | 240 | 120.18 | 187 | |
| | FP | 0.92 | 1 | 0.922 | 0.893 | 0.97 | 0.93 | |
| | KVA | 378.3 | 144 | 918.7 | 268.8 | 123.9 | 201.1 | 2034.6 |
| Octubre | KW | 348 | 148 | 847 | 240 | 120.18 | 187 | |
| | FP | 0.975 | 1 | 0.941 | 0.9 | 0.973 | 0.946 | |
| | KVA | 356.9 | 148 | 900.1 | 266.7 | 123.52 | 197.7 | 1992.9 |
| Noviembre | KW | 348 | 160 | 847 | 240 | 120.18 | 187 | |
| | FP | 0.972 | 1 | .929 | 0.913 | 0.973 | 0.945 | |
| | KVA | 358.1 | 160 | 918.7 | 262.9 | 123.52 | 197.9 | 2034.6 |
| Diciembre | KW | 348 | 148 | 847 | 240 | 120.18 | 187 | |
| | FP | 0.97 | 1 | 0.925 | 0.9 | 0.98 | 0.945 | |
| | KVA | 358.8 | 148 | 915.7 | 266.7 | 122.63 | 197.9 | 2009.6 |

Tabla 14 Demanda de Carga Año 2005

✓ Año 2010

| Mes | Potencias | NIC 2500671 (ANDA) | NIC 2500672 (Medicina) | NIC 2500673 (Agronomía) | NIC 2500674 (Ing. Fosa) | NIC 2501343 (Derecho) | NIC 5050160 (Complejo) | TOTALES |
|---------|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| Enero | KW | 336 | 116 | 858 | 275 | 100.69 | 99 | |
| | FP | 0.951 | 1 | 0.909 | 0.803 | 0.962 | 0.905 | |
| | KVA | 353.33 | 116 | 943.9 | 342.5 | 104.7 | 109.4 | 1969.7 |
| Febrero | KW | 312 | 116 | 968 | 231 | 89.32 | 165 | |
| | FP | 0.959 | 1 | 0.967 | 0.849 | 0.954 | 0.914 | |
| | KVA | 325.4 | 116 | 1001.0 | 272.1 | 93.6 | 180.5 | 1988.6 |
| Marzo | KW | 342.39 | 128.48 | 914.67 | 283.37 | 106.97 | 165 | |
| | FP | 0.9608 | 1 | 0.9178 | 0.88 | 0.9558 | 0.925 | |
| | KVA | 356.4 | 128.48 | 996.6 | 322.0 | 111.9 | 178.4 | 2093.7 |
| Abril | KW | 372 | 0 | 1056 | 297 | 108.81 | 121 | |
| | FP | 0.969 | 1 | 0.965 | 0.867 | 0.957 | 0.903 | |
| | KVA | 383.9 | 0 | 1094.3 | 342.6 | 113.7 | 133.9 | 2068.5 |
| Mayo | KW | 396 | 0 | 1100 | 330 | 116.93 | 165 | |
| | FP | 0.967 | 1 | 0.969 | 0.909 | 0.958 | 0.925 | |
| | KVA | 409.5 | 0 | 1135.2 | 363.0 | 122.1 | 178.4 | 2208.2 |
| Junio | KW | 408 | 0 | 1133 | 319 | 118.55 | 176 | |
| | FP | 0.968 | 1 | 0.957 | 0.912 | 0.962 | 0.927 | |
| | KVA | 421.5 | 0 | 1183.9 | 349.8 | 123.2 | 189.9 | 2268.3 |

| Mes | Potencias | NIC 2500671 (ANDA) | NIC 2500672 (Medicina) | NIC 2500673 (Agronomía) | NIC 2500674 (Ing. Fosa) | NIC 2501343 (Derecho) | NIC 5050160 (Complejo) | TOTALES |
|------------|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| Julio | KW | 372 | 0 | 1034 | 275 | 112.06 | 132 | |
| | FP | 0.967 | 1 | 0.938 | 0.905 | 0.964 | 0.928 | |
| | KVA | 384.7 | 0 | 1102.3 | 303.9 | 116.2 | 142.2 | 2049.4 |
| Agosto | KW | 360 | 0 | 990 | 253 | 108.81 | 165 | |
| | FP | 0.965 | 1 | 0.93 | 0.904 | 0.963 | 0.931 | |
| | KVA | 373.1 | 0 | 1064.5 | 279.9 | 112.94 | 177.26 | 2007.7 |
| Septiembre | KW | 348 | 0 | 1001 | 300.99 | 107.18 | 187 | |
| | FP | 0.961 | 1 | 0.912 | 0.891 | 0.97 | 0.923 | |
| | KVA | 362.1 | 0 | 1097.6 | 337.8 | 110.5 | 202.6 | 2110.6 |
| Octubre | KW | 372 | 0 | 1078 | 242 | 105.56 | 154 | |
| | FP | 0.964 | 1 | 0.918 | 0.897 | 0.971 | 0.935 | |
| | KVA | 385.9 | 0 | 1174.3 | 269.8 | 108.7 | 164.7 | 2103.4 |
| Noviembre | KW | 372 | 0 | 1078 | 275 | 107.18 | 121 | |
| | FP | 0.967 | 1 | 0.925 | 0.911 | 0.965 | 0.934 | |
| | KVA | 384.7 | 0 | 1165.4 | 301.9 | 111.1 | 129.6 | 2092.6 |
| Diciembre | KW | 336 | 0 | 1056 | 286 | 102.31 | 187 | |
| | FP | 0.97 | 1 | 0.921 | 0.916 | 0.969 | 0.937 | |
| | KVA | 346.4 | 0 | 1146.6 | 312.2 | 105.6 | 199.6 | 2110.4 |

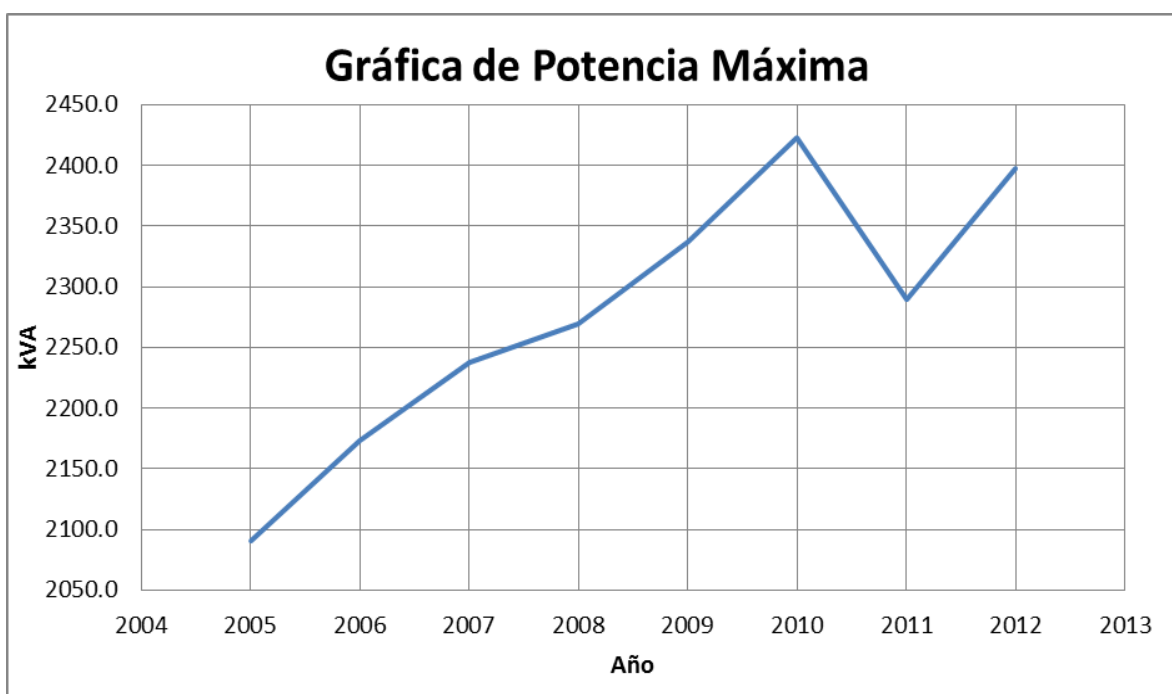
Tabla 15 Demanda de Carga Año 2010

A continuación se muestran las potencias máximas de los años 2005 al 2012

| AÑO | POTENCIA MÁXIMA kVA |
|------------|----------------------------|
| 2005 | 2090.6 |
| 2006 | 2172.6 |
| 2007 | 2237.8 |
| 2008 | 2269.5 |
| 2009 | 2336.7 |
| 2010 | 2422.7 |
| 2011 | 2289.7 |
| 2012 | 2397.5 |

Tabla 16 Demanda de Carga Años 2005 - 2012

La gráfica 30 muestra la tendencia de la demanda en la universidad durante el período 2005 - 2012



Gráfica 28 Demanda Energética Anual 2005 – 2012

3.5 PROYECCION DE CARGA A FUTURO

Basados en el comportamiento de la facturación se ha ejecutado un análisis de la demanda futura hasta el año 2030.

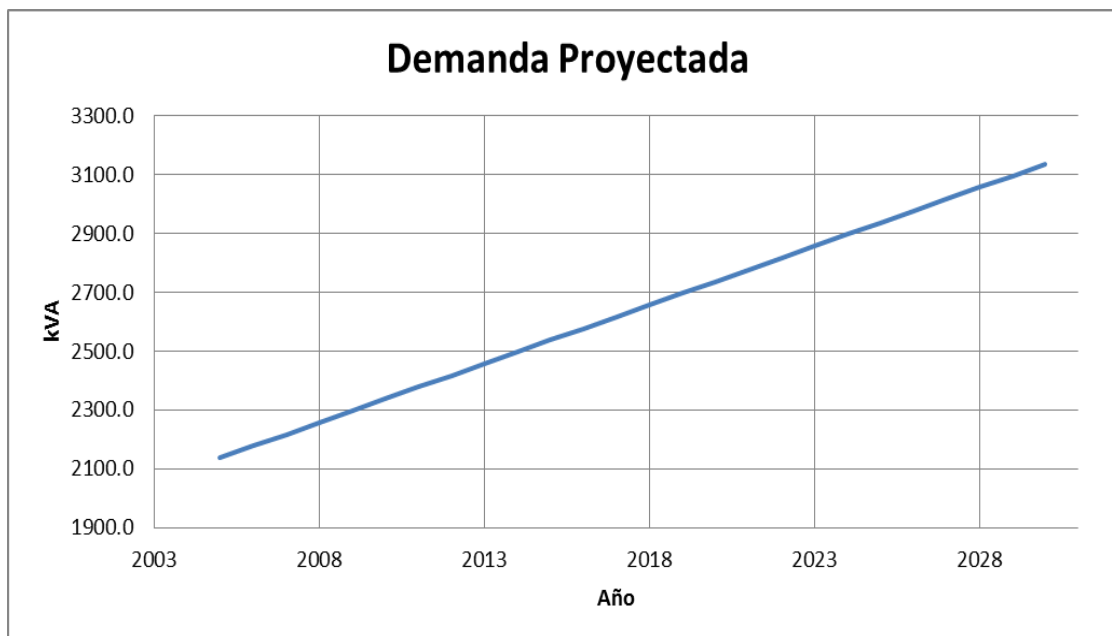
3.5.1 Proyección en Campus Universitario Completo

La tabla #12 muestra la demanda energética proyectada desde 2005 hasta el año 2030.

| AÑO | PROYECCIÓN kVA | AÑO | PROYECCIÓN kVA |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| 2005 | 2137.3 | 2018 | 2656.7 |
| 2006 | 2177.3 | 2019 | 2696.7 |
| 2007 | 2217.2 | 2020 | 2736.6 |
| 2008 | 2257.2 | 2021 | 2776.6 |
| 2009 | 2297.1 | 2022 | 2816.5 |
| 2010 | 2337.1 | 2023 | 2856.5 |
| 2011 | 2377.0 | 2024 | 2896.4 |
| 2012 | 2417.0 | 2025 | 2936.4 |
| 2013 | 2456.9 | 2026 | 2976.3 |
| 2014 | 2496.9 | 2027 | 3016.3 |
| 2015 | 2536.9 | 2028 | 3056.3 |
| 2016 | 2576.8 | 2029 | 3096.2 |
| 2017 | 2616.8 | 2030 | 3136.2 |

Tabla 17 Proyección de Demanda Energética

A continuación se presentan los datos proyectados gráficados

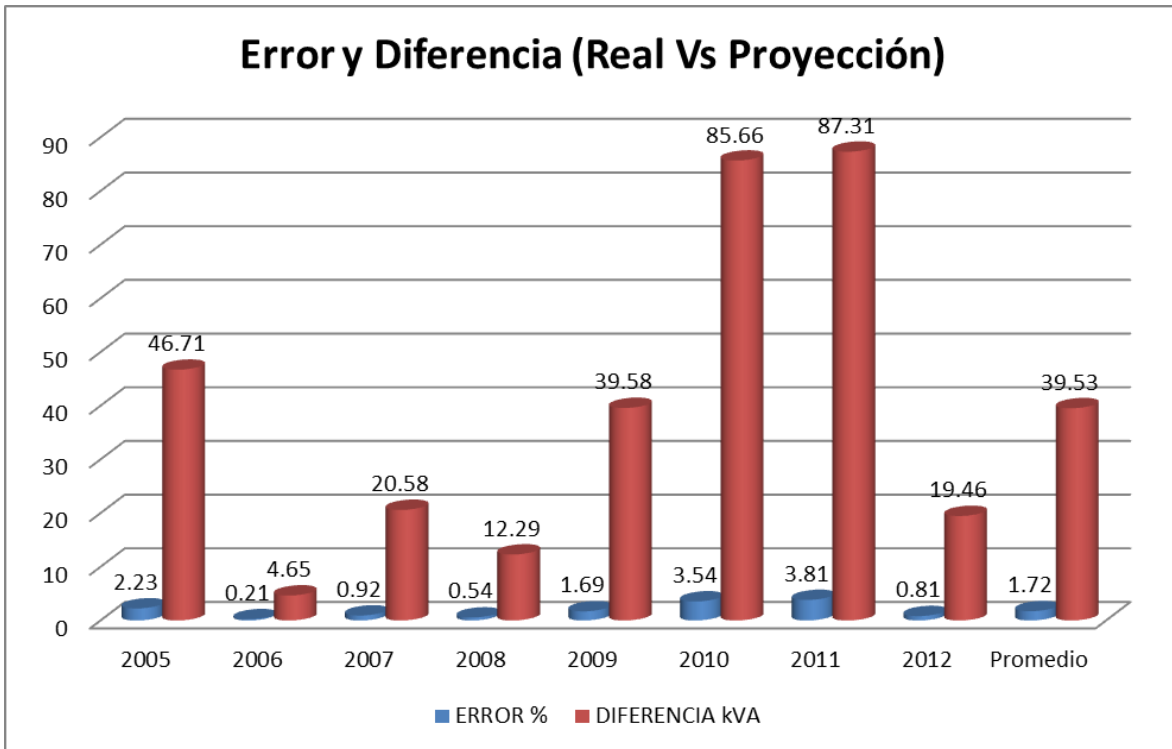


Gráfica 29 Proyección de Demanda Energética

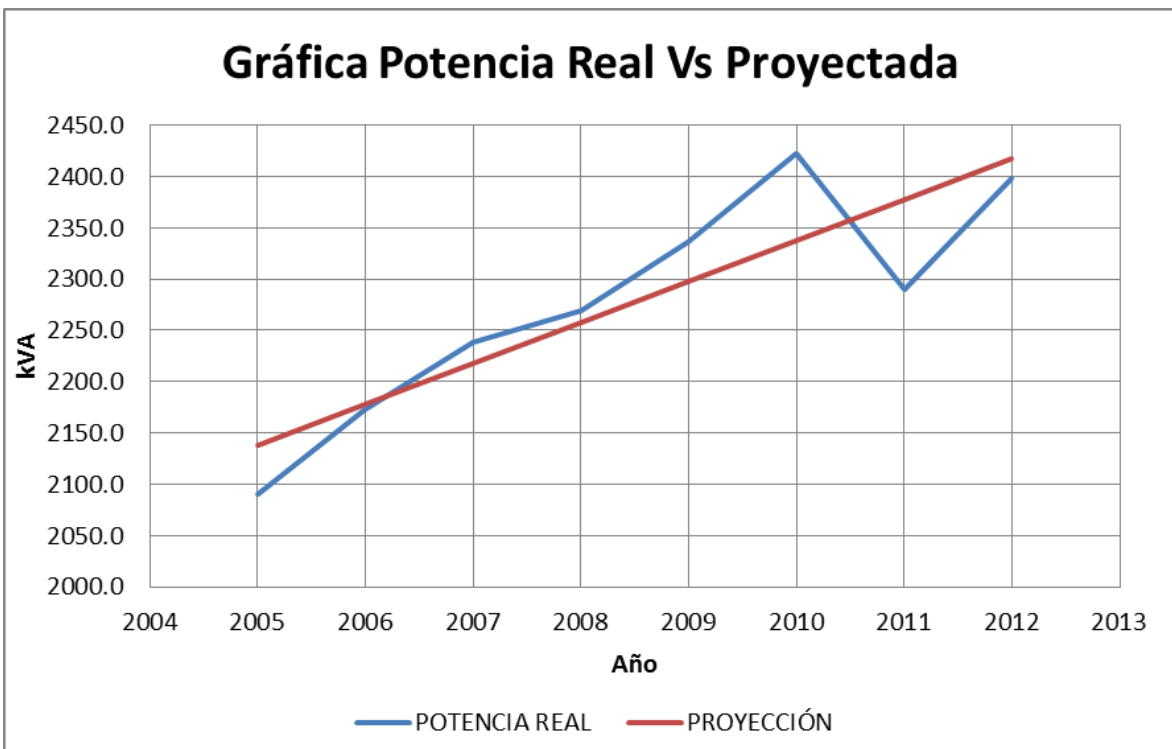
Para validar los datos proyectados se comparan con los datos reales, obteniendo la tabla #13 la cual muestra el error en porcentaje y la diferencia que existe en kVA de la demanda.

| AÑO | POTENCIA REAL kVA | PROYECCIÓN kVA | ERROR % | DIFERENCIA kVA |
|----------|-------------------|----------------|---------|----------------|
| 2005 | 2090.6 | 2137.3 | 2.23 | 46.7 |
| 2006 | 2172.6 | 2177.3 | 0.21 | 4.6 |
| 2007 | 2237.8 | 2217.2 | 0.92 | 20.6 |
| 2008 | 2269.5 | 2257.2 | 0.54 | 12.3 |
| 2009 | 2336.7 | 2297.1 | 1.69 | 39.6 |
| 2010 | 2422.7 | 2337.1 | 3.54 | 85.7 |
| 2011 | 2289.7 | 2377.0 | 3.81 | 87.3 |
| 2012 | 2397.5 | 2417.0 | 0.81 | 19.5 |
| Promedio | | | 1.72 | 39.53 |

Tabla 18 Comparativa entre Potencia Real y Proyectado



Gráfica 30 Error y Diferencia Real vs Proyección



Gráfica 31 Potencia Real vs Proyectada

Con el estudio realizado se concluye que los datos pronosticados son válidos, debido a que el error que presentan es mínimo y se pueden considerar para el estudio de la demanda eléctrica proyectado al año 2030.

Para el año 2030 la proyección muestra que la demanda en kVA será de “3018.2”, en el año 2012 la demanda en kVA fue de “2274.6”, pero para el caso se tomara el año en que la demanda fue mayor. El año que se tomará es el año 2010 por ser el año de mayor demanda energética.

Para determinar el factor de crecimiento en la demanda eléctrica se hará uso de la siguiente fórmula

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{3136.2}{2422.7}$$
$$Factor = 1.294$$

El factor de crecimiento para el año 2030 será de 1.294 para todo el campus universitario con un error que oscilará entre 0.5% a 1.5% se considera un factor apropiado.

3.5.2 Proyección por Acometidas

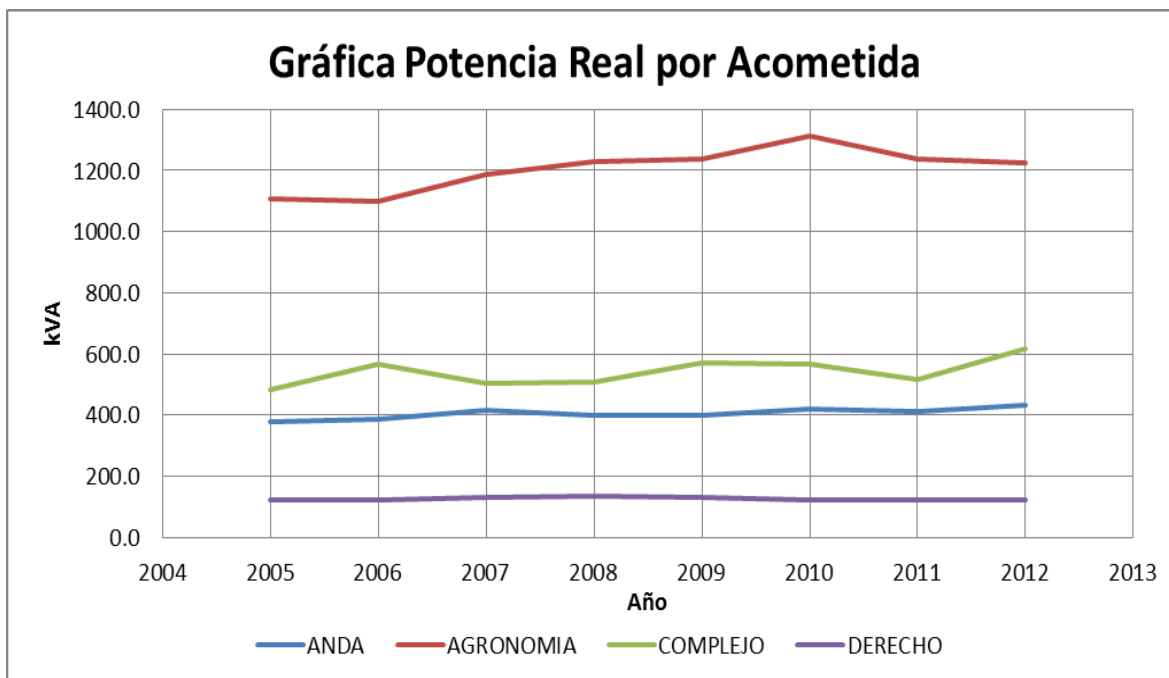
En la proyección por acometidas se tomaran las demandas anuales máximas por acometidas, para de esta forma realizar una proyección en la demanda energética que pueda corroborar la proyección para el campus completo.

La proyección por acometidas también se realizará hasta el año 2030, la cual se refleja en la tabla 19.

| PROYECCIÓN | HUMANIDADES kVA | AGRONOMIA kVA | COMPLEJO DEPORTIVO kVA | DERECHO kVA |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 2005 | 383.5 | 1123.4 | 502.1 | 128.3 |
| 2006 | 389.7 | 1146.5 | 513.2 | 127.9 |
| 2007 | 396.0 | 1169.6 | 524.2 | 127.5 |
| 2008 | 402.2 | 1192.6 | 535.3 | 127.1 |
| 2009 | 408.4 | 1215.7 | 546.3 | 126.6 |
| 2010 | 414.7 | 1238.8 | 557.4 | 126.2 |
| 2011 | 420.9 | 1261.8 | 568.5 | 125.8 |
| 2012 | 427.2 | 1284.9 | 579.5 | 125.4 |
| 2013 | 433.4 | 1308.0 | 590.6 | 125.0 |
| 2014 | 439.6 | 1331.0 | 601.7 | 124.6 |
| 2015 | 445.9 | 1354.1 | 612.7 | 124.2 |
| 2016 | 452.1 | 1377.1 | 623.8 | 123.8 |
| 2017 | 458.3 | 1400.2 | 634.9 | 123.3 |
| 2018 | 464.6 | 1423.3 | 645.9 | 122.9 |
| 2019 | 470.8 | 1446.3 | 657.0 | 122.5 |
| 2020 | 477.0 | 1469.4 | 668.1 | 122.1 |
| 2021 | 483.3 | 1492.5 | 679.1 | 121.7 |
| 2022 | 489.5 | 1515.5 | 690.2 | 121.3 |
| 2023 | 495.7 | 1538.6 | 701.3 | 120.9 |
| 2024 | 502.0 | 1561.7 | 712.3 | 120.4 |
| 2025 | 508.2 | 1584.7 | 723.4 | 120.0 |
| 2026 | 514.5 | 1607.8 | 734.5 | 119.6 |
| 2027 | 520.7 | 1630.9 | 745.5 | 119.2 |
| 2028 | 526.9 | 1653.9 | 756.6 | 118.8 |
| 2029 | 533.2 | 1677.0 | 767.7 | 118.4 |
| 2030 | 539.4 | 1700.1 | 778.7 | 118.0 |

Tabla 19 Proyección por Acometida

Para confirmar la veracidad de la proyección se hará una tabla detallando el error y la diferencia en kVA que existe entre el valor real con el proyectado para cada acometida



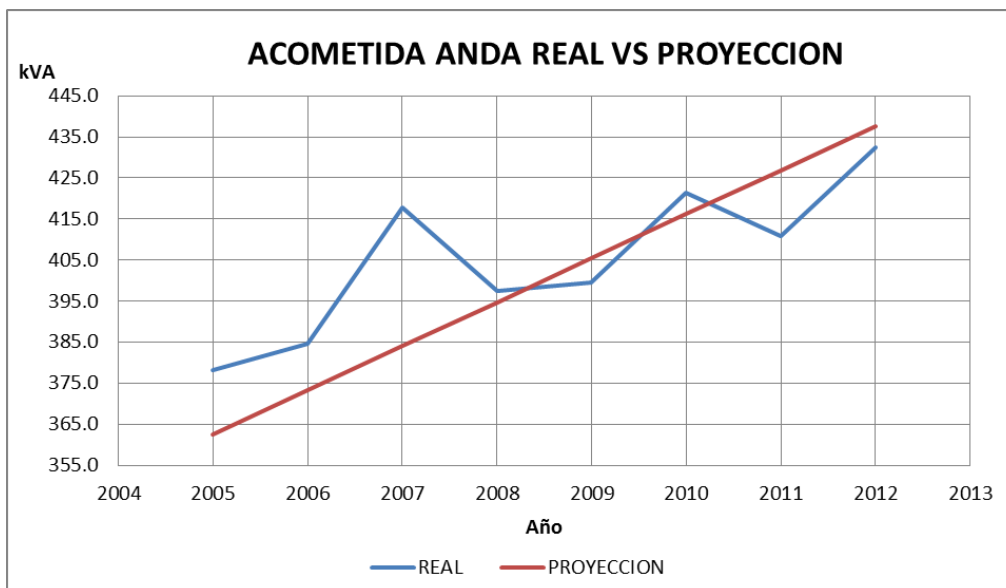
Gráfica 32 Potencias Reales por Acometidas

➤ **Acometida Humanidades (ANDA)**

La tabla #15 detalla la potencia real y la proyectada de la acometida de humanidades, para poder comprobar si los datos obtenidos son válidos para el diseño.

| ANANDA (HUMANIDADES) | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------------|---------|----------------|
| AÑO | POTENCIA REAL kVA | POTENCIA PROYECTADA kVA | ERROR % | DIFERENCIA KVA |
| 2005 | 378.3 | 362.5 | 4.15 | 15.71 |
| 2006 | 384.7 | 373.3 | 2.97 | 11.42 |
| 2007 | 417.7 | 384.0 | 8.07 | 33.72 |
| 2008 | 397.5 | 394.7 | 0.70 | 2.79 |
| 2009 | 399.6 | 405.4 | 1.47 | 5.87 |
| 2010 | 421.5 | 416.2 | 1.26 | 5.31 |
| 2011 | 410.8 | 426.9 | 3.92 | 16.11 |
| 2012 | 432.5 | 437.6 | 1.17 | 5.08 |

Tabla 20 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades



Gráfica 33 Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades

El factor de crecimiento que representa la acometida de Humanidades ANDA se muestra a continuación.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{539.4}{432.5}$$

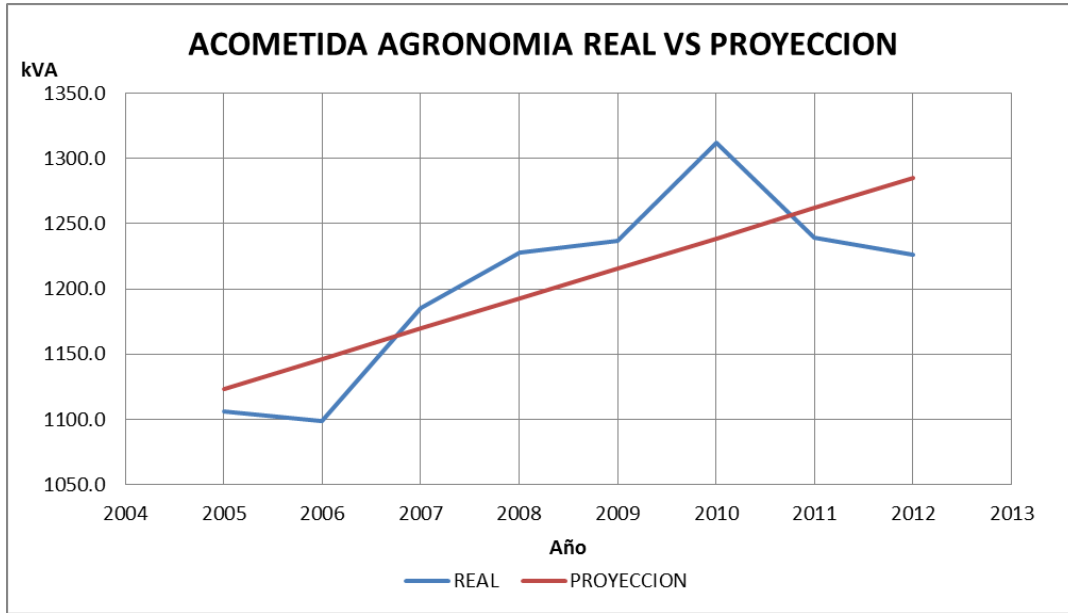
$$Factor = 1.247$$

Acometida Agronomía

La acometida de agronomía previa al año 2010 no alimentaba la facultad de medicina, para obtener datos precisos en esos años, la potencia demandada por la facultad de medicina se le adhirió a la acometida de agronomía.

| AGRONOMIA | | | | |
|------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------|-----------------------|
| AÑO | POTENCIA REAL kVA | POTENCIA PROYECTADA kVA | ERROR % | DIFERENCIA kVA |
| 2005 | 1106.2 | 1123.4 | 1.55 | 17.19 |
| 2006 | 1098.5 | 1146.5 | 4.37 | 47.98 |
| 2007 | 1185.4 | 1169.6 | 1.33 | 15.82 |
| 2008 | 1227.6 | 1192.6 | 2.85 | 34.98 |
| 2009 | 1237.1 | 1215.7 | 1.73 | 21.42 |
| 2010 | 1312.4 | 1238.8 | 5.61 | 73.63 |
| 2011 | 1239.4 | 1261.8 | 1.81 | 22.41 |
| 2012 | 1226.6 | 1284.9 | 4.75 | 58.29 |

Tabla 21 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía



Gráfica 34 Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía

Para el factor de crecimiento se considera el año 2010 como el año de máxima demanda.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{1700.1}{1312.4}$$

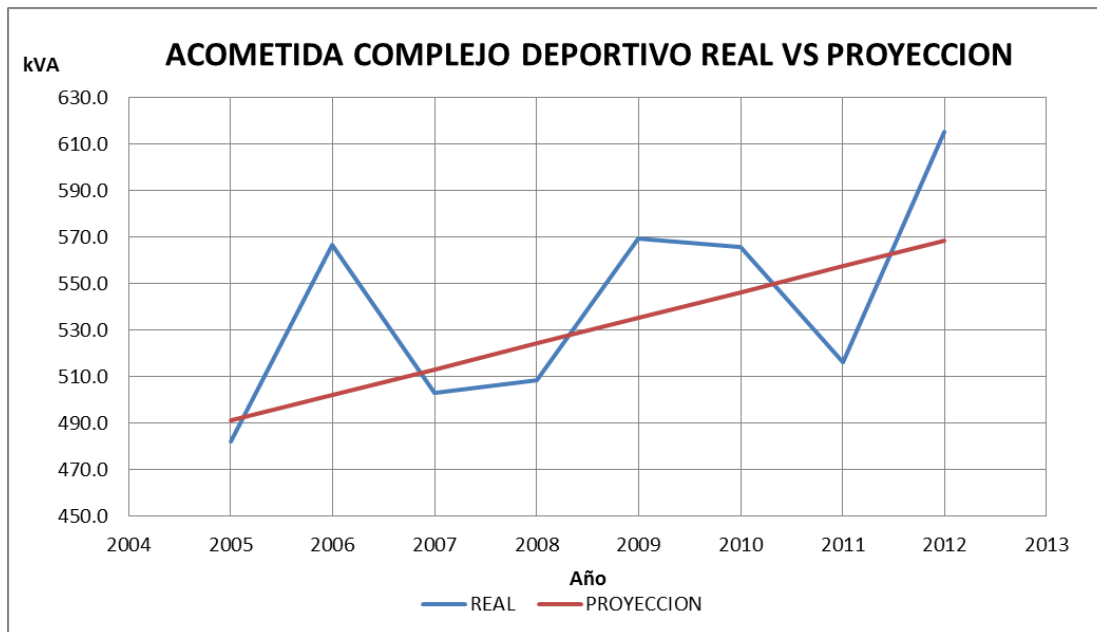
$$Factor = 1.295$$

Acometida Complejo Deportivo

Previo al año 2012 la acometida no alimentaba la facultad de Ingeniería , por lo cual a esos años se le adhirió la demanda de la facultad de Ingeniería.

| COMPLEJO DEPORTIVO | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------------|---------|----------------|
| AÑO | POTENCIA REAL kVA | POTENCIA PROYECTADA kVA | ERROR % | DIFERENCIA kVA |
| 2005 | 482.2 | 491.0 | 1.83 | 8.81 |
| 2006 | 566.6 | 502.1 | 11.38 | 64.47 |
| 2007 | 502.9 | 513.2 | 2.04 | 10.26 |
| 2008 | 508.4 | 524.2 | 3.10 | 15.78 |
| 2009 | 569.2 | 535.3 | 5.96 | 33.93 |
| 2010 | 565.6 | 546.3 | 3.41 | 19.29 |
| 2011 | 516.2 | 557.4 | 7.99 | 41.24 |
| 2012 | 615.4 | 568.5 | 7.63 | 46.94 |

Tabla 22 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo



Gráfica 35 Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo

El Factor de crecimiento que posee la acometida del complejo deportivo se denota a continuación.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{778.7}{615.4}$$

$$Factor = 1.265$$

| ACOMETIDAS | FACTOR DE CRECIMIENTO |
|--------------------|-----------------------|
| GENERAL | 1.294 |
| HUMANIDADES (ANDA) | 1.247 |
| AGRONOMÍA | 1.295 |
| COMPLEJO DEPORTIVO | 1.265 |

Tabla 23 Factor de Crecimiento

Para efectos de cálculo se hará uso de un factor de crecimiento de 1.30 a las demandas máximas que se tienen registradas, con el fin de que la nueva red eléctrica pueda suplir hasta el año 2030.

3.6 CALCULO DE DEMANDA PARA CADA SUBESTACIÓN

Con los datos de rendimiento para cada acometida y el factor de crecimiento hasta el año 2030, se puede estimar la demanda que requerirá cada subestación. La cual se muestra a continuación:

❖ Acometida Humanidades

| Numero Correlativo | Capacidad kVA | Demanda Actual kVA | Demanda Proyectada kVA |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 125 | 38 | 49.4 |
| 2 | 75 | 30 | 39 |
| 3 | 150 | 23 | 29.9 |
| 4 | 75 | 22 | 28.6 |
| 5 | 100 | 49 | 63.7 |
| 6 | 100 | 31 | 40.3 |
| 7 | 75 | 31 | 40.3 |
| 8 | 100 | 23 | 29.9 |
| 9 | 37.5 | 10 | 13 |
| 10 | 75 | 15 | 19.5 |
| 11 | 25 | 13 | 16.9 |
| 12 | 25 | 11 | 14.3 |
| 13 | 75 | 20 | 26 |
| 14 | 100 | 25 | 32.5 |
| 15 | 150 | 35 | 45.5 |
| 16 | 200 | 43 | 55.9 |
| 17 | 50 | 22 | 28.6 |
| 18 | 137.5 | 32 | 41.6 |
| 19 | 150 | 37 | 48.1 |
| TOTAL | 1825 | 510 | 663 |

Tabla 24 Demanda Estimada Acometida Humanidades (ANDA)

❖ Acometida Agronomía

| Numero Correlativo | Capacidad KVA | Demanda Actual kVA | Demanda Proyectada kVA |
|--------------------|---------------|--------------------|------------------------|
| 1 | 300 | 47.9 | 62.27 |
| 2 | 100 | 22.4 | 29.12 |
| 3 | 75 | 17.4 | 22.62 |
| 4 | 225 | 102.8 | 133.64 |
| 5 | 225 | 80.9 | 105.17 |
| 6 | 300 | 47.7 | 62.01 |
| 7 | 112.5 | 56.4 | 73.32 |
| 8 | 100 | 20.4 | 26.52 |
| 9 | 150 | 73.6 | 95.68 |
| 10 | 25 | 17.6 | 22.88 |
| 11 | 25 | 10.53 | 13.689 |
| 12 | 502.5 | 61.83 | 80.379 |
| 13 | 37.5 | 13 | 16.9 |
| 14 | 300 | 110 | 143 |
| 15 | 50 | 15 | 19.5 |
| 16 | 25 | 11 | 14.3 |
| 17 | 150 | 75 | 97.5 |
| 18 | 150 | 40 | 52 |
| 19 | 225 | 65 | 84.5 |
| 20 | 300 | 75 | 97.5 |
| 21 | 225 | 60 | 78 |
| 22 | 25 | 11.5 | 14.95 |
| 23 | 87.5 | 50.72 | 65.936 |
| 24 | 250 | 75 | 97.5 |
| 25 | 300 | 113.2 | 147.16 |
| 26 | 65 | 20 | 26 |
| 27 | 100 | 46 | 59.8 |
| TOTAL | 4430 | 1340 | 1742 |

Tabla 25 Demanda Estimada Acometida Agronomía

❖ **Acometida Complejo Deportivo**

| Numero Correlativo | Capacidad kVA | Demanda Actual kVA | Demanda Proyectada kVA |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | 100 | 24 | 31.2 |
| 2 | 100 | 42 | 54.6 |
| 3 | 75 | 58 | 75.4 |
| 4 | 200 | 85 | 110.5 |
| 5 | 25 | 19.8 | 25.74 |
| 6 | 300 | 35 | 45.5 |
| 7 | 225 | 33.3 | 43.29 |
| | 100 | 85 | 110.5 |
| 9 | 225 | 43 | 55.9 |
| 10 | 15 | 7 | 9.1 |
| 11 | 225 | 33.2 | 43.16 |
| 12 | 15 | 8 | 10.4 |
| 13 | 300 | 31 | 40.3 |
| 14 | 100 | 63.6 | 82.68 |
| 15 | 137.5 | 25 | 32.5 |
| 16 | 100 | 18 | 23.4 |
| 17 | 50 | 18 | 23.4 |
| 18 | 150 | 55 | 71.5 |
| TOTAL | 2442.5 | 684 | 889 |

Tabla 26 Demanda Estimada Acometida Complejo Deportivo

CARGA TOTAL PROYECTADA.

| ACOMETIDA | CARGA PROYECTADA KVA |
|--------------------|-----------------------------|
| HUMANIDADES | 663 |
| AGRONOMÍA | 1742 |
| COMPLEJO DEPORTIVO | 889 |
| TOTAL | 3294 |

Tabla 27 Carga Total Proyectada

La acometida de Derecho no se incluye, debido a que el nuevo edificio que se está construyendo poseerá un transformador de 300kVA que suministrará la carga demandada por la acometida de Derecho.

CAPÍTULO IV

4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

Para el diseño y ejecución del proyecto se han considerado las normas y estándares existentes en el sistema de distribución eléctrica subterránea, tanto las que rigen en el país como las internacionales. Al igual que se detallan las especificaciones técnicas de los componentes que se utilizarán en el diseño.

4.1 NORMAS Y ESTANDARES

Los criterios de diseño se han elaborado en base a lo establecido en cada una de las siguientes normas y estándares:

- **Estándar de construcción de líneas subterráneas.**

Estándar vigente en el país por SIGET.

NORMAS

CAMPO DE APLICACIÓN

ASTM D 3487

Aceite dieléctrico para transformadores de distribución

AISI

Tanques de acero inoxidable para transformadores

ANSI / IEEE C 57.12.00

Transformadores tipo pedestal

ANSI / IEEE C 57.109

Requerimientos de corto circuito para transformadores de distribución

ANSI / IEEE C 57.12.28

Establece los requerimientos de diseño, pintura y seguridad en la construcción de gabinetes de pedestal para transformadores

ANSI / IEEE 386

Norma para accesorios con aislamiento en media tensión (codos, empalmes, terminales, regletas, etc.)

NEMA TP1

Eficiencias de transformadores

ANSI / IEEE C 57.12. 90

Pruebas electromecánicas en transformadores pedestal

ICEA S-94-649 o IEC-840

Diseño, fabricación y pruebas en cables de media tensión

IEC 885-2

Descargas parciales en cables de media tensión

| | |
|--|--|
| IEC 502, UL-44, UL-854 | Cables de baja tensión |
| ARESEP AR-NTACO-2002 | Instalación y equipamiento de acometidas |
| NEC | Código Eléctrico (NFPA 70) |
| ANSI C 37.40, C 37.41, C 37.42 Y NEMA 5G-2 | Equipos de protección monopolar "Corta Circuitos". |
| ANSI / IEEE C 37.60, C 37.63, C 37.71, C 37.72, C 37.73, C 57.12.28, ASTM D 2472, IEC 56, | Interruptor para protección y seccionamiento "Llave Seccionadora". |
| NEMA 4 X | Gabinete para el control electrónico de interruptor tipo poste y llave seccionadora. |
| IEEE 386, ANSI C 62.11 | Pararrayos tipo codo 27 kV, 10 kA |
| ANSI C 37.60, C 37.61, C 76.1 ANSI / IEEE C 62.11, NEMA SG-13 | Interruptor tipo poste para la protección y seccionamiento bajo carga |
| IEEE 48, VDE 0278, IEC 502 | Terminales para cable de media tensión (mufas) |
| ANSI C 57.13 | Pedestal de medición para media tensión. |
| ASTM D 543 | Resistencia química en regletas de derivación secundarias (baja tensión), ante la presencia de líquidos agresivos (ácido sulfúrico, sulfato de sodio, clorato de sodio, hidróxido de sodio, etileno glicerado) |
| ANSI C 119.4 | Características físicas del conector, en regletas de derivación secundarias (baja tensión) |
| ANSI C 119.1 | Ampacidad en regletas de derivación secundarias (baja tensión) |
| UL 467 | Conectores de puesta a tierra en estructuras mecánicas |
| IEEE 837 | Conectores de compresión para puestas a tierra |
| ASTM B1, B2, B3 y B8 | Especificaciones de conductores de cobre desnudo |

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.2.1 GENERALES.

El alcance del proyecto incluye el suministro, instalación y puesta en marcha de equipos y materiales necesarios para la construcción de redes eléctricas subterráneas para el campus central de la Universidad de El Salvador, se regirán bajo el diseño, normas y especificaciones detalladas a continuación.

Las normas establecerán los procedimientos a seguir durante la construcción. El sistema de distribución operará bajo un nivel en media tensión de 23000/13200V y un nivel de bajo voltaje de 120/208GRDY.

La red primaria está formada por una serie de circuitos trifásicos, pozos de distribución y pozos para la instalación de transformadores del tipo Pedestal (Pad Mounted). Dichos transformadores estarán conectados entre ellos formando una conexión en anillo (loop feed).

Los cables se instalarán dentro de ductos de PVC de alto impacto (DB120). Los pozos suelen estar situados en los cambios de dirección, cambios de nivel en el terreno y en tramos rectos no mayor a 40 m entre ellos.

En toda la red primaria se incluirá además, un tubo PVC de dos pulgadas de diámetro el cual será utilizado para control y monitoreo.

La red secundaria está compuesta tanto por circuitos monofásicos como trifásicos, igual que la red primaria, sus cables se instalarán dentro de tubos de PVC de alto impacto.

En cada subestación se construirá una cabina para instalar un tablero general de distribución.

La distribución se extenderá desde los terminales de cada ramal del tablero general hasta un pozo de registro que estará ubicado justo debajo del transformador existente que se reemplazará, en dicho pozo se hará el empalme para su conexión. Todos los ramales del tablero general contarán con un medidor analizador de redes eléctricas instalados en la parte frontal del tablero.

Es importante mencionar que el diseño, construcción y operación correcta del sistema, obliga a entrar en coordinación con otras personas y organizaciones que también instalan y operan sistemas de forma subterránea, así como también una coordinación con los responsables de la red interna de medición ya que con todos los medidores instalados en los tableros, se construirá una malla para un monitoreo central, la cual reemplazara o se acoplara a la malla existente. En toda la red primaria se alojará un tubo PVC de dos pulgadas de diámetro para control u otras aplicaciones.

En los edificios de medicina y jurisprudencia, se mantendrán los transformadores pad mounted ya instalados, los cuales están operando y funcionando correctamente. Solo se incluirá la alimentación primaria para que formen parte del anillo. En economía existe un transformador pad mounted sin uso, por lo que se debe determinar si dicha unidad cumple con las condiciones necesarias para incluirlo en el sistema.

Al finalizar la construcción y existe alguna modificación a los planos que se proporcionan para su construcción, es necesario elaborar un nuevo plano y dejar constancia de ello a las autoridades responsables de la obra.

El contratista debe durante el proceso de la obra actualizar los planos de manera que al final entregue planos como “construidos” de todo el proyecto.

4.2.2 CONDICIONES DEL SITIO

La Universidad de El Salvador está ubicada en la ciudad de San Salvador, en la Autopista Norte y Final 25 Av. Norte, con un clima cálido en todo el año. A continuación se presentan algunas características del sitio:

| CONDICIONES DEL SITIO | DATOS |
|---------------------------|--|
| Temperatura mín / máx. | +13 / +33 °C |
| Humedad relativa máxima | 100% |
| Altitud | 650 m sobre el nivel del mar |
| Velocidad del viento | 100 km / hora |
| Coficiente sísmico | 0.25 |
| Clasificación del área | Anisotrópico |
| Nivel Isocerámico | 125 días al año |
| Contaminación atmosférica | No existe contaminación que pueda dañar el |

Tabla 28 Condiciones del sitio

4.2.3 OBRA CIVIL

CANALIZACIÓN BT

La canalización en baja tensión debe cumplir con lo siguiente:

La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en la figura CBT (Ver Anexo C).

Para la red secundaria, se instalarán ductos de PVC DB 120, cuyo número y diámetro será de acuerdo al calibre y al número de conductores, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto.

Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "PELIGRO – ALTO VOLTAJE " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 30 centímetros de la superficie.

Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa de concreto de 10 centímetros de espesor, previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.

Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.

Las canalizaciones deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 70 centímetros de profundidad y 45 centímetros de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 5 centímetros entre ducto y ducto.

El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.

El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

CAJAS DE REGISTRO BT

- a. Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente: (Ver figura PRBT Anexo C)
- b. La distancia máxima permitida de conductor secundario será de 100 metros. El uso de distancias mayores se permite siempre que quede demostrado en la memoria de cálculo que se cumple con los requisitos de caída de tensión y tensión de jalado.
- c. Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- d. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.

- e. El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- f. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- g. El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 10 centímetros.
- h. Las paredes serán de concreto colado.
- i. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- j. En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar grava número dos.
- k. Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto diseñadas por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- l. Las tapas deben ser de hierro corrugado con superficie antideslizante, se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- m. El borde superior a la caja de registro deberá estar a 5 cm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior
- n. Deben contar con bisagras rectangulares, para abrir de un lado, el sistema de seguridad es mediante una aldaba para luego instalarse un candado o un sello especial por parte de la Universidad de El Salvador. Deberán cubrir la totalidad de la caja.

- o. Donde se reemplace un transformador deberá construir una caja de registro en donde se empalmen las conexiones.

BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS

- I. Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, diseñada por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes, cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm. Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- II. Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal según “Canalización en MT” en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próxima.

SEÑALIZACION EN SITIO

- I. La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.
- II. Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con amarres plásticos y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura. En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa.

CANALIZACIÓN MT

- a. Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los ductos (tubos de PVC lisos) donde serán instalados posteriormente los conductores.
- b. Las dimensiones y detalles para el tipo de canalización, se muestra en la figura CMT (Ver Anexo C)
- c. Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 6 pulgadas, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC DB 120. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.
- d. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota: " PELIGRO - ALTO VOLTAJE " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 40 centímetros de la superficie y deberá cubrir tres cuartos del ancho de la canalización.
- e. En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.
- f. El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.
- g. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- h. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- i. Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.

CAJAS DE REGISTRO DE MT

- a. Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito.
- b. Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 2 metros de cable por fase.
- c. La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 80 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a 80 metros.

- d. En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 2 metros de conductor de reserva.
- e. Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f. Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.
- g. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- h. El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- i. El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- j. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- k. El espesor de las paredes será “como mínimo” de 12 centímetros.
- l. El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 15 centímetros.

- m. Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- n. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- o. El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- p. Las tapas deben ser de hierro corrugado, circulares de 80 cm de diámetro.
- q. El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 10 cm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.

4.2.4 OBRA ELECTRICA.

A continuación se detallará los requisitos mínimos que deben de cumplir los materiales y equipos a ser utilizados.

TRANSFORMADORES DE PEDESTAL.

Todos los transformadores deben ser enumerados con la letra T y dos dígitos.

Características generales.

- Frecuencia de Operación: 60 Hz.
- Número de fases: 3
- Capacidades Nominales : 112.5, 150, 225 , 300 y 500 kVA
- Voltaje nominal media tensión: 24,940 Volts.
- Voltaje nominal baja tensión: 120/208 GrdY.
- Conexiones: Las conexiones de media tensión serán en “delta” y baja tensión deben ser en “estrella” sólidamente aterrizadas.
- Núcleo: El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque
- Corriente de excitación: No deberá ser mayor al 2% de la corriente nominal.
- Derivaciones (Taps): Deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, con una diferencia del 2.5% por cada derivación, por abajo del voltaje nominal.
- Impedancia: La impedancia deberá cumplir con la norma ANSI C57.12.26

- Configuración: en lazo (loop feed). Todos los componentes para este tipo de configuración deben ser operables bajo carga.
- Seccionador: Deberá contar con un seccionador de 4 posiciones, con corriente nominal de 200 A, voltaje máximo de operación de 35 kV, corriente momentánea simétrica RMS de 10 kA.
- Terminales primarios: Deben tener un total de seis terminales en media tensión , que cumplan los estándares ANSI / IEEE 386 y cuatro tipo espada n el lado de baja tensión, aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.
- Pérdidas: Las pérdidas permisibles deben de ser de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C57.12.00 y se detallan a continuación

| PÉRDIDAS MAXIMAS EN TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| RANGO (KVA) | (NL) P. NUCLEO | (LL) P. DEVANADOS | PÉRDIDAS TOTALES |
| 112.5 | 345 | 1350 | 1695 |
| 150 | 430 | 1625 | 2055 |
| 225 | 525 | 2450 | 2975 |
| 300 | 710 | 3200 | 3910 |
| 500 | 1025 | 5000 | 6025 |

Tabla 29 Nivel básico de Impulso (BIL): 125 kV en media tensión y 30 kV en baja tensión.

- Temperatura: Deberá ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente
- máxima de 40 °C.
- Elevación de temperatura : No debe exceder a los 65 °C sobre la temperatura ambiente según la norma ANSI / IEEE C57.12.00
- Requerimientos de cortocircuito: Deben estar diseñados para soportar corrientes de cortocircuito de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C.57.109
- Aceite Aislante: Puede ser dieléctrico de origen mineral según norma ASTM D3487 y de origen vegetal según norma ASTM D6871-3.

- Material de los devanados: Puede ser aluminio o cobre.
- Protecciones: Deben estar protegidos por cada fase con dos fusibles conectados en serie y coordinados entre sí. El primero debe de ser tipo “expulsión”, de doble elemento tipo “bayoneta” (dual sensing) de operación interna, reemplazable exteriormente por medio de pértiga. Y el segundo debe ser un fusible limitador de corriente “FLC” de arena plata de rango parcial.
- Construcción: Debe ser construido en su totalidad de acero inoxidable tipo AISI 304. Los compartimientos deben ser separados por una barrera de metal, de dos puertas y cumplir con lo estipulado en norma ANSI C.57.12.28.
- Compartimientos: Visto de frente, el compartimiento de media tensión debe estar al lado izquierdo y los de baja tensión al lado derecho. El compartimiento de media tensión sólo puede ser abierto, hasta que el compartimiento de baja tensión haya sido abierto. Bisagras, pines y demás componentes deber ser anticorrosivos equivalentes al tipo AISI 304. Se debe proveer medios para su bloqueo como candados y tornillo con cabeza pentagonal.
- Puertas: Deben de ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se esté trabajando en la unidad.
- Válvula de alivio de presión.
- Válvula de llenado de nitrógeno.
- Termómetro
- Indicador de nivel de aceite
- Llave de drenaje y toma de muestras de aceite.
- Conectores: Los conectores de media tensión deben de ser para 25 kV y operación bajo carga de 200 Amps.

- Placa de datos: Debe tener la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE C57.12.00 colocada en el compartimiento de baja tensión. Construida con acero inoxidable o aluminio resistente a la corrosión e indeleble. Los datos que deben aparecer en dicha placa son los siguientes :
 - Número de serie
 - Clase de ventilación
 - Número de fases
 - Frecuencia
 - Potencia
 - Rango de Tensiones
 - Incremento de temperatura en °C
 - Polaridad de las fases
 - Diagrama fasor del transformador
 - Impedancia de Cortocircuito
 - Masa aproximada en Kg.
 - Diagrama de conexiones
 - Nombre del fabricante
 - Instrucciones de referencia y operación
 - La palabra Transformador
 - Tipo de aislante líquido
 - Material del conductor del bobinado
 - No PCB
- Tanque: Debe ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformaciones y 105 kPa sin ruptura.
- El tanque y los compartimientos deben tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5.
- Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en ANSI /IEEE C.57.12.28

ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES.

El transformador debe ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto de un piso nivelado.

Debe ser instalado en áreas donde:

- La operación de codos, pararrayos, el seccionador de 4 posiciones y fusibles será mediante una pértiga.
- Espacio suficiente para la instalación y reemplazo mediante el uso de equipos como grúas o montacargas.

PRUEBAS

Las pruebas en fábrica deben ser hechas de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C.57.12.90 detalladas a continuación:

- Resistencia de los devanados
- Resistencia de aislamiento de los devanados
- Resistencia de aislamiento del núcleo
- Pruebas de relación en las derivaciones
- Pruebas de polaridad y relación de fases
- Pérdidas sin carga y excitación al 100% del voltaje nominal.
- Voltaje de impedancia y pérdidas con carga

Estas pruebas de rutina deben ser certificadas por cada unidad.

La garantía de estas unidades deberá ser de 12 meses de uso o 18 meses desde el día de su fabricación, lo que ocurra primero.

Los niveles de ruido permisibles serán de acuerdo a la tabla siguiente:

| POTENCIA (KVA) | NIVEL DE RUIDO PROMEDIO (dB) 25 kV |
|---------------------------|---|
| 75 | 51 |
| 150 | 55 |
| 225 | 55 |
| 300 | 55 |
| 500 | 56 |

Tabla 30 Potencia vs nivel de ruido en transformadores

Los transformadores dispondrán de elementos para su elevación que estén permanentemente instalados en la unidad.

TRANSFORMADOR SECO.

Se realizó un estudio de todas las cargas instaladas en la Universidad para determinar el nivel de voltaje secundario recomendable para su operación y se determinó que con el 120/208 V se cumple con todos los requerimientos, excepto en la bomba de la piscina olímpica, alimentada por la subestación # 1, cuyo nivel mínimo de voltaje de operación es **230 V**. por lo que se hace necesario la instalación de un único transformador seco cuyas características se describen a continuación:

- Capacidad: 112.5 KVA
- Número de Fases: 3
- Voltaje Primario: 120 / 208 Y
- Taps en el lado primario: 4 de variación de $\pm 2.5\%$ arriba y abajo del voltaje nominal
- Voltaje Secundario: 240 V Δ
- Material de los devanados: Cobre o aluminio.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Eficiencia : Alta Eficiencia del tipo TP1.

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros de distribución secundaria serán fabricados bajo la norma IEC 60439-1 con las características siguientes:

- Voltaje de operación: 120/208 V.
- Número de espacios: Los detallados en cuadros de carga
- Capacidad de barras: La detallada en cuadro de carga
- Capacidad de corriente de corto circuito: La detallada en cuadro de carga
- Número de fases: 3 fases + neutro + polarización clase 1
- Interruptor principal: En caja moldeada del tipo termomagnético (MCCB)
- Tipo de montaje del interruptor principal: Fijo
- Interruptores ramales: En caja moldeada del tipo termomagnético. (MCCB)
- Medición: Con medidores analizadores de redes para cada ramal
- Grado de protección: IP 55
- Material de las Barras: Cobre
- Material del Gabinete: Estructura en Chapa de Acero de 1mm de espesor.
Paneles Externos, en Chapa de acero de 2mm de espesor
Puertas. Chapa de acero de 2mm de espesor
- Placa de Montaje: Chapa Galvanizada
- Colores: Pintura Pulverizada RAL 7024 o RAL 7035
- Acceso: Con puerta transparente frontal, para la toma de lectura en los medidores, con bisagras que permitan un ángulo de apertura de 180°.

RAMALES

Los ramales para proteger todos los circuitos secundarios serán del tipo termomagnético en caja moldeada (MCCB) con la capacidad de corriente de corto circuito, corriente nominal y número de polos según lo detallado en los cuadros de carga. Serán fabricados bajo la Norma IEC 60947-2 con las características siguientes:

- Tensión de aislamiento U_i (V): 750
- Resistencia a onda de choque U_{imp} (kV): 8

- Tensión máxima de empleo U_e (VCA): 690
- Intensidad nominal de empleo $I_{th}=I_e$: 690
- Temperatura ambiente de operación. 40°C
- Corriente de Corto circuito : detallado en cuadros de carga
- Endurancia (maniobras de cierre y apertura): Mecánica = 20,000
Eléctrica = 4,000
- Disparadores: Con protección electrónica selectiva (ajuste en LT/ST)

MEDIDORES.

Serán del tipo analizadores de energía, trifásicos y monofásicos, para montaje en el panel frontal del tablero general, con dimensiones de 144 x 144 mm con las características siguientes:

- Clase 0,2 para energía y potencia
- Clase B medición de eventos de calidad de suministro
- Pantalla para monitorizar hasta 32 módulos de medida
- Medición de intensidad de neutro mediante transformador
- Opcionalmente posibilidad de tarifación en energía consumida y generada
- Comunicación RS485 Modbus /RTU y Ethernet RJ-45
- Pantalla gráfica VGA retroiluminada
- Muestra de parámetros eléctricos instantáneos, máximos y mínimos con fecha y hora
- Contador de energía consumida y generada hasta 100GWh
- Voltaje de alimentación: de 85 a 265 VCA
- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Consumo de alimentación: 3 VA
- Voltaje de medición: hasta 600 Volts.
- Frecuencia de medición: de 45 a 65 Hz
- Corriente de Medida : de 1 a 120% de I_n
- Temperatura de trabajo : -10 a 50 °C
- Humedad relativa : 5% a 95%

CONDUCTORES

Media Tensión.

Los conductores para media tensión deben de ser unipolares con el conductor de cobre, bloqueado contra penetración de humedad, material de aislamiento para 25 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre y su cubierta exterior se construirá en polietileno de alta densidad.

- Sección transversal del conductor : 33 mm^2 (#2 AWG)
- Material del conductor: Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo comprimido.
- Pantalla metálica (Neutro): Hilos de cobre
- Material aislante: Polietileno de cadena cruzada.
- Pantalla de bloqueo y de humedad: Longitudinal y transversal.
- Cubierta protectora exterior: Polietileno de alta densidad.
- Tipo de conductor: Monopolar.
- Temperaturas máximas: 90 °C en operación, 130°C sobrecarga y 250°C en cortocircuito.

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con la norma IEC 840.

Identificación: Los conductores llevarán a lo largo de toda su cubierta, una nota a intervalos máximos de 50 cm con letras en bajo relieve, que indiquen lo siguiente:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aislamiento
- Sección del conductor en mm^2
- Material del conductor (Cu)
- Tensión nominal (25 kV)
- Año de fabricación

PRUEBAS

- Pruebas de rutina: son las pruebas que deben hacerse sobre todos y cada uno de los componentes, longitud de cable o accesorio del tipo prefabricado, con el fin de verificar los requisitos especificados.
- Prueba sobre muestras: pruebas realizadas en muestras extraídas de cables o de accesorios que complementan a los ensayos de rutina en la determinación los requisitos especificados.
- Pruebas de tipo: pruebas llevadas a cabo sobre un prototipo completo de cable y accesorios con el fin de verificar satisfactoriamente las características antes de su comercialización una vez superadas, estas pruebas no necesitan ser repetidas a menos que no se realicen modificaciones sustanciales al sistema.
- Pruebas posteriores a la instalación: pruebas eléctricas realizadas en la instalación antes de su puesta en marcha con la única finalidad de verificar la correcta ejecución de las operaciones de tendido y de montaje.

El conductor a utilizar en toda la red primaria será el XLPE # 2.

BAJA TENSIÓN.

Se especifican y establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben de cumplir los cables de baja tensión. Las secciones transversales de los conductores serán de acuerdo con las características particulares detalladas en los cuadros de carga.

El conductor tiene que ser cobre suave, en cableado concéntrico en aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) y sobrecarga protectora de poliamida (Nylon). Las características son las siguientes:

- Normas a cumplir : NMX-J-10, UL-44, UL-854 e IEC 502
- Tensión máxima de operación : 600 Voltios

- Temperatura máxima del conductor: Ambiente mojado 75 °C.
Ambiente seco 90 °C
- Protección antinflama resistente a la propagación de incendios.
- Con sobrecapa de Nylon resistente al aceite, a la abrasión y a los agentes químicos

La alimentación para todos los ramales será en un extremo directamente conectado a los terminales de los interruptores en el tablero general y en el otro extremo se realizará un empalme en la caja de registro ubicada justo abajo del transformador o reemplazar. El proyecto debe realizarse de tal forma que no se utilice empalmes en lo largo de su trayecto, cuando estos sean necesarios, deberán dar continuidad y uniformidad en todas sus capas, totalmente herméticos, no permitiendo la penetración de humedad, polvos o contaminantes y debe ser resistente a ambientes corrosivos. Deben de cumplir con los requisitos que se establecen en la norma IEEE 404.

TRANSICIÓN AEREO – SUBTERRÁNEO.

Se contarán con dos acometidas, la de Agronomía y la de ANDA, en cada una de ellas habrá un poste para la transición aéreo-subterránea y los detalles se muestran en la figura TAS (Ver Anexo C)

Todo punto de transición debe utilizar lo siguiente:

- Pararrayos de uso pesado: serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayos de 27 kV. De acuerdo con la norma NEMA ANSI C 62.11
- Cortacircuitos: Voltaje nominal de operación de 24 kV, y un voltaje máximo de 38 kV. BIL 170 kV, capacidad interruptiva 12 kA. Capacidad nominal de 100 amperios operable bajo carga con cámaras de extinción de arco, distancia de fuga de 660 mm, bajo norma ANSI C 37.40
- Terminales resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes como lluvias ácidas, polvos abrasivos o minerales, con operación en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta el 100%. Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble, el aislamiento debe ser de hule siliconado, voltaje

nominal de de 35 kV, BIL 200 kV, para uso exterior, deberá contar con su respectivo soporte para montaje, resistente a la corrosión, bajo norma IEEE 48

- Puesta a tierra. En la base del poste se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media tensión, éste se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 mts de largo y 19 mm de diámetro, normativas UL/CSA interconectadas con conductor de cobre desnudo calibre mínimo 1/0 AWG. El valor de la puesta a tierra en este punto no será mayor a 10 ohmios. El tubo metálico para la protección de los cables de media tensión deberá de quedar aterrizado

Debe ser incluido todos los herrajes necesarios para el montaje de todos los accesorios. Una vez finalizada la instalación del cable en el tubo, este deberá sellarse con una mezcla de silicon para evitar que penetre el agua, polvo o animales.

RED DE POLARIZACIÓN

La red de Polarización se hará en base a la tabla 250-94 del NEC

| Grounding Electrode Conductor for AC Systems (From NEC Table 250-94) | | | |
|--|---|--|---|
| Size of Largest Service Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors | | Size of Grounding Electrode Conductor | |
| Copper | Aluminum or Copper Clad Aluminum | Copper | Aluminum or Copper Clad Aluminum |
| 2 or smaller | 1/0 or smaller | 8 | 6 |
| 1 or 1/0 | 2/0 or 3/0 | 6 | 4 |
| 2/0 or 3/0 | 4/0 or 250 kcmil | 4 | 2 |
| Over 3/0 to 350 kcmil | Over 250 kcmil to 500 kcmil | 2 | 1/0 |
| Over 350 kcmil to 600 kcmil | Over 500 kcmil to 900 kcmil | 1/0 | 3/0 |
| Over 600 kcmil to 1100 kcmil | Over 900 kcmil to 1750 kcmil | 2/0 | 4/0 |
| Over 1100 kcmil | Over 1750 kcmil | 3/0 | 250 kcmil |

Tabla 31 Red de Polarización NEC, Tabla 250-94

En los diagramas unifilares se detalla el calibre de conductor a utilizar para cada subestación.

RED DE PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra son componentes importantes de los sistemas eléctricos, puesto que deben permitir la conducción hacia el suelo de cargas eléctricas no deseadas, originadas por las fallas en los equipos del sistema eléctrico y las producidas por las descargas atmosféricas. Deben poseer una capacidad de dispersión sin que se presenten potenciales peligrosos en la superficie del suelo que puedan dañar los equipos eléctricos y poner en riesgo la seguridad de las personas.

Por razones de seguridad en sistemas subterráneos las pantallas metálicas de los conductores deben estar siempre puestas a tierra al menos en un punto con el objeto de limitar las tensiones inducidas. Parte importante en el proceso de limitar las tensiones inducidas lo constituye la resistencia de puesta a tierra, cuyos valores no deben exceder de 5Ω en épocas de lluvia y de 10Ω en temporada seca.

El valor de resistividad del terreno debe obtenerse con base en mediciones, las cuales se recomienda realizarlas en época seca, el campus universitario ya cuenta con redes de puesta a tierra, por lo que utilizaremos los estudios realizados anteriormente en los cuales para obtener los valores de resistencia indicados y esto se ha logrado con 4 barras cooperweld de 5/8 plg. de diámetro por 10 pies de largo, enterradas formando un cuadrado, interconectadas entre ellas por medio de un cable desnudo de cobre de sección mínima de acuerdo a la tabla 250-94 , con una separación mínima igual a lo largo de la barra.

EMPALMES EN CONDUCTORES.

Tanto en baja como en media tensión, se evitaren empalmes entre registros, únicamente se permitirán los empalmes en las cajas de registro con derivaciones o para conectarse a las cargas existentes.

Baja Tensión:

En los pozos de registro que están justo debajo de las subestaciones a reemplazar, se utilizarán conectores múltiples aislados para 600 voltios.



Figura 10 Tipos de terminales de conexión para 600 voltios.

Media tensión:

Para media tensión solamente se permitirán empalmes en los pozos en los cuales exista puntos de derivación y para ello se utilizará un conector tipo múltiple para media tensión, 600 A / 200 A.



Figura 11 Conectores para media tensión.

DISTRIBUCIÓN DE RED ELÉCTRICA SECUNDARIA

Los diagrama de ubicación de transformadores, cuadros de carga y diagramas unifilares se encuentra anexados en los planos (E1, E2, E3, E4)

DISTRIBUCIÓN DE RED ELÉCTRICA PRIMARIA

El plano para la distribución se encuentra en los planos.

CAPÍTULO V

5. CALCULO DE CABLES, CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE TIERRA

En éste capítulo se hace referencia al cálculo de: los cables para MT y BT, la corriente de cortocircuito para dimensionar las protecciones y el estudio de la resistividad del suelo donde estarán ubicados los transformadores.

5.1 CABLES

5.1.1 Generalidades

Los cables en MT y BT serán unipolares tal como se detalla en especificaciones técnicas. En la figura 18 se muestra un tipo de cable XLPE unipolar para MT.

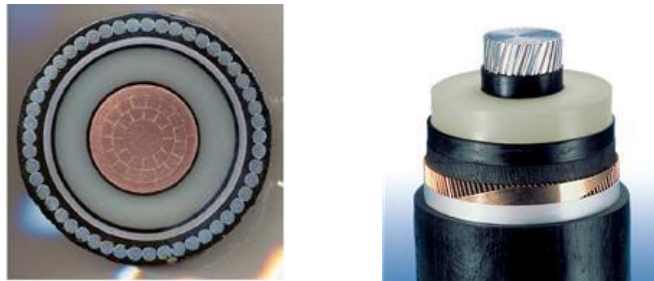


Figura 12 Forma de cables tipo XLPE

Ventajas tipo XLPE:

- ✓ No precisan mantenimiento
- ✓ Escasas pérdidas de eléctricas
- ✓ No producen daños que alteren de gran manera el medio ambiente.
- ✓ Ausencia de impacto visual: los cables subterráneos no son vistos usualmente.
- ✓ Invulnerables a las condiciones meteorológicas
- ✓ Constituyen la solución para zonas densamente pobladas.

5.1.2 Cálculo del diámetro del conductor

Para el cálculo del calibre del conductor debe de cumplir necesariamente dos condiciones: Debe ser capaz de transportar la corriente demandada por la carga y que garantice una caída mínima de voltaje de 6 voltios para BT; 120, 208 V.

Primero: De acuerdo al NEC en la sección 240-3 el conductor se debe dimensionar al 125% de la corriente nominal.

Para efectos de cálculo se mostrará un ejemplo para una capacidad de **50 KVA**

| | | |
|---------------------------------------|---|-----------|
| Potencia | = | 50 KVA |
| Tipo de alimentación | = | Trifásica |
| Voltaje línea – línea | = | 0.208 kV |
| Corriente de línea | = | 138.79 A. |
| Factor de multiplicación de corriente | = | 125% |
| Corriente de diseño | = | 173.49 A. |
| Protección termomagnético | = | 175 A/3P |
| Conductor a utilizar (THHN) | = | 2/0 |
| Corriente nominal del cable | = | 195 A |
| Conductores por fase | = | 1 |
| Corriente total de cables | = | 195 A |
| % de carga en el cable | = | 89 % |
| % de reserva | = | 11% |

Es de notar que en el cálculo anterior, el conductor soporta una corriente mayor a la de la protección.

Segundo: Posteriormente se debe realizar cálculos para caída de voltaje de acuerdo a las fórmulas siguientes:

Para Cargas Monofásicas**Para Cargas Trifásicas**

$$S = \frac{2 * \rho * L * I * \text{Cos}\varphi}{\Delta V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \text{Cos}\varphi}{\Delta V}$$

Donde:

- S: Sección transversal del conductor (mm²)
- ρ : Resistividad del conductor (Cu=0.01786)
- L: Distancia del conductor (m)
- I: Corriente nominal
- Cos(φ) Factor de potencia (1)
- ΔV : Caída de tensión (6 voltios)

Continuando con el ejemplo de los 50 kVA, asumiendo una longitud de 100 m, se obtiene una sección transversal de 71.55 mm² esto implica que se tiene un conductor de calibre # 3/0.

La sección a utilizar será la mayor de los dos cálculos anteriores en este caso en particular # 3/0.

5.2 CORTOCIRCUITO

5.2.1 Generalidades

Para el dimensionamiento de protecciones, conductores o tableros principales de una red eléctrica, uno de los parámetros de mayor importancia a determinar es el nivel de la corriente de cortocircuito que se estaría presentando en distintos puntos del sistema.

5.2.2 Amplitud de la Corriente de Cortocircuito

La amplitud de la corriente de cortocircuito depende fundamentalmente del momento en que ocurra la falla, de la duración, de la ubicación y la topología de la falla.

5.2.3 Cálculo de corriente de corto circuito

Utilizaremos el método por unidad.

De los datos que necesitamos es la potencia de corto circuito de la distribuidora, los datos proporcionados por ellos se detallan en la tabla siguiente :

| Acometida | Pot. 3F en MVA |
|--------------------|----------------|
| Derecho | 207.44 |
| Agronomía | 168.40 |
| Humanidades | 206.60 |
| Complejo Deportivo | 217.87 |

Tabla 32 Potencia de cortocircuito por acometida

Para efectos de cálculo, la corriente de corto circuito será mayor, cuanto mayor sea la potencia de corto circuito de la distribuidora, por lo que tomaremos el dato del complejo deportivo 217.87 MVA

El punto en donde se tendrá la mayor corriente de corto circuito es en los terminales secundarios del transformador

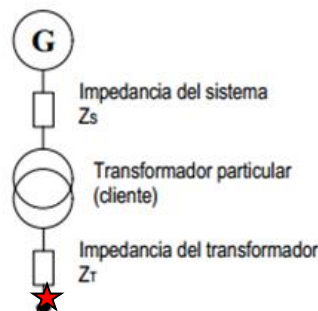


Figura 13 Unifilar Secundario

Los otros datos que necesitamos son %X (Reactancia) y %R (Resistencia) del transformador. Estos datos se desconocen, por lo que nos apoyamos de la tabla siguiente

| Three-phase Padmount Distribution Transformers | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-----|------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| TABLE 6 - Estimated Secondary Short-circuit Currents for GE Three-phase Padmount Distribution Transformer Single-voltage Primary | | | | | | | | |
| Available Primary 3-phase Short-circuit mVA | Secondary Voltage Rating | | Transformer kVA Rating | | | | | |
| | | | 75 | 112.5 | 150 | 225 | 300 | 500 |
| | Transformer Impedance - % | | | | | | | |
| | (1) 480Y/277 V | %IR | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.2 |
| | | %IX | 2 | 3.5 | 3.8 | 3.7 | 4.5 | 4.2 |
| | (2) 208 Y / 120 V | %IR | 1.8 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.2 |
| | | %IX | 2.2 | 3.5 | 4 | 3.8 | 4.4 | 4.7 |

Tabla 33 Estimado de Cortocircuito Secundario ¹

Como ejemplo utilizaremos una potencia base de 500 KVA y calcularemos la corriente de corto circuito para un transformador de 300 KVA

$$X_{fuente} = \frac{500 \text{ kVA}}{217,870 \text{ kVA}} = 0.002295 \text{ pu} \quad X_{transformador} = \frac{0.044 * 500 \text{ kVA}}{300 \text{ kVA}} = 0.0733 \text{ pu}$$

$$X = X_{fuente} + X_{transformador} = 0.07563 \text{ pu}$$

$$R_{trans} = \frac{0.014 * 500 \text{ kVA}}{300 \text{ kVA}} = 0.0233 \text{ pu} \quad Z = \sqrt{X^2 + R^2} = 0.0792 \text{ pu}$$

$$ISC = \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} * \text{kV}_{\text{sec}} * Z_{\text{pu}}} = \frac{500}{\sqrt{3} * 0.208 * 0.0792} = 17,535.5 \text{ A} = 17.5 \text{ KAIC}$$

Niveles estándares existentes en el mercado de fabricantes de protecciones es de 22 KAIC y ese será nuestro nivel de falla para protecciones alimentadas con transformadores de 300 KVA.

¹ GE Short Circuit Calculator, 1989, GET-3550F 0489 BLC, Three-phase Padmount Distribution Transformers

En la tabla siguiente se muestra un resumen de la corriente de corto circuito para el resto de transformadores:

Existen programas que facilitan la labor de cálculo de corriente de cortocircuito, en los cuales los métodos utilizados y los resultados obtenidos son generalmente aceptados, con la diferencia que el software utiliza bus infinito, por lo que el dato es mayor.

Utilizando uno de ellos, la información obtenida fue la siguiente:

Figura 14 Simulación para transformador de 300 KVA¹

| MVA de corto circuito | Potencia Transformador kVA | Tensión Secundaria kV | Corriente de Corto circuito (A) | Corriente de Corto circuito (Software) |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|--|
| 217870 | 500 | 0.208 | 27355.4 | 28648 |
| 217870 | 300 | 0.208 | 17535.5 | 18662 |
| 217870 | 225 | 0.208 | 14935.5 | 15325 |
| 217870 | 150 | 0.208 | 9523.01 | 9671 |
| 217870 | 112.5 | 0.208 | 7842.6 | 7935 |

Tabla 34 Corriente de cortocircuito

5.3 RED DE TIERRA

5.3.1 Generalidades

Conocer la resistividad del suelo es necesario para determinar el diseño de conexión a tierra. Se utilizan varios procedimientos para determinar la resistividad de los terrenos, el más usado es el de los cuatro puntos, el cual se realiza con un equipo de medición (Megger) como se muestra en la figura

¹ Software Instaplan GE

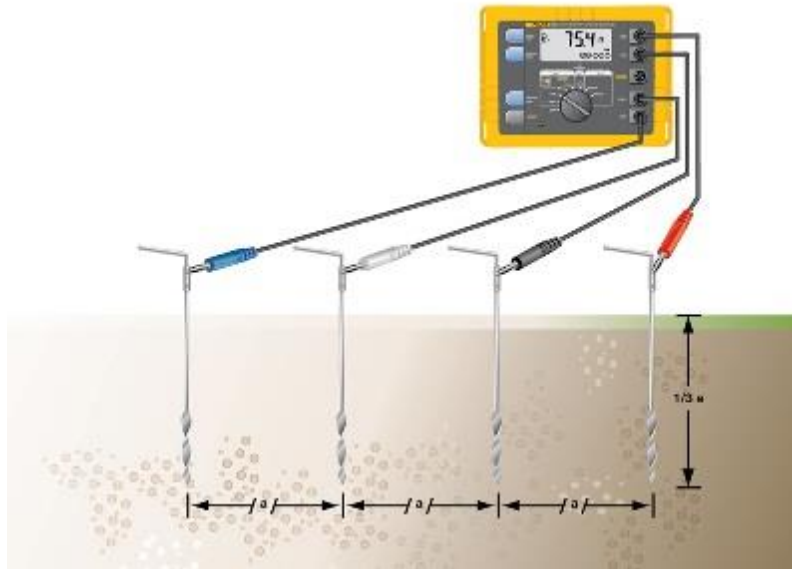


Figura 15 Funcionamiento MEGGER

Con este procedimiento se encuentra la resistencia del terreno y se realizaron mediciones en diferentes lugares del campus universitario. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla

| TRANSFORMADOR | A (m) | B (m) | R |
|--------------------|-------|-------|------|
| Odontología | 1 | 0.05 | 6.96 |
| Química y Farmacia | 2 | 0.3 | 3.26 |
| Agronomía | 2 | 0.3 | 2.71 |
| Industrial | 2 | 0.3 | 4.06 |
| Biblioteca | 2 | 0.3 | 4.06 |
| Comedor | 2 | 0.3 | 4.19 |
| Administración | 2 | 0.3 | 3.25 |
| Economía | 2 | 0.3 | 2.30 |
| Jurisprudencia | 2 | 0.3 | 1.89 |
| Medicina | 2 | 0.3 | 2.30 |
| Imprenta | 2 | 0.3 | 2.30 |
| Censalud | 2 | 0.3 | 1.76 |
| Complejo | 2 | 0.3 | 4.06 |

Tabla 35 Resistencia medida

Con el dato de resistencia, se utilizó el método de Wenner para encontrar la resistividad aparente, que está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{4\pi * A * R}{\left[1 + \frac{2*A}{(A^2+4*B^2)^{0.5}}\right] - \frac{2*A}{(4*A^2+4*B^2)^{0.5}}}$$

ρ : Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m

A: Distancia entre electrodos en metros

B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros

R: Lectura del terrómetro en ohms.

Si la distancia enterrada B es menor que la de separación entre electrodos A, es decir $A > 20B$, la fórmula anterior se puede simplificar a:

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

La resistividad obtenida como resultado de las ecuaciones se presenta en la siguiente tabla 36

| TRANSFORMADOR | A (m) | B (m) | R (Ω) | ρ (Ω -m) | ρ [A >20B] |
|--------------------|-------|-------|----------------|-----------------------|-----------------|
| Odontología | 1 | 0.05 | 6.96 | 43.92 | 43.73 |
| Química y Farmacia | 2 | 0.1 | 3.26 | 41.14 | 40.97 |
| Agronomía | 2 | 0.3 | 2.71 | 35.30 | 34.00 |
| Industrial | 2 | 0.3 | 4.06 | 52.95 | 51.01 |
| Biblioteca | 2 | 0.3 | 4.06 | 52.95 | 51.01 |
| Comedor | 2 | 0.3 | 4.19 | 54.71 | 52.71 |
| Administración | 2 | 0.3 | 3.25 | 42.36 | 40.81 |
| Economía | 2 | 0.3 | 2.30 | 30.00 | 28.90 |
| Jurisprudencia | 2 | 0.3 | 1.89 | 24.71 | 23.80 |
| Medicina | 2 | 0.3 | 2.30 | 30.00 | 28.90 |
| Imprenta | 2 | 0.3 | 2.30 | 30.00 | 28.90 |
| Censalud | 2 | 0.3 | 1.76 | 22.94 | 22.10 |
| Complejo | 2 | 0.3 | 4.06 | 52.95 | 51.01 |

Tabla 36 Valores de resistividad

Con los datos de resistividad se procede al cálculo de la resistencia a tierra (R) por contacto de una barra, aplicando el método de Dwight¹ mediante la fórmula siguiente:

¹ H. B. Dwight "Calculation of Resistances to Ground" vol 55

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

Donde:

R: Resistencia a tierra [Ω]

ρ : Resistividad del suelo [Ω -m]

L: Largo de barra [m]

r: Radio de barra [m]

Para el cálculo de la resistencia de barras en paralelo (n barras) se utiliza la siguiente fórmula:

$$Rn = \frac{R}{n} [2 - e^{-0.17(n-1)}]$$

Donde:

Rn: Resistencia neta [Ω]

R: Resistencia a tierra [Ω]

n: Cantidad de barras

Las barras a utilizar son de 5/8"x10' (0.00794m x 3.048m). Se requiere que la resistencia neta sea menor o igual a 5 Ω . Al introducir los valores en las fórmulas se obtienen el número de barras a utilizar en las diferentes zonas. Los resultados se muestran en la tabla 37.

| LUGAR O ZONA | ρ | R | n | Rn |
|--------------------|--------|-------|---|------|
| Odontología | 43.92 | 14.53 | 4 | 5.08 |
| Química y farmacia | 41.14 | 13.61 | 4 | 4.76 |
| Agronomía | 35.30 | 11.68 | 4 | 4.09 |
| Industrial | 52.95 | 17.52 | 6 | 4.59 |
| Biblioteca | 52.95 | 17.52 | 6 | 4.59 |
| Comedor | 54.71 | 18.10 | 6 | 4.74 |
| Administración | 42.36 | 14.02 | 4 | 4.90 |
| Economía | 30.00 | 9.93 | 3 | 4.26 |
| Jurisprudencia | 24.71 | 8.18 | 2 | 4.73 |
| Medicina | 30.00 | 9.93 | 3 | 4.26 |
| Imprenta | 30.00 | 9.93 | 3 | 4.26 |
| Censalud | 22.94 | 7.59 | 2 | 4.39 |
| Complejo | 52.95 | 17.52 | 6 | 4.59 |

Tabla 37 Cantidad de barras de red de tierra

CAPÍTULO VI

6. DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES Y RED ELÉCTRICA SECUNDARIA.

En el capítulo se establece los detalles de construcción en la red de distribución secundaria: canalización, cajas de registro las bases de concreto para la instalación de equipo, la señalización en el sitio y la ubicación óptima de los transformadores de pedestal. Se realizan cuadros de carga para cada subestación así como también el diagrama unifilar correspondiente.

6.1 CANALIZACIÓN BT

La canalización en baja tensión debe cumplir con lo siguiente:

- a. La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en la figura CBT (Ver ANEXO C).

- a. Para la red secundaria, se instalarán ductos de PVC DB 120, cuyo número y diámetro será de acuerdo al calibre y al número de conductores, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto.

- b. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "PELIGRO – ALTO VOLTAJE " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 30 centímetros de la superficie.

- c. Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa de concreto de 10 centímetros de espesor, previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.

- d. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- e. Las canalizaciones deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 70 centímetros de profundidad y 45 centímetros de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 5 centímetros entre ducto y ducto.
- f. El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- g. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

6.2 CAJAS DE REGISTRO BT

Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente:

- a. El diseño de las cajas de registro será realizado por el profesional responsable de la obra civil, según la Figura PRBT (Ver ANEXO C)
- b. La distancia máxima permitida de conductor secundario será de 100 metros. El uso de distancias mayores se permite siempre que quede demostrado en la memoria de cálculo que se cumple con los requisitos de caída de tensión y tensión de jalado.
- c. Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- d. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.

- e. El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- h. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- f. El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 10 centímetros.
- g. Las paredes serán de concreto colado.
- h. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.



Figura 16 Zanja, canalización y pozos de registros

- i. En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar grava número dos.
- j. Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto diseñadas por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.

- k. Las tapas deben ser de hierro corrugado con superficie antideslizante, se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- l. El borde superior a la caja de registro deberá estar a 5 cm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior
- m. Deben contar con bisagras rectangulares, para abrir de un lado, el sistema de seguridad es mediante una aldaba para luego instalarse un candado o un sello especial por parte de la Universidad de El Salvador. Deberán cubrir la totalidad de la caja.
- n. Donde se reemplace un transformador deberá construir una caja de registro en donde se empalmen las conexiones.

6.3 BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS

- III. Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, diseñada por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes, cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm. Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- IV. Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal según

“Canalización en MT” en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próxima.

6.4 SEÑALIZACIÓN EN SITIO

- III. La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.

- IV. Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con amarres plásticos y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura. En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa.

6.5 UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES

6.5.1 TRANSFORMADOR # 1

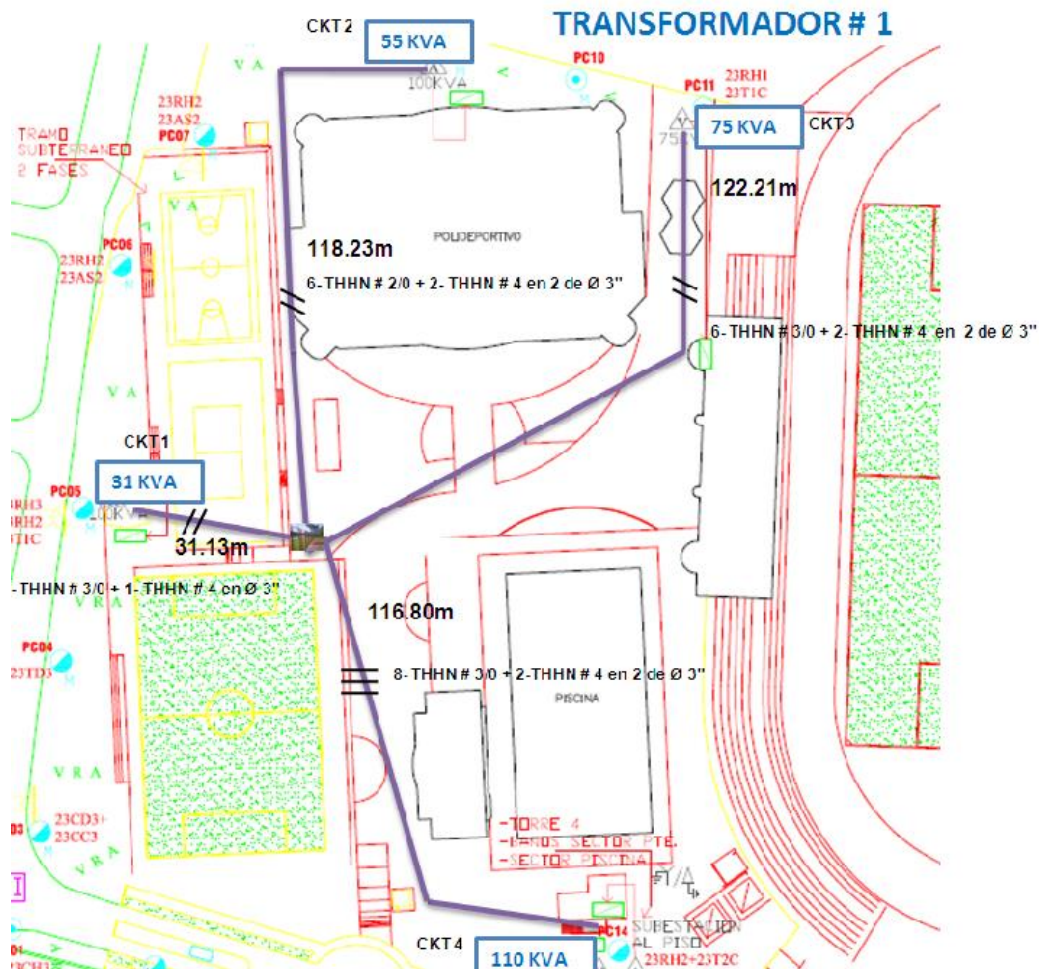


Diagrama 1 Distribución de transformador #1

Ubicación: zona norte de la piscina del polideportivo.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 300 kVA

Potencia demandada: 296 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 17 Ubicación geográfica transformador 1

| CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 1 | | | | | | | | |
|--|------------------|----|--------------|---------|----------|--------------------------|--------------|--|
| CKT | DESCRIPCION | | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCIÓN | LONGITUD (M) | CONDUCTORES |
| 1 | Canchas Voleibol | 1Ø | 31 | 120/208 | 149.03 | 200A/2 Polos | 31.13 | 3- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3" |
| 2 | Gimnasio | 1Ø | 55 | 120/208 | 264.40 | 350A/2 Polos | 118.23 | 6- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3" |
| 3 | Estadio | 1Ø | 75 | 120/208 | 360.58 | 450A/2 Polos | 122.21 | 6- THHN # 3/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3" |
| 4 | Piscina | 3Ø | 110 | 120/208 | 305.34 | 400A/3 Polos | 116.8 | 8- THHN # 3/0 + 2-THHN # 4 en 2 de Ø 3" |
| 5 | Futuro | 3Ø | 25 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | | 296 | | 1,148.75 | Transformador de 300 KVA | | |

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1200 Amperios, Interruptor principal de 1000 A. 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores: 16 - THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 38 Cuadro de carga de transformador pedestal # 1.

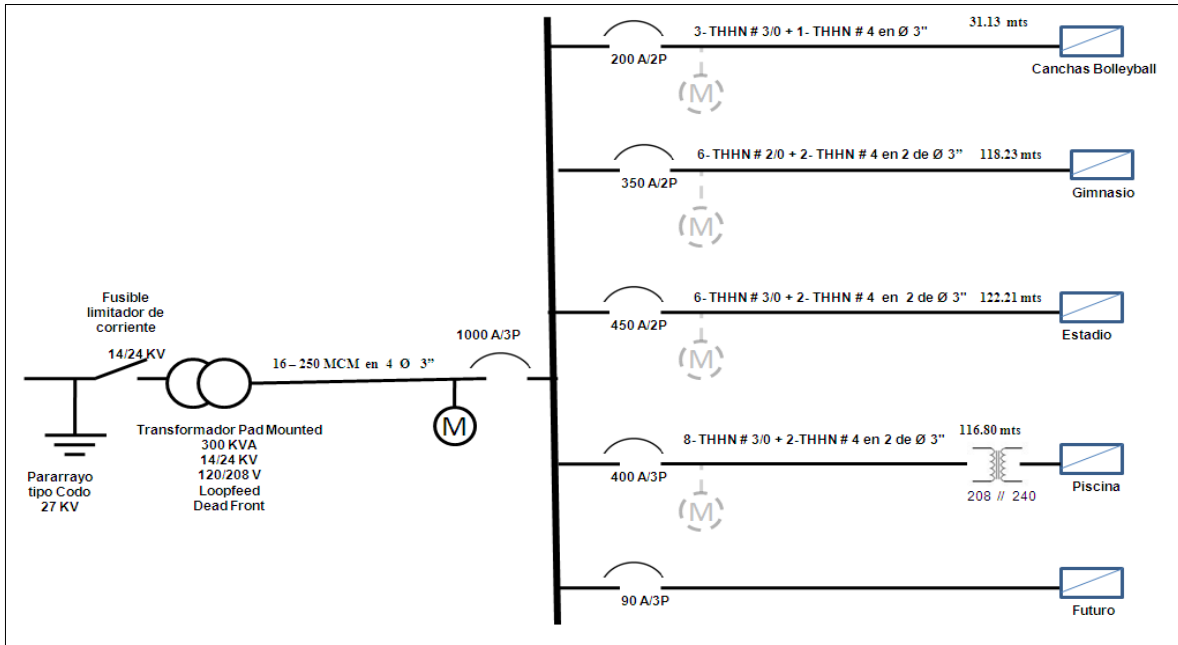


Diagrama 2 Diagrama Unifilar Transformador # 1

6.5.2 TRANSFORMADOR # 6

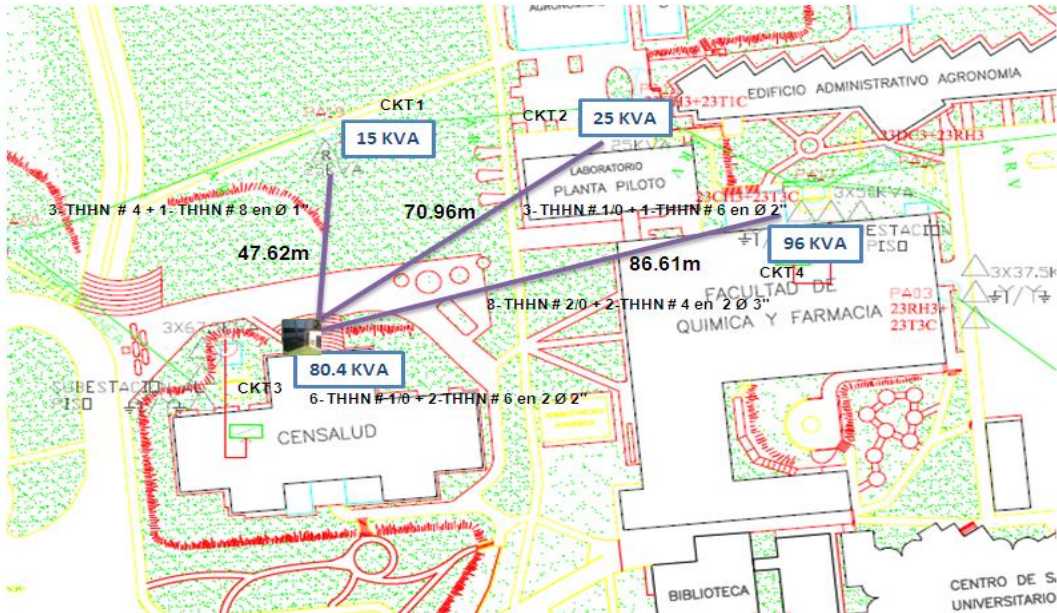


Diagrama 3 Distribución eléctrica para transformador 6

Ubicación: costado sur del edificio de bienestar universitario.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 300 kVA

Potencia demandada: 264 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 18 Ubicación geográfica de transformador 6

| CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 6 | | | | | | | | |
|--|--------------------|-----|--------------|---------|----------|--------------------------|------------------|--------------------------------------|
| CKT # | DESCRIPCION | | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD MTS (L) | CONDUCTORES |
| 1 | Luces Calle | 1 Ø | 15 | 120/208 | 72.12 | 90A/2 Polos | 47.62 | 3- THHN # 4 + 1- THHN # 8 en Ø 1" |
| 2 | Lab. Planta Piloto | 1 Ø | 25 | 120/208 | 120.19 | 150A/2 Polos | 70.96 | 3- THHN # 1/0 + 1-THHN # 6 en Ø 2" |
| 3 | Censalud | 3 Ø | 80.4 | 120/208 | 223.17 | 300A/3 Polos | 5 | 6- THHN # 1/0 + 2-THHN # 6 en 2 Ø 2" |
| 4 | Química y Farmacia | 3 Ø | 96 | 120/208 | 266.48 | 350A/3 Polos | 86.61 | 8- THHN # 2/0 + 2-THHN # 4 en 2 Ø 3" |
| 5 | Futuro | 3 Ø | 25 | 120/208 | 69.4 | | ----- | ----- |
| 6 | Futuro | 3 Ø | 25 | 120/208 | 69.4 | | ----- | ----- |
| TOTALES | | | 266.4 | | 820.76 | Transformador de 300 KVA | | |

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1000 Amperios, Interruptor principal de 800 amps. 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores : 16 - THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 39 Cuadro de carga para transformador # 6

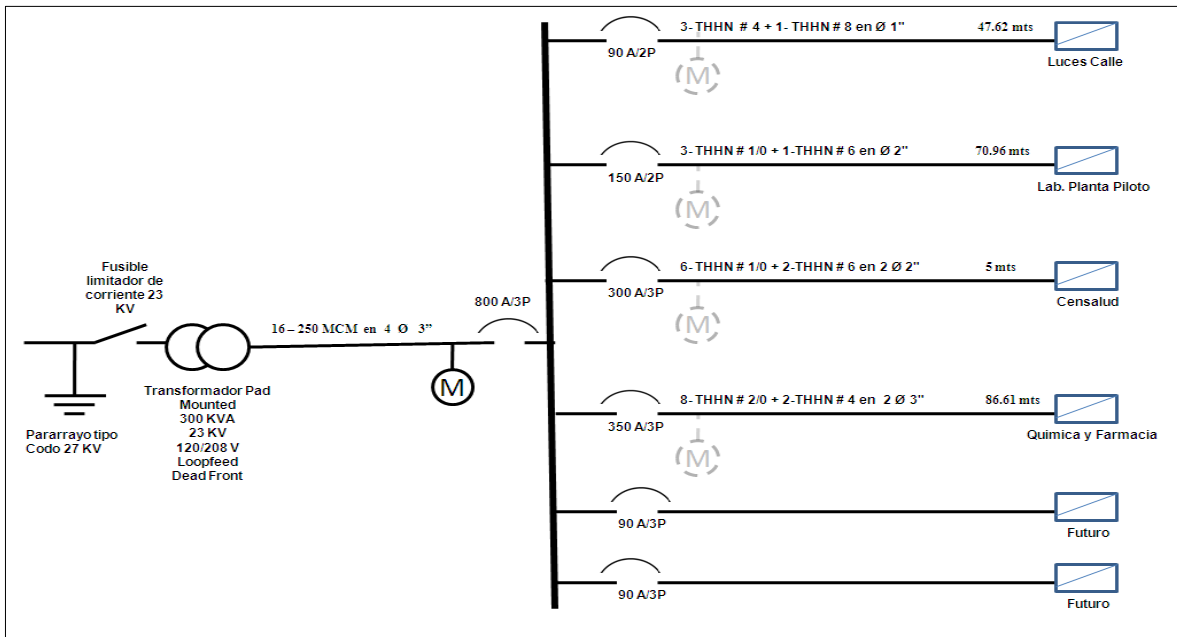


Diagrama 4 Diagrama unifilar transformador # 6.

6.5.3 TRANSFORMADOR # 11

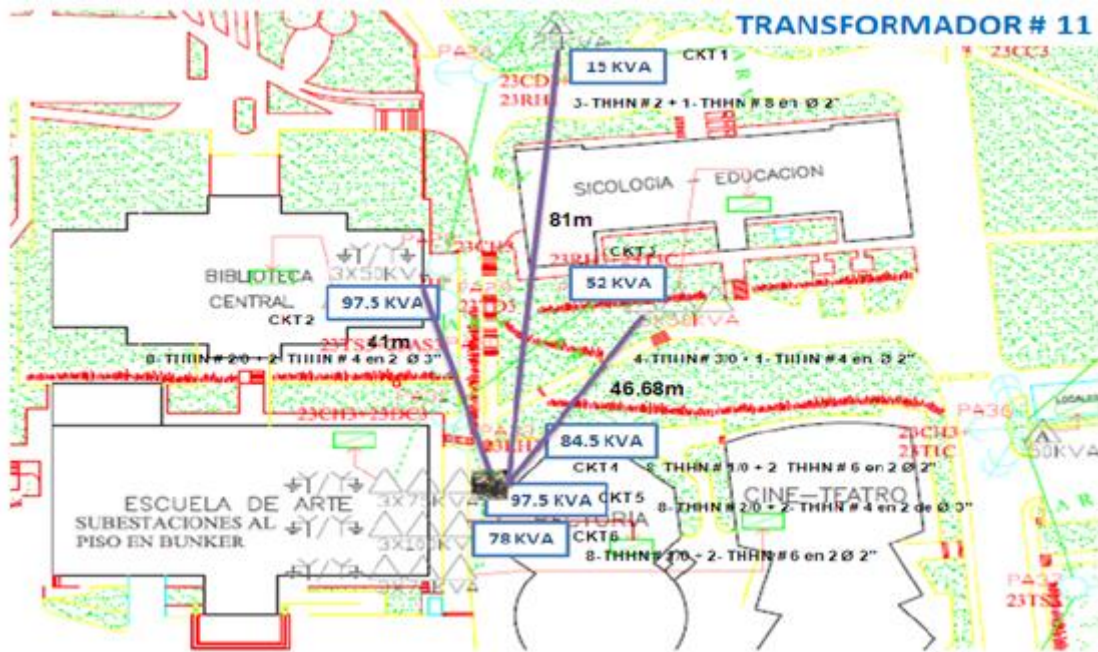


Diagrama 5 Distribución eléctrica para transformador 11

Ubicación: zona norte atrás de cine teatro.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 500 kVA

Potencia demandada: 474.5 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 19 Ubicación geográfica de transformador 11

| CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 11 | | | | | | | | |
|---|-------------|----|-----------------|---------|----------|--------------------------|-----------------|--|
| CKT | DESCRIPCION | | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS(I) | PROTECCIÓN | LONGITUD (M) | CONDUCTORES |
| 1 | Luces Calle | 1Ø | 15 | 120/208 | 72.12 | 100A/2 Polos | 81 | 3- THHN # 2 + 1- THHN # 8 en Ø 2" |
| 2 | Biblioteca | 3Ø | 97.5 | 120/208 | 270.64 | 350A/3 Polos | 41 | 8- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 Ø 3" |
| 3 | Psicología | 3Ø | 52 | 120/208 | 144.34 | 200A/3 Polos | 46.68 | 4- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 2" |
| 4 | Arte 1 | 3Ø | 84.5 | 120/208 | 234.56 | 300A/3 Polos | 5 | 8- THHN # 1/0 + 2- THHN # 6 en 2 Ø 2" |
| 5 | Arte 2 | 3Ø | 97.5 | 120/208 | 270.64 | 350A/3 Polos | 5 | 8- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3" |
| 6 | Arte 3 | 3Ø | 78 | 120/208 | 216.51 | 300A/3 Polos | 5 | 8- THHN # 1/0 + 2- THHN # 6 en 2 Ø 2" |
| 7 | Futuro | 3Ø | 25 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | ----- | ----- |
| 8 | Futuro | 3Ø | 25 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | ----- | ----- |
| TOTALES | | | 474.5 | | 1,347.61 | Transformador de 500 KVA | | |

Switchboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1600 Amperios, Interruptor principal de 1300A 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 35 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 6 medidores digitales de 144 x 144 mm. Alimentadores: 24 - THHN 300 MCM (6 POR FASE + 6 NEUTRO) EN 6 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 40 Cuadro de carga para transformador # 11

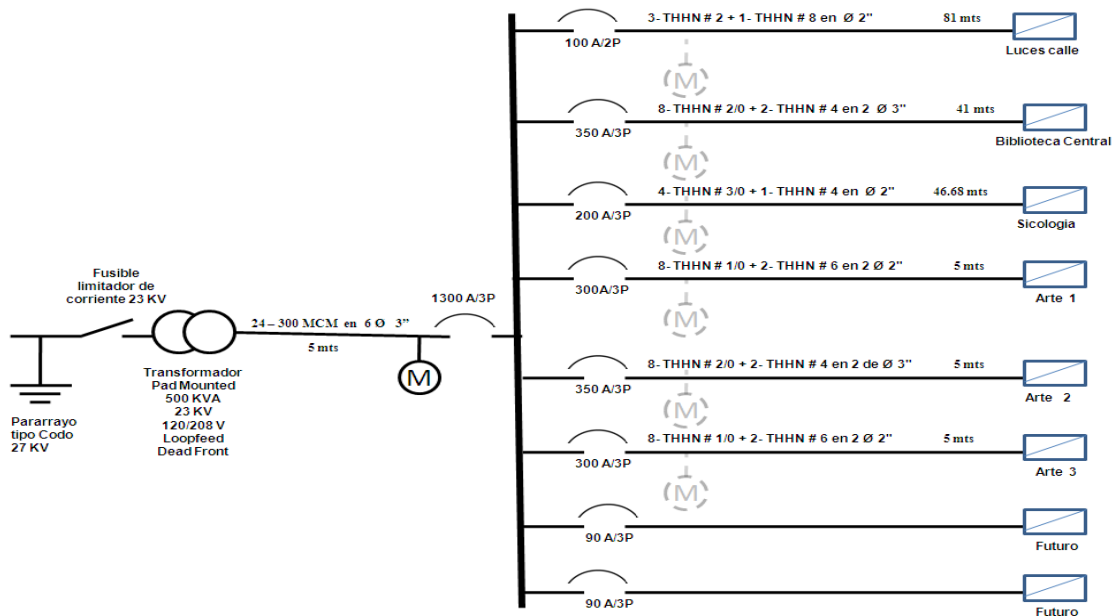


Diagrama 6 Diagrama unifilar transformador # 11.

6.5.4 TRANSFORMADOR # 14

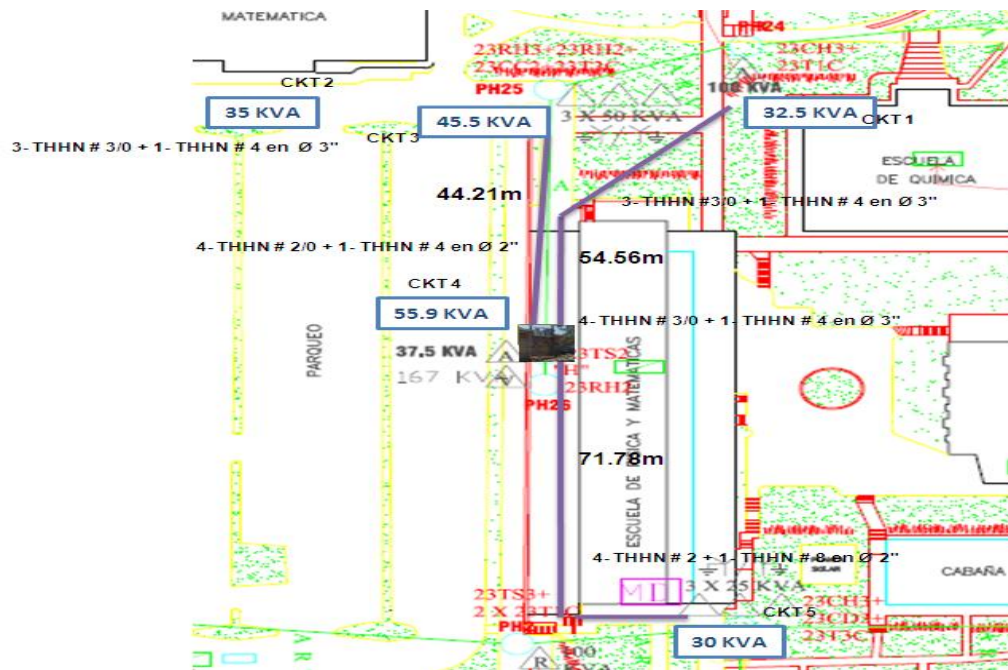


Diagrama 7 Distribución eléctrica para transformador 14

Ubicación: Escuela de Física y Matemáticas.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 225 kVA

Potencia demandada: 224 kVA

Tensión secundaria: 120, 208 V



Figura 20 Ubicación geográfica de transformador 14

| CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 14 | | | | | | | | |
|---|---------------|-----|--------------|---------|----------|--------------------------|-------|-------------------------------------|
| CKT # | DESCRIPCION | | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | L (m) | CONDUCTORES |
| 1 | Quimica | 1 Ø | 32.5 | 120/208 | 156.25 | 200A/2 Polos | 54.56 | 3- THHN #3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3" |
| 2 | Nva Construc. | 1 Ø | 35 | 120/208 | 168.27 | 225A/2 Polos | 70 | 3- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3" |
| 3 | Matematica | 3 Ø | 45.5 | 120/208 | 126.3 | 175A/3 Polos | 44.21 | 4- THHN # 2/0 + 1- THHN # 4 en Ø 2" |
| 4 | Fisica | 3 Ø | 55.9 | 120/208 | 155.17 | 200A/3 Polos | 5 | 4- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3" |
| 5 | Cabañas | 3 Ø | 30 | 120/208 | 83.27 | 125A/3 Polos | 71.78 | 4- THHN # 2 + 1- THHN # 8 en Ø 2" |
| 6 | Futuro | 3 Ø | 25 | 120/208 | 69.4 | | | |
| TOTALES | | | 223.9 | | 758.66 | Transformador de 225 KVA | | |

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 700 amps. 3 Polos. 1 Medidor de 144 x 144 mm a la entrada de cables. 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 5 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores : 12 THHN DE 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 41 Cuadro de carga para transformador # 14

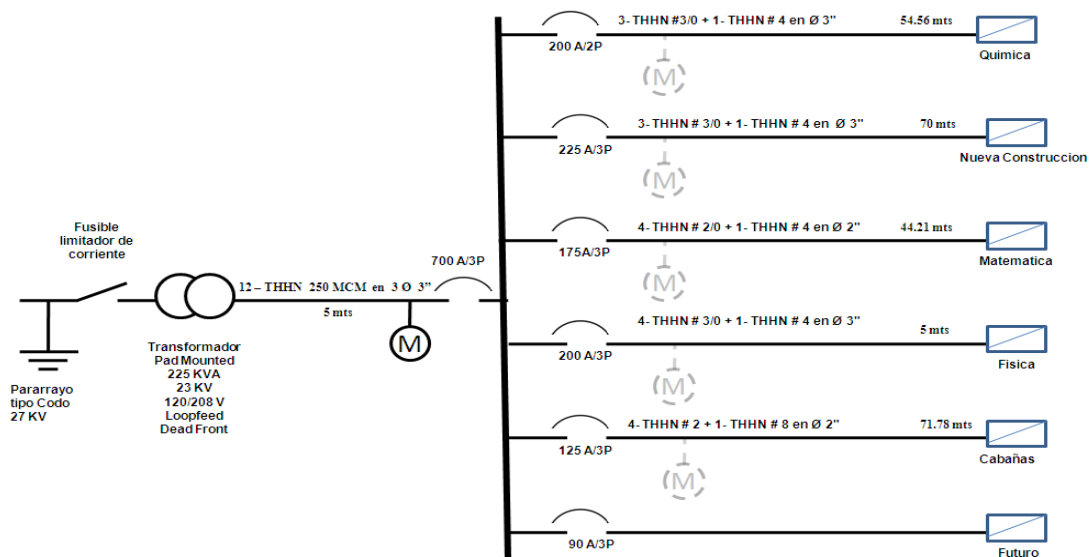


Diagrama 8 Diagrama unifilar para transformador # 14.

6.6 CARGA TOTAL A INSTALAR

A continuación se muestra el total de transformadores a instalar:

| CANTIDAD DE TRANSFORMADORES | CAPACIDAD KVA |
|-------------------------------|---------------|
| 1 | 112.5 |
| 4 | 150 |
| 6 | 225 |
| 6 | 300 |
| 1 | 500 |
| CARGA TOTAL A INSTALAR | 4362.5 |

Tabla 42 Carga total a instalar

CAPÍTULO VII

7. DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA

En éste capítulo se establecen los criterios de elaboración de la red de distribución eléctrica primaria, la cual incluye: el diseño, la transición aérea subterránea, canalización de media tensión y las cajas de registro.

7.1 DISEÑO EN ANILLO



Diagrama 9 Diseño red eléctrica en anillo

7.2 CRITERIO DE DISEÑO

Como se puede observar en el diagrama 9, el diseño en anillo o bucle cerrado, consiste en hacer un rodeo en el campus universitario, con la finalidad de que toda la instalación esté interconectada, de esta forma al haber alguna falla en uno de los dos circuitos de la red distribuidora, la red eléctrica de la ciudad universitaria no quede sin servicio eléctrico.

La red será alimentada únicamente por dos acometidas, que permitirá tener opción de conmutación, logrando reducir el número de acometidas con el cual cuenta la universidad actualmente. Algunos transformadores carecerán de un diseño en anillo, debido a estar separados del recorrido, motivo por el cual se harán ramales que alimentaran dichos transformadores. En el plano se puede observar cuales transformadores estarán fuera del anillo, pero por ser separados del diseño no presentarán falla alguna al sistema.

La conexión en anillo se hará posible mediante la utilización de un seccionador de cuatro posiciones, los cuales irán montados en los transformadores Pad Mounted, así como se muestra en la figura 19



Figura 21 Frente muerto transformador

La manera de utilización del seccionador es la mostrada en la figura 20

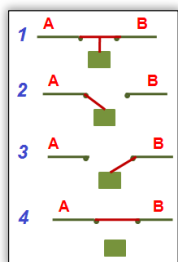


Figura 22 Seccionador de cuatro posiciones

Se pueden observar las cuatro posiciones que permite el seccionador que se muestra en la figura anterior. Las letras A y B corresponden a las dos acometidas, las cuales se alimentarán la red eléctrica.

➤ Posición 1

Es la posición básica que se implementara en el diseño en anillo, la cual permite que la línea de energía llegue al transformador y continúe el recorrido hacia el siguiente transformador.

➤ Posición 2

Se utilizará en donde se quiera terminar el recorrido de la línea de energía la cual simplemente alimentara al transformador pero no continuaría alimentando al transformador que le continúa

➤ Posición 3

Al igual que la posición dos su utilización será exactamente la misma con la diferencia que se realizará para la otra acometida

➤ Posición 4

Esta posición será utilizada cuando se necesite realizar mantenimiento al transformador ya que permite que la red continúe alimentada pero el transformador queda sin alimentación permitiendo de esta manera seguridad al realizar mantenimiento alguno.

7.3 TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO

Se contarán con dos acometidas, Agronomía Humanidades en cada una de ellas habrá un poste para la transición aéreo-subterránea y los detalles se muestran en la figura TAS (Ver Anexo C)

Todo punto de transición debe utilizar lo siguiente:

- ✓ Pararrayos de uso pesado: serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayos de 27 kV. De acuerdo con la norma NEMA ANSI C 62.11
- ✓ Cortacircuitos: Voltaje nominal de operación de 24 kV, y un voltaje máximo de 38 kV. BIL 170 kV, capacidad interruptiva 12 kA. Capacidad nominal de 100 amperios operable bajo carga con cámaras de extinción de arco, distancia de fuga de 660 mm, bajo norma ANSI C 37.40
- ✓ Terminales resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes como lluvias ácidas, polvos abrasivos o minerales, con operación en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta el 100%. Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble, el aislamiento debe ser de hule siliconado, voltaje nominal de 35 kV, BIL 200 kV, para uso exterior, deberá contar con su respectivo soporte para montaje, resistente a la corrosión, bajo norma IEEE 48
- ✓ Puesta a tierra. En la base del poste se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media tensión, éste se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 m. de largo y 19 mm de diámetro, normativas UL/CSA interconectadas con conductor de cobre desnudo calibre mínimo 1/0 AWG. El valor de la puesta a tierra en este punto no será mayor a 10 ohmios. El tubo metálico para la protección de los cables de media tensión deberá de quedar aterrizado
- ✓ Debe de ser incluido todos los herrajes necesarios para el montaje de todos los accesorios. Una vez finalizada la instalación del cable en el tubo, este deberá sellarse con una mezcla de silicon para evitar que penetre el agua, polvo o animales.

7.4 CANALIZACIÓN MT

Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los ductos (tubos de PVC lisos) donde serán instalados posteriormente los conductores.

Las dimensiones y detalles para el tipo de canalización, se muestra en las figura CMT (Capítulo IX)

- a. Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 6 pulgadas, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC DB 120. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.
- b. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota: " PELIGRO - ALTO VOLTAJE " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 40 centímetros de la superficie y deberá cubrir tres cuartos del ancho de la canalización.
- c. En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.
- d. El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.
- e. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- f. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- g. Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.

7.5 CAJAS DE REGISTRO DE MT

- a. Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito. Figuras PRMT1 y PRMT 2 (Ver Anexo C)
- b. Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 2 metros de cable por fase.
- c. La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 80 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice

únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a 80 metros.

- d. En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 2 metros de conductor de reserva.
- e. Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f. Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.
- g. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- h. El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- i. El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- j. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- k. El espesor de las paredes será “como mínimo” de 12 centímetros.
- l. El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 15 centímetros.
- m. Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- n. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- o. El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- p. Las tapas deben ser de hierro corrugado, circulares de 80 cm de diámetro.
- q. El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 10 cm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.

CAPÍTULO VIII

8. PRESUPUESTO

El presupuesto se ha dividido en cuatro sectores, con el objeto a ejecutar el proyecto por etapas con una duración de tres meses cada etapa.

8.1 DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO

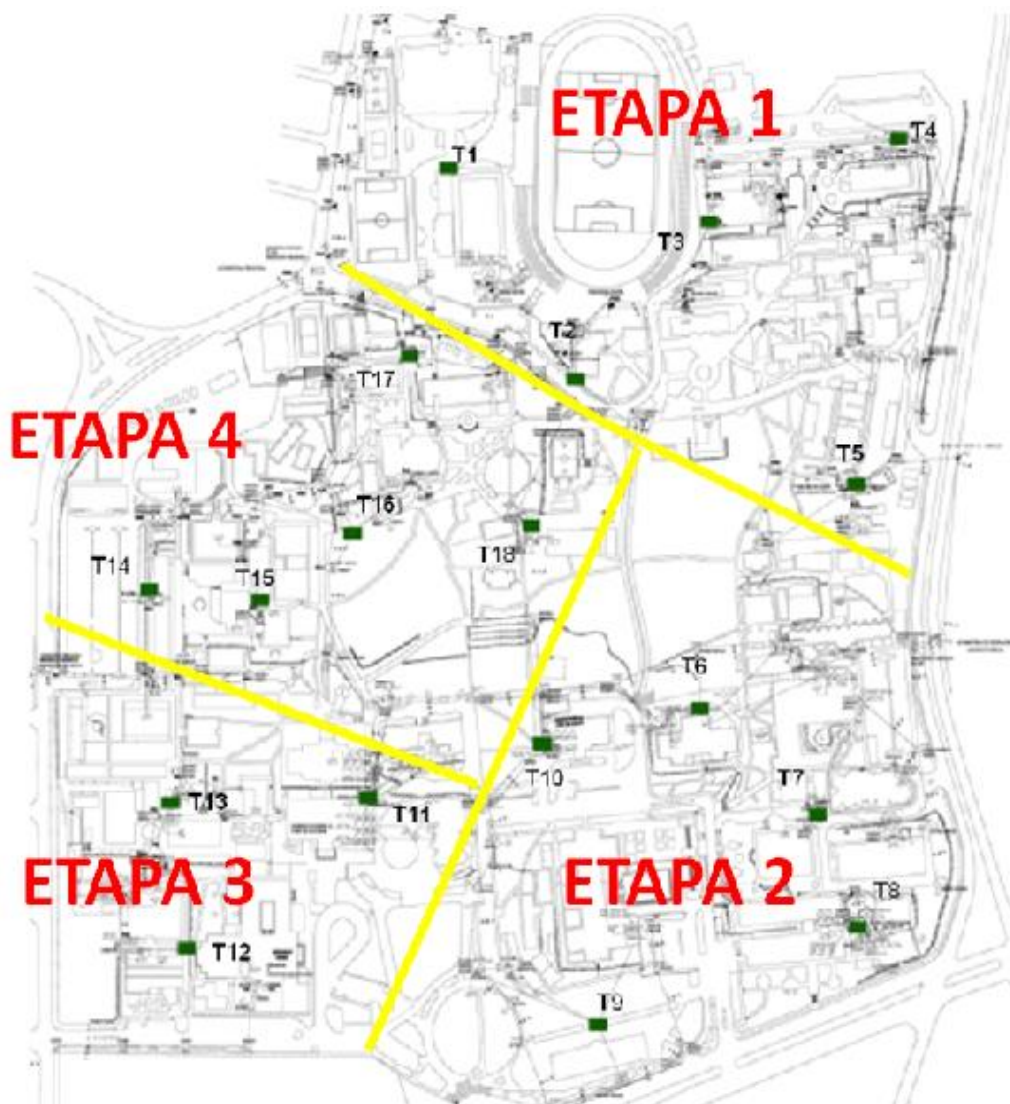


Diagrama 10 Etapas de Proyecto

8.2 CRONOGRAMA

En figura 25 se muestra el detalle del tiempo de ejecución del proyecto, cada etapa tendrá el mismo tiempo de ejecución.

| EVENTO | PRIMER MES | | | | SEGUNDO MES | | | | TERCER MES | | | | | |
|---|------------|---|---|---|-------------|---|---|---|------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| ZANJEADO Y POZOS | █ | | | | | | | | | | | | | |
| DUCTOS | | █ | | | | | | | | | | | | |
| ACABADO DE ZANJEADO Y POZOS | | | █ | | | | | | | | | | | |
| ALAMBRADO / CABLEADO- PRIMARIO Y SECUNDARIO | | | | █ | | | | | | | | | | |
| REDES DE TIERRA | | | | | | | | █ | | | | | | |
| INSTALACION DE TRANSFORMADORES | | | | | | | | █ | | | | | | |
| INSTALACION DE TABLEROS (INCLUYENDO MEDIDORES) | | | | | | | | █ | | | | | | |
| TRANSICION AEREO SUBTERRANEA | | | | | | | | | | | █ | | | |
| PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA | | | | | | | | | | | | | █ | |

Figura 23 Cronograma Ejecución del Proyecto

En las tablas a continuación se detallan los costos por materiales, mano de obra y administrativos..

8.3 COSTOS

8.3.1 Costos de Materiales

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Materiales | V. Total Materiales |
|---------------------------------|----------|--------|---------------------------|------------------------|
| Pararrayos 21 kV | 6 | c/u | \$ 205.00 | \$ 1,230.00 |
| Cortacircuitos 25 Kv 100A | 6 | c/u | \$ 345.00 | \$ 2,070.00 |
| Poste de 40 pies | 2 | c/u | \$ 815.00 | \$ 1,630.00 |
| cruceros 2.40 m con Tirantes | 6 | c/u | \$ 282.41 | \$ 1,694.46 |
| Tubo Conduit de 3/4 " | 2 | c/u | \$ 34.00 | \$ 68.00 |
| barras 5/8" x 10 c/cepo | 80 | c/u | \$ 8.25 | \$ 660.00 |
| Alambre desnudo de cobre N° 3/0 | 50 | m | \$ 10.79 | \$ 539.50 |
| Remate Primario Subterráneo | 2 | c/u | \$ 600.43 | \$ 1,200.86 |
| Remate Horizontal 3 fases | 2 | c/u | \$ 282.73 | \$ 565.46 |
| Ancla para Viento | 2 | c/u | \$ 64.00 | \$ 128.00 |
| Canalización secundaria | 2899 | c/u | \$ 67.05 | \$ 194,377.95 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Materiales | V. Total Materiales |
|--|----------|--------|---------------------------|------------------------|
| Canalización Primaria | 2972 | c/u | \$ 78.20 | \$ 232,410.40 |
| Tubo PVC DB 120 1" | 89 | c/u | \$ 70.66 | \$ 6,288.74 |
| Tubo PVC DB 120 2" | 567 | c/u | \$ 9.51 | \$ 5,392.17 |
| Tubo PVC DB 120 3" | 531 | c/u | \$ 20.05 | \$ 10,646.55 |
| Tubo PVC DB 120 6" | 992 | c/u | \$ 70.66 | \$ 70,094.72 |
| Pozos de Registro Primarios | 78 | c/u | \$ 1,776.25 | \$ 138,547.50 |
| Pozos de Registro Secundario | 88 | c/u | \$ 775.60 | \$ 68,252.80 |
| Pozo de Registro para Transformador | 18 | c/u | \$ 2,533.75 | \$ 45,607.50 |
| Caseta para Tableros | 18 | c/u | \$ 1,324.50 | \$ 23,841.00 |
| Cable THHN # 8 | 627 | m | \$ 1.32 | \$ 827.64 |
| Cable THHN # 6 | 450 | m | \$ 1.79 | \$ 805.50 |
| Cable THHN # 4 | 2924 | m | \$ 2.88 | \$ 8,421.12 |
| Cable THHN # 2 | 1566 | m | \$ 4.59 | \$ 7,187.94 |
| Cable THHN # 1/0 | 4036 | m | \$ 7.73 | \$ 31,198.28 |
| Cable THHN # 2/0 | 3542 | m | \$ 9.23 | \$ 32,692.66 |
| Cable THHN # 3/0 | 4325 | m | \$ 11.33 | \$ 49,002.25 |
| Cable THHN # 4/0 | 1913 | m | \$ 14.36 | \$ 27,470.68 |
| Cable THHN # 250 MCM | 2040 | m | \$ 23.23 | \$ 47,389.20 |
| Cable THHN # 300 MCM | 240 | m | \$ 31.75 | \$ 7,620.00 |
| Cable XLPE # 1/0 | 9131 | m | \$ 10.89 | \$ 99,436.59 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 112.5 KVA | 1 | c/u | \$,265.54 | \$ 6,265.54 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 150 KVA | 4 | c/u | \$ 8,626.75 | \$ 34,507.00 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 225 KVA | 6 | c/u | \$10,558.63 | \$ 63,351.78 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 300 KVA | 6 | c/u | \$12,295.62 | \$ 73,773.72 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 500 KVA | 1 | c/u | \$ 19,270.83 | \$ 19,270.83 |
| Transformador Seco 208 V en primario / 120/240 V en secundario 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 1,675.00 | \$ 1,675.00 |
| Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 200A/2P, 1- 350A/2P, 1- 450A/2P, 1- 400A/3P. | 1 | c/u | \$ 6,714.82 | \$ 6,714.82 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Materiales | V. Total Materiales |
|---|----------|--------|---------------------------|------------------------|
| Barras de 500. main 350A/3P. 120/208 V. 1 Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 1- 175A/3P. | 1 | c/u | \$ 2,938.36 | \$ 2,938.36 |
| Barras de 800. main 800A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 600A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P. | 1 | c/u | \$ 4,810.90 | \$ 4,810.90 |
| Barras de 800. main 600A/3P. 120/208V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 60A/2P, 1-225A/2P, 1- 75A/3P, 1 -150A/3P. | 1 | c/u | \$ 4,192.00 | \$ 4,192.00 |
| Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 500A/2P, 2- 150A/2P, 1- 125A/3P, 1- 250A/3P. | 1 | c/u | \$ 6,292.00 | \$ 6,292.00 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V, 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 90A/2P, 1- 150A/2P, 1- 300A/3P, 1- 350A/3P. | 1 | c/u | \$ 5,448.00 | \$ 5,448.00 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 2- 175A/2P, 1- 250A/3P, 1-225A/3P. | 1 | c/u | \$ 5,265.38 | \$ 5,265.38 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/3P, 1- 450A/3P, 1- 225A/3P | 1 | c/u | \$ 5,421.47 | \$ 5,421.47 |
| Barras de 600. main 600A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 250A/3P, 1- 350A/3P. | 1 | c/u | \$ 4,595.63 | \$ 4,595.63 |
| Barras de 800. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 125A/2P, 1- 500A/3P. | 1 | c/u | \$ 4,634.00 | \$ 4,634.00 |
| Barras de 1600. main 1300A/3P. 120/208V. 1- Medidor 35 KAIC Ramales 1-100A/2P, 1- 200A/3P, 2- 350A/3P, 2- 300A/3P, | 1 | c/u | \$ 8,876.00 | \$ 8,876.00 |
| Barras de 600. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 2- 250A/2P. | 1 | c/u | \$ 4,502.42 | \$ 4,502.42 |
| Barras de 1000. main 900A/3P. 120/208. 1 - Medidor 22 KAIC Ramales 1- 225A/2P, 1- 400A/2P, 1- 175 A/2P, 1 - 200 A/2P, 1- 175A/3P. | 1 | c/u | \$ 6,187.36 | \$ 6,187.36 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Materiales | V. Total Materiales |
|--|----------|--------|------------------------|-----------------------|
| Barras de 800. main 700A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 1- 225A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P, 1- 125A/3P | 1 | c/u | \$ 4,922.91 | \$ 4,922.91 |
| Barras de 400. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 125A/2P, 1- 200A/2P | 1 | c/u | \$ 3,046.12 | \$ 3,046.12 |
| Barras de 600. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 90A/2P, 1- 225A/2P, 1- 200A/2P | 1 | c/u | \$ 3,965.78 | \$ 3,965.78 |
| Barras de 600. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 250A/2P, 1- 175A/3P | 1 | c/u | \$ 3,334.42 | \$ 3,334.42 |
| Barras de 600. main 500A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/2P, 1- 90A/3P y 2 medidores | 1 | c/u | \$ 3,807.86 | \$ 3,807.86 |
| Terminales tipo codo con derivación | 15 | c/u | \$ 227.50 | \$ 3,412.50 |
| Terminales para empalmes secundarios | 70 | c/u | \$ 93.79 | \$ 6,565.30 |
| Medidores. Incluye Router y cable | 55 | c/u | \$ 1,215.50 | \$ 66,852.50 |
| TOTALES | | | | \$ 1481,927.07 |

Tabla 43 Costos Materiales

8.3.2 Costos Mano de Obra

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Mano de Obra | V. total de mano de obra |
|---------------------------------|----------|--------|--------------------------|--------------------------|
| Pararrayos 21 kV | 6 | c/u | \$ 37.00 | \$ 222.00 |
| Cortacircuitos 25 Kv 100A | 6 | c/u | \$ 42.00 | \$ 252.00 |
| Poste de 40 pies | 2 | c/u | \$ 240.00 | \$ 480.00 |
| cruceros 2.40 m con Tirantes | 6 | c/u | \$ 20.14 | \$ 120.84 |
| Tubo Conduit de 3/4 " | 2 | c/u | \$ 5.00 | \$ 10.00 |
| barras 5/8" x 10 c/cepo | 80 | c/u | \$ 3.80 | \$ 304.00 |
| Alambre desnudo de cobre N° 3/0 | 50 | m | \$ 3.00 | \$ 150.00 |
| Remate Primario Subterráneo | 2 | c/u | \$ 85.86 | \$ 171.72 |
| Remate Horizontal 3 fases | 2 | c/u | \$ 15.34 | \$ 30.68 |
| Ancla para Viento | 2 | c/u | \$ 21.00 | \$ 42.00 |
| Canalización secundaria | 2899 | c/u | \$ 19.50 | \$ 56,530.50 |
| Canalización Primaria | 2972 | c/u | \$ 22.50 | \$ 66,870.00 |
| Tubo PVC DB 120 1" | 89 | c/u | \$ 1.00 | \$ 89.00 |
| Tubo PVC DB 120 2" | 567 | c/u | \$ 1.25 | \$ 708.75 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Mano de Obra | V. total de mano de obra |
|---|----------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| Tubo PVC DB 120 3" | 531 | c/u | \$ 1.50 | \$ 796.50 |
| Tubo PVC DB 120 6" | 992 | c/u | \$ 2.10 | \$ 2,083.20 |
| Pozos de Registro Primarios | 78 | c/u | \$ 560.00 | \$ 43,680.00 |
| Pozos de Registro Secundario | 88 | c/u | \$ 245.00 | \$ 21,560.00 |
| Pozo de Registro para Transformador | 18 | c/u | \$ 800.00 | \$ 14,400.00 |
| Caseta para Tableros | 18 | c/u | \$ 418.00 | \$ 7,524.00 |
| Cable THHN # 8 | 627 | m | \$ 0.52 | \$ 326.04 |
| Cable THHN # 6 | 450 | m | \$ 0.52 | \$ 234.00 |
| Cable THHN # 4 | 2924 | m | \$ 1.05 | \$ 3,070.20 |
| Cable THHN # 2 | 1566 | m | \$ 1.05 | \$ 1,644.30 |
| Cable THHN # 1/0 | 4036 | m | \$ 2.62 | \$ 10,574.32 |
| Cable THHN # 2/0 | 3542 | m | \$ 2.62 | \$ 9,280.04 |
| Cable THHN # 3/0 | 4325 | m | \$ 3.15 | \$ 13,623.75 |
| Cable THHN # 4/0 | 1913 | m | \$ 3.15 | \$ 6,025.95 |
| Cable THHN # 250 MCM | 2040 | m | \$ 3.15 | \$ 6,426.00 |
| Cable THHN # 300 MCM | 240 | m | \$ 5.00 | \$ 1,200.00 |
| Cable XLPE # 1/0 | 9131 | m | \$ 3.15 | \$ 28,762.65 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 605.00 | \$ 605.00 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 150 KVA | 4 | c/u | \$ 875.00 | \$ 3,500.00 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 225 KVA | 6 | c/u | \$ 1,000.00 | \$ 6,000.00 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 300 KVA | 6 | c/u | \$ 1,215.00 | \$ 7,290.00 |
| Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 500 KVA | 1 | c/u | \$ 1,215.00 | \$ 1,215.00 |
| Transformador Seco 208 V en primario / 120/240 V en secundario 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 475.00 | \$ 475.00 |
| Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 200A/2P, 1- 350A/2P, 1- 450A/2P, 1- 400A/3P. | 1 | c/u | \$ 1,050.00 | \$ 1,050.00 |
| Barras de 500. main 350A/3P. 120/208 V. 1 Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 1- 175A/3P. | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Mano de Obra | V. total de mano de obra |
|---|----------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| Barras de 800. main 800A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 600A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P. | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |
| Barras de 800. main 600A/3P. 120/208V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 60A/2P, 1-225A/2P, 1- 75A/3P, 1 -150A/3P. | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 500A/2P, 2- 150A/2P, 1- 125A/3P, 1- 250A/3P. | 1 | c/u | \$ 1,050.00 | \$ 1,050.00 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V, 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 90A/2P, 1- 150A/2P,1- 300A/3P, 1- 350A/3P. | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 2- 175A/2P, 1- 250A/3P, 1-225A/3P. | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |
| Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/3P, 1- 450A/3P, 1- 225A/3P | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |
| Barras de 600. main 600A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 250A/3P, 1- 350A/3P. | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| Barras de 800. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 125A/2P, 1- 500A/3P. | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| Barras de 1600. main 1300A/3P. 120/208V. 1- Medidor 35 KAIC Ramales 1-100A/2P, 1- 200A/3P, 2- 350A/3P, 2- 300A/3P, | 1 | c/u | \$ 1,365.00 | \$ 1,365.00 |
| Barras de 600. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 2- 250A/2P. | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| Barras de 1000. main 900A/3P. 120/208. 1 - Medidor 22 KAIC Ramales 1- 225A/2P, 1- 400A/2P, 1- 175 A/2P, 1 - 200 A/2P, 1- 175A/3P. | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |
| Barras de 800. main 700A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 1- 225A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P, 1- 125A/3P | 1 | c/u | \$ 945.00 | \$ 945.00 |

| Descripción | Cantidad | Unidad | P. Unitario Mano de Obra | V. total de mano de obra |
|--|----------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| Barras de 400. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 125A/2P, 1- 200A/2P | 1 | c/u | \$ 682.50 | \$ 682.50 |
| Barras de 600. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 90A/2P, 1- 225A/2P, 1- 200A/2P | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| Barras de 600. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 250A/2P, 1- 175A/3P | 1 | c/u | \$ 682.50 | \$ 682.50 |
| Barras de 600. main 500A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/2P, 1- 90A/3P y 2 medidores | 1 | c/u | \$ 787.50 | \$ 787.50 |
| terminales tipo codo con derivación | 15 | c/u | \$ 25.00 | \$ 375.00 |
| Terminales para empalmes secundarios | 70 | c/u | \$ 32.00 | \$ 2,240.00 |
| Medidores. Incluye Router y cable | 55 | c/u | \$ 125.00 | \$ 6,875.00 |
| TOTALES | | | | \$341,779.94 |

Tabla 44 Costo Mano de Obra.

8.3.3 Costos Administrativos

| Descripción | Costo/mes | # Meses | Total |
|--------------------------------|--------------------|---------|---------------------|
| Gastos de oficina | | | |
| Alquiler de oficinas | \$ 500.00 | 12 | \$ 6,000.00 |
| Energía Eléctrica | \$ 80.00 | 12 | \$ 960.00 |
| Agua | \$ 12.00 | 12 | \$ 144.00 |
| Internet y teléfono | \$ 100.00 | 12 | \$ 1,200.00 |
| Seguro de oficinas | \$ 75.00 | 12 | \$ 900.00 |
| Promoción, Publicidad | \$ 15.00 | 12 | \$ 180.00 |
| Papelería y útiles | \$ 30.00 | 12 | \$ 360.00 |
| Mobiliario y equipo de oficina | \$ 50.00 | 12 | \$ 600.00 |
| | | | \$ 10,344.00 |
| Salarios | | | |
| Gerente | \$ 1,800.00 | 12 | \$ 21,600.00 |
| Supervisor | \$ 1,200.00 | 12 | \$ 14,400.00 |
| Técnico | \$ 700.00 | 12 | \$ 8,400.00 |
| Secretaria | \$ 450.00 | 12 | \$ 5,400.00 |
| Contador tiempo parcial | \$ 250.00 | 12 | \$ 3,000.00 |
| Ordenanza | \$ 300.00 | 12 | \$ 3,600.00 |
| | \$ 4,700.00 | | \$ 56,400.00 |

| Descripción | Costo/mes | # Meses | Total |
|---|-------------|---------|----------------------|
| Vehículos | | | |
| Vehículos (depreciación) | \$ 500.00 | 12 | \$ 6,000.00 |
| Combustible | \$ 300.00 | 12 | \$ 3,600.00 |
| | | | \$ 9,600.00 |
| Otros gastos | | | |
| Carga empresarial por prestaciones sociales | \$ 2,089.50 | 12 | \$ 25,074.00 |
| Otros gastos de oficina | \$ 100.00 | 12 | \$ 1,200.00 |
| | | | \$ 26,274.00 |
| Sub Total administración | | | \$ 102,618.00 |
| Distribución en 2 proyectos en ejecución | | | \$ 51,309.00 |
| Administración de campo | | | |
| Bodega | \$ 400.00 | 4 | \$ 1,600.00 |
| Supervisor permanente | \$ 1,000.00 | 12 | \$ 12,000.00 |
| Carga empresarial | \$ 385.00 | 12 | \$ 4,620.00 |
| Herramientas y equipos de seguridad y otros | \$ 600.00 | 12 | \$ 7,200.00 |
| Electricidad, teléfono | \$ 35.00 | 12 | \$ 420.00 |
| Otros | \$ 25.00 | 12 | \$ 300.00 |
| Total Administración de campo | | | \$ 26,140.00 |
| Gastos de licitación y utilidades | | | |
| Gastos de licitación | \$ 500.00 | 1 | \$ 500.00 |
| Garantías | \$ 2,200.00 | 1 | \$ 2,200.00 |
| Utilidades | | | \$ 174,500.00 |
| Sub total gastos de licitación y Utilidades | | | \$ 185,700.00 |
| Gran Total gastos administrativos | | | \$ 254,649.00 |

Tabla 45 Costos Administrativos

| Resumen | |
|---|------------------------|
| Monto total Mano de Obra | \$ 1481,927.07 |
| Monto total Materiales | \$ 341,779.94 |
| Costos Directos: M.O. + Mat | \$ 1823,707.61 |
| Monto Total Gastos Administrativos y Utilidades | \$ 254,649.00 |
| Porcentaje de Administración sobre los Costos de Materiales más Mano de Obra | 17.76% |
| Monto Total materiales locales, Mano de Obra y Administración | \$ 2,078,356.61 |
| 13 % IVA | \$ 270,186.28 |
| Costo Total de la Obra | \$ 2,348,542.29 |

Tabla 46 Resumen de Costos.

8.4 PARTIDAS

8.4.1 Etapa 1

| ETAPA 1 | | | | |
|--|------------------|--------|-----------------|----------------------|
| (Incluye transformadores desde T1 a T5) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | 775 | m | \$ 191.42 | \$ 148,350.50 |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| | TOTAL 1.1 | | | \$ 148,350.50 |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | 680 | m | \$ 30.75 | \$ 20,910.00 |
| 1.2.2 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 32 | m | \$ 151.30 | \$ 4,841.60 |
| 1.2.3 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | 119 | m | \$ 189.38 | \$ 22,536.22 |
| 1.2.4 6- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | 123 | m | \$ 206.53 | \$ 25,403.19 |
| 1.2.5 8- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | 117 | m | \$ 238.07 | \$ 27,854.19 |
| 1.2.6 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 91 | m | \$ 155.63 | \$ 14,162.33 |
| 1.2.7 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | 152 | m | \$ 134.13 | \$ 20,387.76 |
| 1.2.9 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 60 | m | \$ 261.77 | \$ 15,706.20 |
| 1.2.8 9- # 3/0 + 3- # 4 en 3 Ø 3" | 94 | m | \$ 167.09 | \$ 15,706.46 |
| 1.2.10 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | 60 | m | \$ 163.04 | \$ 9,782.40 |
| 1.2.11 4- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | 57 | m | \$ 145.41 | \$ 8,288.37 |
| 1.2.12 3- # 6 + 1- # 8 en Ø 1" | 40 | m | \$ 106.65 | \$ 4,266.00 |
| 1.2.13 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | 76 | m | \$ 111.94 | \$ 8,507.44 |
| 1.2.14 6- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3" | 101 | m | \$ 230.02 | \$ 23,232.02 |
| 1.2.15 4- # 4 + 1- # 8 en Ø 2" | 5 | m | \$ 116.90 | \$ 584.50 |
| | | | | |
| | TOTAL 1.2 | | | \$ 222,168.68 |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | 3 | c/u | \$ 275.00 | \$ 825.00 |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | 19 | c/u | \$ 137.00 | \$ 2,603.00 |
| | | | | |
| | TOTAL 2 | | | \$ 3,428.00 |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 225 KVA | 2 | c/u | \$ 12,589.00 | \$ 25,178.00 |
| 3.2- Transformador de 300 KVA | 2 | c/u | \$ 14,715.00 | \$ 29,430.00 |
| 3.3- Transformador de 150 KVA | 1 | c/u | \$ 10,349.58 | \$ 10,349.58 |
| 3.4- Transformador seco de 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 2,458.00 | \$ 2,458.00 |
| | | | | |
| | TOTAL 3 | | | \$ 67,415.58 |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 1200 A. Main de 1000 A/3P | 1 | c/u | \$ 8,457.00 | \$ 8,457.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 200 A/2P | | | | |
| 1- 350 A/2P | | | | |
| 1- 450 A/2P | | | | |
| 1- 400 A/2P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) | | | | |
| 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------------|
| 4.2 Barras de 500 A. Main de 350 A/3P | 1 | c/u | \$ 4,058.00 | \$ 4,058.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 150 A/2p 1 175 A/3P 2 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.3 Barras de 800 A. Main de 800A/3P | 1 | c/u | \$ 6,269.00 | \$ 6,269.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 600 A/2p 1 175 A/3P 1 200 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3 Medidores | | | | |
| 4.4 Barras de 800 A. Main de 600A/3P | 1 | c/u | \$ 5,424.00 | \$ 5,424.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2 60 A/2p 1 225 A/2p 1 175 A/3P 1 150 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.5 Barras de 1000 A. Main de 900A/3P | 1 | c/u | \$ 7,997.00 | \$ 7,997.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 500 A/2p 2 150 A/2P 1 125 A/3P 1 250 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$32,205.00 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | 19 | c/u | \$ 1,460.00 | \$ 27,740.00 |
| | | | | |
| | TOTAL 5 | | | \$ 27,740.00 |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 150 KVA | 1 | c/u | \$ 477.00 | \$ 477.00 |
| 6.2 Para transformador de 300 KVA | 2 | c/u | \$ 545.84 | \$ 1,091.68 |
| 6.3 Para Transformador de 225 KVA | 2 | c/u | \$ 545.84 | \$ 1,091.68 |
| 6.4 Para poste Acometida | 1 | c/u | \$ 477.00 | \$ 477.00 |
| | TOTAL 6 | | | \$ 3,137.36 |
| 7- Poste Acometida | 1 | c/u | \$ 5,435.00 | \$ 5,435.00 |
| Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate | | | | |
| | TOTAL 7 | | | \$ 5,435.00 |
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 8- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Pozo de Registro Secundario | 29 | c/u | \$ 1,111.58 | \$ 32,235.82 |
| 8.2 Pozo de Registro Primario | 21 | c/u | \$ 2,544.51 | \$ 53,434.71 |
| | TOTAL 8 | | | \$ 85,670.53 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|-----------------|--------|-----------------|----------------------|
| 9- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 9.1 Para Transformador de 150 KVA | 1 | c/u | \$ 2,841.00 | \$ 2,841.00 |
| 9.2 Para Transformador de 300 KVA | 2 | c/u | \$ 3,630.93 | \$ 7,261.86 |
| 9.3 Para Transformador de 225 KVA | 2 | c/u | \$ 3,277.84 | \$ 6,555.68 |
| | TOTAL 9 | | | \$ 16,658.54 |
| 10- Caseta para Tablero de Distribución. | 5 | c/u | \$ 1,992.72 | \$ 9,963.60 |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 10 | | | \$ 9,963.60 |
| SUMA TOTAL DE PARTIDAS | | | | \$ 622,172.79 |
| 13 % IVA | | | | \$ 80,882.46 |
| TOTAL ETAPA 1 | | | | \$ 703,055.25 |

Tabla 47 Partida etapa 1

8.4.2 Etapa 2

| ETAPA 2 | | | | |
|--|------------------|--------|-----------------|----------------------|
| (Incluye transformadores desde T6 a T10) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | 1068 | m | \$ 191.42 | \$ 204,436.56 |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| | TOTAL 1.1 | | | \$ 204,436.56 |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | 720 | m | \$ 30.75 | \$ 22,140.00 |
| 1.2.2 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | 90 | m | \$ 134.13 | \$ 12,071.70 |
| 1.2.3 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 64 | m | \$ 167.09 | \$ 10,693.76 |
| 1.2.4 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1" | 173 | m | \$ 117.53 | \$ 20,332.69 |
| 1.2.5 6- # 1/0 + 2- # 6 en 2 Ø 2" | 5 | m | \$ 172.20 | \$ 861.00 |
| 1.2.6 8- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | 156 | m | \$ 215.20 | \$ 33,571.20 |
| 1.2.7 3- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 80 | m | \$ 142.72 | \$ 11,417.60 |
| 1.2.8 4- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | 133 | m | \$ 182.11 | \$ 24,220.63 |
| 1.2.9 8- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3" | 26 | m | \$ 268.15 | \$ 6,971.90 |
| 1.2.10 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | 48 | m | \$ 111.94 | \$ 5,373.12 |
| | TOTAL 1.2 | | | \$ 147,653.60 |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | 3 | c/u | \$ 275.00 | \$ 825.00 |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | 21 | c/u | \$ 137.00 | \$ 2,877.00 |
| | TOTAL 2 | | | \$ 3,702.00 |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 225 KVA | 2 | c/u | \$ 12,589.00 | \$ 25,178.00 |
| 3.2- Transformador de 300 KVA | 3 | c/u | \$ 14,715.00 | \$ 44,145.00 |
| | TOTAL 3 | | | \$69,323.00 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------------|
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 1000 A. Main de 800 A/3P | 1 | c/u | \$ 6,963.00 | \$ 6,963.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales: 1- 90 A/2p 1- 150 A/2P 1- 300 A/2P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.2 Barras de 800 A. Main de 800 A/3P | 1 | c/u | \$ 6,764.00 | \$ 6,764.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 150 A/2p 1- 175 A/3P 1- 250 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.3 Barras de 1000 A. Main de 800A/3P | 1 | c/u | \$ 6,934.00 | \$ 6,934.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 375 A/3p 1- 450 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 3- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.4 Barras de 600 A. Main de 600A/3P | 1 | c/u | \$ 5,863.00 | \$ 5,863.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 250 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3- Medidores | | | | |
| 4.5 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P | 1 | c/u | \$ 5,905.00 | \$ 5,905.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 3- Medidores (Solo espacio) 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 1- 500 A/3P 1- 100 A/2P 1- 125 A/2P | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$32,429.00 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | 18 | c/u | \$ 1,460.00 | \$ 26,280.00 |
| | TOTAL 5 | | | \$ 26,280.00 |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 300 KVA | 3 | c/u | \$ 545.84 | \$ 1,637.52 |
| 6.2 Para transformador de 225 KVA | 2 | c/u | \$ 545.84 | \$ 1,091.68 |
| 6.3 Para poste Acometida | 1 | c/u | \$ 477.00 | \$ 477.00 |
| | TOTAL 6 | | | \$ 3,206.20 |
| 7- Poste Acometida | 1 | c/u | \$ 5,435.00 | \$ 5,435.00 |
| Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate | | | | |
| | TOTAL 7 | | | \$ 5,435.00 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|-----------------|--------|-----------------|----------------------|
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 8- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| <i>8.1 Pozo de Registro Secundario</i> | 26 | c/u | \$ 1,111.58 | \$ 28,901.08 |
| <i>8.2 Pozo de Registro Primario</i> | 27 | c/u | \$ 2,544.51 | \$ 68,701.77 |
| | TOTAL 8 | | | \$ 97,602.85 |
| 9- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| <i>9.1 Para Transformador de 300 KVA</i> | 3 | c/u | \$ 3,630.93 | \$ 10,892.79 |
| <i>9.2 Para Transformador de 225 KVA</i> | 2 | c/u | \$ 3,277.84 | \$ 6,555.68 |
| | TOTAL 9 | | | \$ 17,448.47 |
| 10- Caseta para Tablero de Distribución. | 5 | c/u | \$ 1,992.72 | \$ 9,963.60 |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 10 | | | \$ 9,963.60 |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ 617,480.28 |
| 13 % IVA | | | | \$ 80,272.44 |
| TOTAL ETAPA 2 | | | | \$ 697,752.72 |

Tabla 48 Partida etapa 2

8.4.3 Etapa 3

| ETAPA 3 | | | | |
|--|------------------|--------|-----------------|---------------------|
| (Incluye transformadores desde T11 a T13) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| <i>1.1- Alimentadores para Media Tensión</i> | 382 | m | \$ 191.42 | \$ 73,122.44 |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| | TOTAL 1.1 | | | \$ 73,122.44 |
| <i>1.2 - Alimentadores para Baja Tensión</i> | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | 280 | m | \$ 30.75 | \$ 8,610.00 |
| 1.2.2 350 MCM en Ø 3" | 240 | m | \$ 40.03 | \$ 9,607.20 |
| 1.2.3 6- # 3/0 +2- # 4 en 2 Ø 3" | 33 | m | \$ 206.53 | \$ 6,815.49 |
| 1.2.4 4- # 2/0 +1- # 4 en Ø 3" | 10 | m | \$ 155.63 | \$ 1,556.30 |
| 1.2.5 4- # 3/0 +1- # 4 en Ø 3" | 47 | m | \$ 167.09 | \$ 7,853.23 |
| 1.2.7 3- # 2 +1- # 8 en Ø 1" | 68 | m | \$ 163.04 | \$ 11,086.72 |
| 1.2.6 3- # 4/0 +1- # 2 en Ø 3" | 81 | m | \$ 117.53 | \$ 9,519.93 |
| 1.2.8 8- # 2/0 +2- # 4 en 2 Ø 3" | 46 | m | \$ 215.20 | \$ 9,899.20 |
| 1.2.9 3- # 2/0 +1- # 4 en Ø 3" | 30 | m | \$ 142.72 | \$ 4,281.60 |
| 1.2.10 8- # 1/0 +2- # 6 en 2 Ø 2" | 10 | m | \$ 194.76 | \$ 1,947.60 |
| 1.2.11 3- # 3/0 +1- # 4 en Ø 3" | 65 | m | \$ 151.30 | \$ 9,834.50 |
| | TOTAL 1.2 | | | \$ 81,011.77 |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| <i>2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.</i> | 3 | c/u | \$ 275.00 | \$ 825.00 |
| <i>2.2 Terminales para empalmes secundarios</i> | 14 | c/u | \$ 137.00 | \$ 1,918.00 |
| | TOTAL 2 | | | \$ 2,743.00 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|----------------|--------|-----------------|---------------------|
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 12,589.00 | \$ 12,589.00 |
| 3.2- Transformador de 300 KVA | 1 | c/u | \$ 14,715.00 | \$ 14,715.00 |
| 3.3- Transformador de 500 KVA | 1 | c/u | \$ 22,312.00 | \$ 22,312.00 |
| | TOTAL 3 | | | \$49,616.00 |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 1600 A. Main de 1300 A/3P | 1 | c/u | \$ 11,154.00 | \$ 11,154.00 |
| 35 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 350 A/3P 1- 200 A/2P 2- 300 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 6 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.2 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P | 1 | c/u | \$ 5,761.48 | \$ 5,761.48 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 200 A/2P 2 250 A/2P 2 90 A/3P (Solo espacio) 3 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.3 Barras de 1000 A. Main de 900 A/3P | 1 | c/u | \$ 7,768.16 | \$ 7,768.16 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 175 A/2P 1 175 A/3P 1 200 A/2P 1 400 A/2P 1 225 A/2P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$24,683.64 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | 14 | c/u | \$ 1,460.00 | \$ 20,440.00 |
| | TOTAL 5 | | | \$ 20,440.00 |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 500 KVA | 1 | c/u | \$ 545.84 | \$ 545.84 |
| 6.2 Para transformador de 500 KVA | 1 | c/u | \$ 545.84 | \$ 545.84 |
| 6.3 Para transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 545.84 | \$ 545.84 |
| | TOTAL 6 | | | \$ 1,637.52 |
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 7- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 7.1 Pozo de Registro Secundario | 11 | c/u | \$ 1,111.58 | \$ 12,227.38 |
| 7.2 Pozo de Registro Primario | 11 | c/u | \$ 2,544.51 | \$ 27,989.61 |
| | TOTAL 7 | | | \$ 40,216.99 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|----------------|--------|-----------------|----------------------|
| 8- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Para Transformador de 500 KVA | 1 | c/u | \$ 3,630.93 | \$ 3,630.93 |
| 8.2 Para Transformador de 300 KVA | 1 | c/u | \$ 3,630.93 | \$ 3,630.93 |
| 8.3 Para Transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 3,277.84 | \$ 3,277.84 |
| | TOTAL 8 | | | \$ 10,539.70 |
| 9- Caseta para Tablero de Distribución. | 3 | c/u | \$ 1,992.72 | \$ 5,978.16 |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 9 | | | \$ 5,978.16 |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ 309,989.22 |
| 13 % IVA | | | | \$ 40,298.60 |
| TOTAL ETAPA 3 | | | | \$ 350,287.82 |

Tabla 49 Partida etapa 3

8.4.4 Etapa 4

| ETAPA 4 | | | | |
|--|------------------|--------|-----------------|----------------------|
| (Incluye transformadores desde T14 a T18) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | 747 | m | \$ 191.42 | \$ 142,990.74 |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| | TOTAL 1.1 | | | \$ 142,990.74 |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | 360 | m | \$ 30.75 | \$ 11,070.00 |
| 1.2.2 3/0 en Ø 3" | 80 | m | \$ 17.60 | \$ 1,408.00 |
| 1.2.3 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 234 | m | \$ 151.30 | \$ 35,404.20 |
| 1.2.4 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | 9 | m | \$ 189.38 | \$ 1,704.42 |
| 1.2.5 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 106 | m | \$ 155.63 | \$ 16,496.78 |
| 1.2.6 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | 5 | m | \$ 167.09 | \$ 835.45 |
| 1.2.7 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | 61 | m | \$ 163.04 | \$ 9,945.44 |
| 1.2.8 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | 96 | m | \$ 111.94 | \$ 10,746.24 |
| 1.2.9 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1" | 15 | m | \$ 117.53 | \$ 1,762.95 |
| 1.2.10 4- # 2 + 1- # 8 en Ø 2" | 83 | m | \$ 124.36 | \$ 10,321.88 |
| | TOTAL 1.2 | | | \$ 99,695.36 |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | 6 | c/u | \$ 275.00 | \$ 1,650.00 |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | 16 | c/u | \$ 137.00 | \$ 2,192.00 |
| | TOTAL 2 | | | \$ 3,842.00 |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 7,483.00 | \$ 7,483.00 |
| 3.2- Transformador de 150 KVA | 3 | c/u | \$ 10,349.58 | \$ 31,048.74 |
| 3.3- Transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 12,589.00 | \$ 12,589.00 |
| | TOTAL 3 | | | \$51,120.74 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------------|
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y Medidores. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 800 A. Main de 700 A/3P | 1 | c/u | \$ 6,391.00 | \$ 6,391.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 200A/2P 1- 225 A/2P 1- 175 A/3P 1- 200 A/3P 1- 125 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 5- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.2 Barras de 400 A. Main de 400 A/3P | 1 | c/u | \$ 4,061.00 | \$ 4,061.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 125 A/2P 1- 200 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.3 Barras de 600 A. Main de 600 A/3P | 1 | c/u | \$ 5,177.00 | \$ 5,177.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2- 90 A/2P 1- 200 A/2P 1- 225 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.4 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P | 1 | c/u | \$ 4,375.00 | \$ 4,375.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 250 A/2P 1- 175 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.5 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P | 1 | c/u | \$ 5,005.00 | \$ 5,005.00 |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 325 A/2p 1 90 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2 Medidores | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$25,009.00 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | 15 | c/u | \$ 1,460.00 | \$ 21,900.00 |
| | TOTAL 5 | | | \$ 21,900.00 |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 545.84 | \$ 545.84 |
| 6.2 Para transformador de 150 KVA | 3 | c/u | \$ 477.00 | \$ 1,431.00 |
| 6.3 Para transformador de 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 477.00 | \$ 477.00 |
| | TOTAL 6 | | | \$ 2,453.84 |
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 7- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 7.1 Pozo de Registro Secundario | 22 | c/u | \$ 1,111.58 | \$ 24,454.76 |
| 7.2 Pozo de Registro Primario | 19 | c/u | \$ 2,544.51 | \$ 48,345.69 |
| | TOTAL 7 | | | \$ 72,800.45 |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|----------------|--------|-----------------|----------------------|
| 8- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Para Transformador de 225 KVA | 1 | c/u | \$ 3,277.84 | \$ 3,277.84 |
| 8.2 Para Transformador de 150 KVA | 3 | c/u | \$ 2,841.00 | \$ 8,523.00 |
| 8.3 Para Transformador de 112.5 KVA | 1 | c/u | \$ 2,841.00 | \$ 2,841.00 |
| | TOTAL 8 | | | \$ 14,641.84 |
| 9- Caseta para Tablero de Distribución. | 5 | c/u | \$ 1,992.72 | \$ 9,963.60 |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 9 | | | \$ 9,963.60 |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ 444,417.57 |
| 13 % IVA | | | | \$ 57,774.28 |
| TOTAL ETAPA 4 | | | | \$ 502,191.85 |

Tabla 50 Partida etapa 4

8.4.5 Desmontaje

| DESMONTAJE | | | | |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------------|
| (Desmontaje red aérea actual) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1- Alimentadores | | | | |
| Retiro de alimentadores ACSR # 2 y WP | 9761 | m | \$0.40 | \$3,904.40 |
| | TOTAL 1 | | | \$ 3,904.40 |
| 2- Transformadores | | | | |
| Incluye la desinstalación del transformador y el desmontaje | | | | |
| 2.1- Transformador de 15 a 25 KVA en poste | 13 | c/u | \$ 114.36 | \$ 1,486.68 |
| 2.2- Transformador de 37.5 a 50 KVA en poste | 36 | c/u | \$ 142.95 | \$ 5,146.20 |
| 2.3- Transformador de 75 a 100 KVA en poste | 43 | c/u | \$ 228.72 | \$ 9,834.96 |
| 2.4- Transformador de 167 KVA en poste | 1 | c/u | \$ 285.90 | \$ 285.90 |
| 2.5- Transformador de 15 a 50 KVA en piso | 1 | c/u | \$ 114.36 | \$ 114.36 |
| 2.6- Transformador de 75 a 100 KVA en piso | 15 | c/u | \$ 142.95 | \$ 2,144.25 |
| 2.7- Transformador de 167 KVA en piso | 4 | c/u | \$ 171.54 | \$ 686.16 |
| | TOTAL 2 | | | \$19,698.51 |
| 3- Postes de concreto | | | | |
| 3.1 Desvestir poste trifásico | 105 | c/u | \$ 85.77 | \$ 9,005.85 |
| 3.2 Desvestir poste monofásico | 31 | c/u | \$ 40.03 | \$ 1,240.93 |
| 3.3 Desmontaje de poste de concreto 26 a 35 pies | 136 | c/u | \$ 371.67 | \$ 50,547.12 |
| | TOTAL 5 | | | \$ 60,793.90 |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ 84,396.81 |
| 13 % IVA | | | | \$ 10,971.59 |
| TOTAL DESMONTAJE | | | | \$ 95,368.40 |

Tabla 51 Partida Desmontaje

8.5 PRESUPUESTO TOTAL

| ETAPA | TOTAL |
|--------------------|----------------------|
| ETAPA 1 | \$703,055.25 |
| ETAPA 2 | \$697,752.72 |
| ETAPA 3 | \$350,287.82 |
| ETAPA 4 | \$502,191.85 |
| DESMONTAJE | \$95,368.40 |
| MONTO TOTAL | \$2348,656.04 |

Tabla 52 Presupuesto Total

CAPÍTULO IX

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los perfiles de carga de la ciudad universitaria, se comprobó que el factor de utilización de los transformadores instalados actualmente es menor al 25%. Un transformador con factor de utilización menor al 60% se considera que es un transformador subutilizado, lo cual puede ocasionar pérdidas en el núcleo, así como también el incremento al cargo del servicio eléctrico, los parámetros normales de uso de transformadores tienen que oscilar entre 60 y 100% de utilización.

Las consecuencias de tener transformadores subutilizados son las pérdidas por el funcionamiento de la unidad, menor eficiencia, entre mayor es la capacidad del transformador mayores son las pérdidas.

Existe una relación entre el factor de uso y el factor de pérdidas:

$$\text{Factor de Pérdidas para TD} = 0.15 (LDF) + (0.85)(LDF)^2$$

Donde LDF es el factor de carga y es el cociente entre la carga media y la carga máxima durante un tiempo determinado. Si la carga permanece constante durante todo el tiempo en el día, el factor de carga será del 100%, pero al analizar los gráficos diarios, se observan variaciones notorias en el comportamiento de la carga, lo que conlleva como resultado, un bajo factor de carga.

En base a la información obtenida de los cuadros de capacidad instalada se concluye que la red eléctrica actual es ineficiente, debido a que la mayoría de las subestaciones están subutilizadas, que se traduce a un cobro mayor en la tarifa de facturación eléctrica. En el nuevo diseño, los transformadores poseen un factor de utilización que oscila entre el 85% y el 100%¹, tendiendo a una reducción en la facturación incluyendo la carga proyectada.

¹ Fuente Capítulo VI Cuadro de cargas.

La universidad cuenta con un limitado conjunto de medidores instalados, en los cuales se está llevando a cabo un monitoreo de aproximadamente el 30% de la carga demandada. El nuevo diseño constará con un monitoreo del 100% de la capacidad instalada, el objetivo de incluir medidores en el sistema, es tener un control de la demanda que ejerce cada subestación, con el fin de poder realizar estudios de eficiencia energética, logrando así una reducción en la demanda energética que conlleve a una disminución en la facturación.

Para los transformadores de 112.5 y 150 KVA, la corriente de corto circuito es mucho menor a los 22 KAIC que se especificó en el diseño, de la misma forma haciendo un estudio más profundo de la impedancia que aportan los conductores en el lado de media tensión, dicha corriente de corto circuito puede ser menor, pero al realizar un análisis de costo de material, el especificar 22 KAIC no representa mayor costo y se incrementa el nivel mínimo de ruptura que deben de tener los elementos involucrados en la falla para que sean capaz de soportarla y con esto se cumple uno de los objetivos principales en el cálculo de la corriente de corto circuito y es tener una mejor protección para el personal de mantenimiento

Con el sistema eléctrico subterráneo, se tendrá una reducción de fallas en un 75%, mejor vistosidad, mejor calidad y continuidad en el servicio, mayor seguridad para las personas y medio ambiente, mejora en la operación y mantenimiento de los elementos del sistema.

Con respecto al medio ambiente, el nuevo diseño eléctrico favorecerá la conservación del mismo, debido a que evitará la poda y tala de árboles, la cual es rutinaria al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento en la red eléctrica actual. De esta forma la nueva red eléctrica tendrá una mejor apariencia así como también evitará la deforestación, conservando el hábitat de diversas especies animales.

9.2 RECOMENDACIONES

Con la red eléctrica actual, la universidad puede realizar cambios significativos, con la finalidad de lograr que no existan transformadores subutilizados, reduciendo de esta forma el cobro de facturación eléctrica.

Para ejemplificar lo detallado anteriormente se mencionarán algunos de los transformadores subutilizados.

- En los transformadores para iluminación exterior, todos están subutilizados. Los dos transformadores de 15 kVA que están ubicados en el parqueo sur; detrás de los edificios de ingeniería industrial y mecánica, suministran 15 luminarias de vapor de sodio de 250 watts, que demandan un máximo de 5 kVA aproximadamente, lo cual podría ser alimentado por solo un transformador.
- Los transformadores en la facultad de economía totalizan 175 kVA y la demanda total es de 50 kVA, por lo que se puede suministrar con el de 75 kVA.
- En la red de agronomía, los bancos de transformadores ubicados para los edificios de arte están próximos uno del otro, sumando un total de 750 kVA y la carga demandada es de 200 kVA, con unos pequeños puentes, se pueden deshabilitar seis transformadores de 75 kVA.
- En el edificio de CENSALUD se tienen instalados 502 kVA y la demanda es de 62 kVA, un cambio de subestación llevaría a tener ahorros de facturación no muy grandes, pero contribuiría a la eficiencia energética.

Para el nuevo diseño, las autoridades de la Universidad deberán asignar una delegación de personal técnico capacitado, para dar mantenimiento al nuevo sistema eléctrico garantizando la operación y fiabilidad.

Que el contratista tenga la capacidad adecuada para realizar una buena instalación y que sea capaz de realizar las pruebas eléctricas necesarias al sistema tal como se establecen en las especificaciones técnicas.

Se ha incluido en el presupuesto el retiro de la red eléctrica actual. El cual se sugiere que sea donado a escuelas de la red pública en zona rurales, que la Universidad estime conveniente. Que se incluya a la escuela de ingeniería eléctrica para la donación de elementos para fines académicos.

Para el desmontaje de la red actual, se deben cumplir las normas y estándares de seguridad que se estimen conveniente.

En el edificio de medicina existe un transformador con aceite PCB, se recomienda retirarlo del campus universitario. Ya que este tipo de aceite presenta alto grado de contaminación.

Se recomienda realizar y ejecutar programas de eficiencia energética tales como, el cambio de luminarias, sistema de refrigeración inteligente para los edificios administrativos, sistema ahorrativo de luminaria pública.

BIBLIOGRAFIA

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. 2000.

Normas técnicas de diseño, seguridad y operación de las instalaciones de distribución eléctrica. Capítulo V Líneas subterráneas, San Salvador.

<http://www.siget.gob.sv/>

PEDRO R. F. 2008. Elaboración de un manual para redes de distribución eléctrica subterránea. Tesis Br. Universidad de Costa Rica, Fac. Ing. y Arq.

<http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0835t.pdf>

BARAHONA A. W. A. 2009. Estándar para la construcción de líneas subterráneas de distribución de energía eléctrica. Tesis Ing. Universidad de El Salvador. Fac. Ing. y Arq.

<http://ri.ues.edu.sv/3295/>

AES El Salvador. 2011. Estándar de Construcción de Líneas Subterráneas. El Salvador

<http://www.aeselsalvador.com>

IEEE Std. 142. 2007. Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, (Revision of IEEE Std. 142, 1991), 167 P.

Instituto Costarricense de Electricidad. 2009. Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea, Costa Rica

GENERAL ELECTRICAL COMPANY. 1989. Short Circuit Current Calculations. TABLE 6 Secondary Short Circuit Currents. 34 P.

GENERAL ELECTRICAL COMPANY. 1998. Three-phase Padmount Distribution Transformers. GE179025.

AUCAPIÑA J. O, NIOLA J. C. 2012. Proyecto de especificaciones técnicas para el diseño de redes subterráneas de la empresa eléctrica regional Centro Sur SA, Tesis Ing. Universidad Politécnica Salesiana. Fac. Ing. y Arq.

GE Energy Industrial Solutions. 2012. Series MT Analizadores de Redes. Vol. 03/12

ANEXOS

ANEXO A CONSUMO ACTUAL

La demanda actual que posee la universidad de El Salvador se consiguió por medio de facturas de consumo eléctrico. El estudio del consumo actual se realizó con facturas del año 2005 a 2012.

| AÑO 2005 | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|---------|----------|------------------------|
| ANUAL | TOTAL SUMA DE TODOS LOS KWH | | | | | | | | |
| | 3869,556.30 | | | | | | | | |
| ENERO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 224,451.30 | 289 | 7800 | 4120 | 12540 | 6240 | 1477 | 2970 | 1526 |
| | | | 7080 | 4160 | 13750 | 6720 | 1283 | 2860 | 202 |
| | | | 27480 | 15280 | 69850 | 29880 | 7893 | 20130 | 664 |
| | | 289 | 42360 | 23560 | 96140 | 42840 | 10653 | 25960 | 2392 |
| | | | | | | | | | |
| FEBRERO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 244,194.00 | 289 | 7800 | 4120 | 12540 | 6240 | 1477 | 2970 | 1526 |
| | | | 7080 | 4160 | 13750 | 6720 | 1283 | 2860 | 202 |
| | | | 27480 | 15280 | 69850 | 29880 | 7893 | 20130 | 664 |
| | | 289 | 42360 | 23560 | 96140 | 42840 | 10653 | 25960 | 2392 |
| MARZO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 326,047.00 | 234 | 11680 | 5480 | 17490 | 7440 | 1851 | 3960 | 1365 |
| | | | 2917 | 9000 | 4360 | 1780 | 6120 | 1446 | 2860 |
| | | | 47880 | 24160 | 121990 | 20520 | 13268 | 20130 | |
| | | 3151 | 68560 | 34000 | 141260 | 34080 | 16565 | 26950 | 1481 |

| ABRIL | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
|-------|------------------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|---------|----------|------------------------|
| | 383,200.00 | 245 | 14160 | 5400 | 18260 | 8760 | 2062 | 4400 | 2032 |
| | | 3201 | 8760 | 3880 | 17050 | 6600 | 1430 | 2970 | 95 |
| | | | 57600 | 23600 | 130680 | 34680 | 15005 | 22330 | |
| | | 3446 | 80520 | 32880 | 165990 | 50040 | 18497 | 29700 | 2127 |
| MAYO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 395,307.00 | 339 | 15120 | 6080 | 21450 | 9600 | 2354 | 5170 | 1811 |
| | | 2584 | 10200 | 5040 | 20680 | 7440 | 1770 | 3740 | 128 |
| | | | 54600 | 25280 | 132110 | 30120 | 14941 | 24750 | |
| | | 2923 | 79920 | 36400 | 174240 | 47160 | 19065 | 33660 | 1939 |
| JUNIO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 379,974.00 | 364 | 14040 | 5360 | 18700 | 8680 | 2371 | 5060 | 1843 |
| | | 3162 | 8400 | 4000 | 17710 | 7560 | 1624 | 3960 | 109 |
| | | | 54960 | 21600 | 124080 | 36960 | 14681 | 24750 | |
| | | 3526 | 77400 | 30960 | 160490 | 53200 | 18676 | 33770 | 1952 |
| JULIO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 419,188.00 | 367 | 15600 | 5760 | 21450 | 9360 | 2355 | 6710 | 2116 |
| | | 2450 | 9360 | 4760 | 20570 | 8160 | 1705 | 6600 | 135 |
| | | | 61060 | 23760 | 137060 | 36240 | 16110 | 27500 | |
| | | 2817 | 86020 | 34280 | 179080 | 53760 | 20170 | 40810 | 2251 |

| AGOSTO | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
|------------|------------------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|---------|----------|------------------------|
| | 312,780.00 | 332 | 10320 | 3800 | 16060 | 5880 | 1478 | 6380 | 1217 |
| | | 2329 | 7080 | 4000 | 15620 | 5040 | 1201 | 6270 | 112 |
| | | | 42000 | 17680 | 108020 | 24000 | 12181 | 21780 | |
| | | 2661 | 59400 | 25480 | 139700 | 34920 | 14860 | 34430 | 1329 |
| SEPTIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 418,751.00 | 445 | 15360 | 4480 | 21670 | 9480 | 2387 | 8140 | 1796 |
| | | 3263 | 9360 | 3480 | 21120 | 8040 | 1738 | 7920 | 250 |
| | | | 60000 | 25280 | 139040 | 32880 | 14242 | 28380 | |
| | | 3708 | 84720 | 33240 | 181830 | 50400 | 18367 | 44440 | 2046 |
| OCTUBRE | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 402,658.00 | 384 | 14760 | 4160 | 21120 | 9000 | 2306 | 7590 | 1626 |
| | | 2868 | 8520 | 3800 | 19140 | 7200 | 1591 | 7810 | 83 |
| | | | 53640 | 25760 | 135630 | 35040 | 14340 | 26290 | |
| | | 3252 | 76920 | 33720 | 175890 | 51240 | 18237 | 41690 | 1709 |
| NOVIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
| | 455,169.00 | 419 | 17640 | 4720 | 21890 | 9480 | 2403 | 7810 | 2425 |
| | | 2763 | 10080 | 4520 | 19250 | 7560 | 1624 | 7260 | 184 |
| | | | 67680 | 28920 | 152020 | 39960 | 16971 | 29590 | |
| | | 3182 | 95400 | 38160 | 193160 | 57000 | 20998 | 44660 | 2609 |

| DICIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | PARQUEO Y BIENESTAR | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA |
|-----------|------------------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|---------|----------|------------------------|
| | 310,495.25 | 445 | 15360 | 4480 | 21670 | 9480 | 2387 | 8140 | 1796 |
| | | 3263 | 9360 | 3480 | 21120 | 8040 | 1738 | 7920 | 250 |
| | | | 60000 | 25280 | 139040 | 32880 | 14242 | 28380 | |
| | | 3708 | 84720 | 33240 | 181830 | 50400 | 18367 | 44440 | 2046 |

Tabla 53 Consumo Energético año 2005

| AÑO 2009 | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------------------|----------------|---------------|
| ANUAL | TOTAL SUMA DE TODOS LOS KWH | | | | | | | | | |
| | 5045,076.06 | | | | | | | | | |
| ENERO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 222,527.36 | 7788 | 2868 | 16522 | 5621 | 1416.13 | 6182 | 1457 | 267.15 | 8.12 |
| | | 6156 | 2712 | 17160 | 5720 | 1336.55 | 7029 | 337 | 306.94 | 8.12 |
| | | 26976 | 9844 | 65219 | 13343 | 6528.48 | 16093 | | 967.9 | 660.97 |
| | | 40920 | 15424 | 98901 | 24684 | 9281.16 | 29304 | 1794 | 1541.99 | 677.21 |
| FEBRERO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 289,433.64 | 9252 | 3652 | 18018 | 5929 | 2075.47 | 6138 | 1733 | 155.09 | 8.12 |
| | | 7164 | 3528 | 18920 | 5830 | 1716.57 | 6941 | 382 | 180.26 | 16.24 |
| | | 36264 | 15836 | 92961 | 23837 | 9419.2 | 17347 | | 1443.74 | 686.95 |
| | | 52680 | 23016 | 129899 | 35596 | 13211.24 | 30426 | 2115 | 1779.09 | 711.31 |

| MARZO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
|-------|------------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------------------|----------------|---------------|
| | 386,796.98 | 13080 | 4080 | 20790 | 7040 | 2288.22 | 6490 | 2834 | 203 | 24.36 |
| | | 7920 | 4080 | 20680 | 6160 | 1602.89 | 7370 | 322 | 227.36 | 24.36 |
| | | 56880 | 20160 | 127160 | 34870 | 15911.95 | 21670 | | 2484.72 | 2444.12 |
| | | 77880 | 28320 | 168630 | 48070 | 19803.06 | 35530 | 3156 | 2915.08 | 2492.84 |
| ABRIL | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 460,378.90 | 16320 | 4400 | 22220 | 9460 | 2518.82 | 7810 | 3136 | 235.48 | 16.24 |
| | | 7800 | 4280 | 21780 | 7150 | 1758.79 | 8030 | 324 | 267.96 | 16.24 |
| | | 66240 | 27040 | 153120 | 46420 | 18354.45 | 26070 | | 2639 | 2971.92 |
| | | 90360 | 35720 | 197120 | 63030 | 22632.06 | 41910 | 3460 | 3142.44 | 3004.4 |
| MAYO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 426,593.88 | 14772 | 4360 | 22990 | 8690 | 2322.32 | 7150 | 2905 | 243.6 | 8.12 |
| | | 8208 | 4120 | 23100 | 7700 | 2273.6 | 7040 | 339 | 267.96 | 16.24 |
| | | 60288 | 22960 | 141790 | 40260 | 16597.28 | 23540 | | 2038.12 | 2614.64 |
| | | 83268 | 31440 | 187880 | 56650 | 21193.2 | 37730 | 3244 | 2549.68 | 2639 |
| JUNIO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 507,303.88 | 17628 | 4600 | 24090 | 9460 | 2858.24 | 7590 | 3703 | 194.88 | 24.36 |
| | | 8952 | 4040 | 23540 | 8030 | 2078.72 | 7590 | 346 | 219.24 | 24.36 |
| | | 71712 | 26320 | 177100 | 51920 | 21518 | 28820 | | 2111.2 | 2833.88 |
| | | 98292 | 34960 | 224730 | 69410 | 26454.96 | 44000 | 4049 | 2525.32 | 2882.6 |

| JULIO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
|------------|------------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------------------|----------------|---------------|
| | 399,177.52 | 14880 | 3760 | 20680 | 7469 | 2354.8 | 6710 | 3185 | 162.4 | 8.12 |
| | | 8160 | 3480 | 21010 | 6699 | 2062.48 | 6930 | 343 | 227.36 | 16.24 |
| | | 56880 | 20120 | 132770 | 37752 | 16012.64 | 23210 | | 1973.16 | 2322.32 |
| | | 79920 | 27360 | 174460 | 51920 | 20429.92 | 36850 | 3528 | 2362.92 | 2346.68 |
| AGOSTO | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 389,734.52 | 12960 | 3800 | 20460 | 7293 | 2127.44 | 6820 | 2960 | 227.36 | 24.36 |
| | | 8280 | 3440 | 21120 | 6831 | 1948.8 | 7700 | 341 | 211.12 | 16.24 |
| | | 50640 | 19520 | 138380 | 35002 | 14534.8 | 21890 | | 1688.96 | 1518.44 |
| | | 71880 | 26760 | 179960 | 49126 | 18611.04 | 36410 | 3301 | 2127.44 | 1559.04 |
| SEPTIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 439,180.96 | 15600 | 3840 | 20790 | 8558 | 2468.48 | 6820 | 3032 | 154.28 | 16.24 |
| | | 8040 | 3400 | 19910 | 7150 | 1981.28 | 7150 | 384 | 186.76 | 24.36 |
| | | 60480 | 23640 | 148060 | 49236 | 18042.64 | 24200 | | 2744.56 | 3272.36 |
| | | 84120 | 30880 | 188760 | 64944 | 22492.4 | 38170 | 3416 | 3085.6 | 3312.96 |

| OCTUBRE | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
|-----------|------------------|--------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------------------|----------------|---------------|
| | 501,597.20 | 17640 | 4480 | 23320 | 8910 | 2598.4 | 7150 | 3533 | 186.76 | 16.24 |
| | | 8760 | 4120 | 21890 | 7150 | 2046.24 | 7370 | 373 | 203 | 24.36 |
| | | 68280 | 28000 | 176000 | 54230 | 20998.32 | 27830 | | 2866.36 | 3621.52 |
| | | 94680 | 36600 | 221210 | 70290 | 25642.96 | 42350 | 3906 | 3256.12 | 3662.12 |
| NOVIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 517,757.28 | 19272 | 4584 | 23771 | 9295 | 2777.04 | 8162 | 4008 | 206.25 | 22.74 |
| | | 9024 | 4172 | 22418 | 8063 | 2166.42 | 8162 | 253 | 236.29 | 22.74 |
| | | 71580 | 28860 | 177936 | 54461 | 21464.41 | 30074 | | 3135.13 | 3631.26 |
| | | 99876 | 37616 | 224125 | 71819 | 26407.87 | 46398 | 4261 | 3577.67 | 3676.74 |
| DICIEMBRE | SUMA KWH MENSUAL | ANDA | MEDICINA | AGRONOMIA | ING. FOSA | DERECHO | COMPLEJO | ECONOMIA Y ODONTOLOGIA | ROTONDA 100KVA | ROTONDA 75KVA |
| | 504,593.94 | 20628 | 4240 | 23430 | 9328 | 2926.45 | 8294 | 3322 | 216.8 | 9.74 |
| | | 9744 | 3748 | 21868 | 7535 | 2181.03 | 8294 | 223 | 250.91 | 17.05 |
| | | 71088 | 25864 | 172997 | 54021 | 20662.15 | 28941 | | 2689.34 | 2075.47 |
| | | 101460 | 33852 | 218295 | 70884 | 25769.63 | 45529 | 3545 | 3157.05 | 2102.26 |

Tabla 54 Consumo Energético año 2009

El consumo que presento la universidad por año es la siguiente.

| AÑOS | CONSUMO KWH |
|------|-------------|
| 2004 | 3869556.3 |
| 2005 | 3791713.5 |
| 2006 | 4879312.07 |
| 2007 | 4811559.06 |
| 2008 | 4901754.31 |
| 2009 | 5045076.06 |
| 2010 | 5033296.64 |
| 2011 | 4920558.44 |

Tabla 55 Consumo Energético años 2005-2012

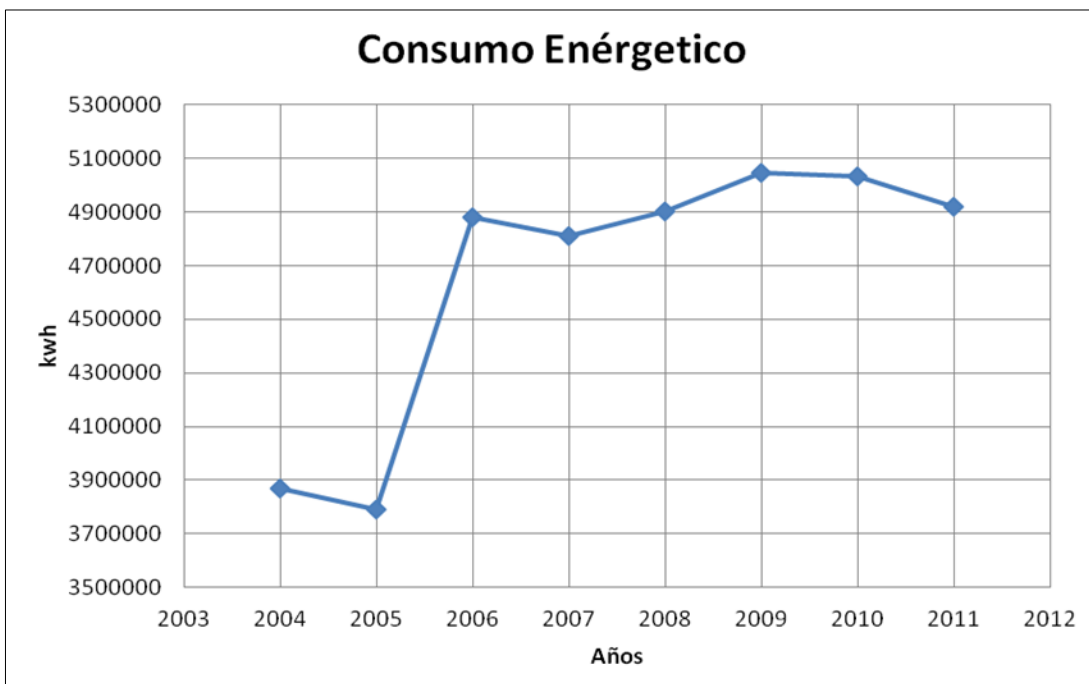


Figura 24 Consumo Energético años 2005-2012

ANEXO B FORMATO DE PRESUPUESTO

ETAPA 1

| ETAPA 1 | | | | |
|--|----------|--------|-----------------|--------------|
| (Incluye transformadores desde T1 a T5) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | | | | |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| TOTAL 1.1 | | | \$ | - |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | | | | |
| 1.2.2 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.3 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.4 6- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.5 8- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.6 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.7 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | | | | |
| 1.2.9 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.8 9- # 3/0 + 3- # 4 en 3 Ø 3" | | | | |
| 1.2.10 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.11 4- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | | | | |
| 1.2.12 3- # 6 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| 1.2.13 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| 1.2.14 6- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.15 4- # 4 + 1- # 8 en Ø 2" | | | | |
| TOTAL 1.2 | | | \$ | - |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | | | | |
| | | | | |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | | | | |
| | | | | |
| TOTAL 2 | | | \$ | - |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 225 KVA | | | | |
| | | | | |
| 3.2- Transformador de 300 KVA | | | | |
| | | | | |
| 3.3- Transformador de 150 KVA | | | | |
| | | | | |
| 3.4- Transformador seco de 112.5 KVA | | | | |
| | | | | |
| TOTAL 3 | | | \$ | - |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 1200 A. Main de 1000 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 200 A/2P | | | | |
| 1- 350 A/2P | | | | |
| 1- 450 A/2P | | | | |
| 1- 400 A/2P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) | | | | |
| 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|----------|--------|-----------------|---------------|
| 4.2 Barras de 500 A. Main de 350 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 150 A/2p 1 175 A/3P 2 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.3 Barras de 800 A. Main de 800A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 600 A/2p 1 175 A/3P 1 200 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3 Medidores | | | | |
| 4.4 Barras de 800 A. Main de 600A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2 60 A/2p 1 225 A/2p 1 175 A/3P 1 150 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.5 Barras de 1000 A. Main de 900A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 500 A/2p 2 150 A/2P 1 125 A/3P 1 250 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| | | | TOTAL 4 | \$0.00 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existente para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | | | | |
| | | | TOTAL 5 | \$ - |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 150 KVA | | | | |
| 6.2 Para transformador de 300 KVA | | | | |
| 6.3 Para Transformador de 225 KVA | | | | |
| 6.4 Para poste Acometida | | | | |
| | | | TOTAL 6 | \$ - |
| 7- Poste Acometida | | | | |
| Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate | | | | |
| | | | TOTAL 7 | \$ - |
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 8- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Pozo de Registro Secundario | | | | |
| 8.2 Pozo de Registro Primario | | | | |
| | | | TOTAL 8 | \$ - |
| 9- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 9.1 Para Transformador de 150 KVA | | | | |
| 9.2 Para Transformador de 300 KVA | | | | |
| 9.3 Para Transformador de 225 KVA | | | | |
| | | | TOTAL 9 | \$ - |
| 10- Caseta para Tablero de Distribución. | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | | | TOTAL 10 | \$ - |
| SUMA TOTAL DE PARTIDAS | | | | \$ - |
| 13 % IVA | | | | \$ - |
| TOTAL ETAPA 1 | | | | \$ - |

ETAPA 2

| ETAPA 2 | | | | |
|--|----------|--------|-----------------|---------------|
| (Incluye transformadores desde T6 a T10) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | | | | |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| TOTAL 1.1 | | | | \$ - |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | | | | |
| 1.2.2 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2" | | | | |
| 1.2.3 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.4 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| 1.2.5 6- # 1/0 + 2- # 6 en 2 Ø 2" | | | | |
| 1.2.6 8- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.7 3- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.8 4- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.9 8- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3" | | | | |
| 1.2.10 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| TOTAL 1.2 | | | | \$ - |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | | | | |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | | | | |
| TOTAL 2 | | | | \$ - |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 225 KVA | | | | |
| 3.2- Transformador de 300 KVA | | | | |
| TOTAL 3 | | | | \$0.00 |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 1000 A. Main de 800 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales: | | | | |
| 1- 90 A/2p | | | | |
| 1- 150 A/2P | | | | |
| 1- 300 A/2P | | | | |
| 1- 350 A/3P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) | | | | |
| 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.2 Barras de 800 A. Main de 800 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 150 A/2p | | | | |
| 1- 175 A/3P | | | | |
| 1- 250 A/3P | | | | |
| 1- 225 A/3P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) | | | | |
| 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|--|----------|--------|-----------------|---------------|
| 4.3 Barras de 1000 A. Main de 800A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 375 A/3p 1- 450 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 3- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.4 Barras de 600 A. Main de 600A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 250 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3- Medidores | | | | |
| 4.5 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 3- Medidores (Solo espacio) 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 1- 500 A/3P 1- 100 A/2P 1- 125 A/2P | | | | |
| | | | TOTAL 4 | \$0.00 |
| 5- Medidores Incluye medidor, transformadores de corriente e instalacion, en el tablero. Ademas incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Electrica. | | | | |
| | | | TOTAL 5 | \$ - |
| 6- Redes de Tierra Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 300 KVA | | | | |
| 6.2 Para transformador de 225 KVA | | | | |
| 6.3 Para poste Acometida | | | | |
| | | | TOTAL 6 | \$ - |
| 7- Poste Acometida Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate | | | | |
| | | | TOTAL 7 | \$ - |
| OBRA CIVIL Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 8- Pozos de Registro Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Pozo de Registro Secundario | | | | |
| 8.2 Pozo de Registro Primario | | | | |
| | | | TOTAL 8 | \$ - |
| 9- Fosa para Transformador Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 9.1 Para Transformador de 300 KVA | | | | |
| 9.2 Para Transformador de 225 KVA | | | | |
| | | | TOTAL 9 | \$ - |
| 10- Caseta para Tablero de Distribución. Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | | | TOTAL 10 | \$ - |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ - |
| 13 % IVA | | | | \$ - |
| TOTAL ETAPA 2 | | | | \$ - |

ETAPA 3

| ETAPA 3 | | | | |
|--|----------|------------|-----------------|--------------|
| (Incluye transformadores desde T11 a T13) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| <i>1.1- Alimentadores para Media Tensión</i> | | | | |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| TOTAL 1.1 | | | | \$ - |
| <i>1.2 - Alimentadores para Baja Tensión</i> | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 | 250 | MCM | en Ø 3" | |
| 1.2.2 | 350 | MCM | en Ø 3" | |
| 1.2.3 | 6- | # 3/0 + 2- | # 4 en 2 Ø 3" | |
| 1.2.4 | 4- | # 2/0 + 1- | # 4 en Ø 3" | |
| 1.2.5 | 4- | # 3/0 + 1- | # 4 en Ø 3" | |
| 1.2.7 | 3- | # 2 + 1- | # 8 en Ø 1" | |
| 1.2.6 | 3- | # 4/0 + 1- | # 2 en Ø 3" | |
| 1.2.8 | 8- | # 2/0 + 2- | # 4 en 2 Ø 3" | |
| 1.2.9 | 3- | # 2/0 + 1- | # 4 en Ø 3" | |
| 1.2.10 | 8- | # 1/0 + 2- | # 6 en 2 Ø 2" | |
| 1.2.11 | 3- | # 3/0 + 1- | # 4 en Ø 3" | |
| TOTAL 1.2 | | | | \$ - |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| <i>2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.</i> | | | | |
| <i>2.2 Terminales para empalmes secundarios</i> | | | | |
| TOTAL 2 | | | | \$ - |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| <i>3.1- Transformador de 225 KVA</i> | | | | |
| <i>3.2- Transformador de 300 KVA</i> | | | | |
| <i>3.3- Transformador de 500 KVA</i> | | | | |
| TOTAL 3 | | | | \$0.00 |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación. | | | | |
| <i>4.1 Barras de 1600 A. Main de 1300 A/3P</i> | | | | |
| 35 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 100 A/2P | | | | |
| 1- 350 A/3P | | | | |
| 1- 200 A/2P | | | | |
| 2- 300 A/3P | | | | |
| 1- 350 A/3P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) | | | | |
| 6 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| <i>4.2 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P</i> | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1 200 A/2P | | | | |
| 2 250 A/2P | | | | |
| 2 90 A/3P (Solo espacio) | | | | |
| 3 Medidores (Solo espacio) | | | | |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------|
| 4.3 Barras de 1000 A. Main de 900 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1 175 A/2P | | | | |
| 1 175 A/3P | | | | |
| 1 200 A/2P | | | | |
| 1 400 A/2P | | | | |
| 1 225 A/2P | | | | |
| 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) | | | | |
| 5 Medidores (Solo espacio) | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$0.00 |
| 5- Medidores | | | | |
| Incluye medidor, transformadores de corriente e instalacion, en el tablero. Ademas incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingenieria Electrica. | | | | |
| | TOTAL 5 | | | \$ - |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 500 KVA | | | | |
| 6.2 Para transformador de 500 KVA | | | | |
| 6.3 Para transformador de 225 KVA | | | | |
| | TOTAL 6 | | | \$ - |
| OBRA CIVIL | | | | |
| Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 7- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 7.1 Pozo de Registro Secundario | | | | |
| 7.2 Pozo de Registro Primario | | | | |
| | TOTAL 7 | | | \$ - |
| 8- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Para Transformador de 500 KVA | | | | |
| 8.2 Para Transformador de 300 KVA | | | | |
| 8.3 Para Transformador de 225 KVA | | | | |
| | TOTAL 8 | | | \$ - |
| 9- Caseta para Tablero de Distribución. | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 9 | | | \$ - |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ - |
| 13 % IVA | | | | \$ - |
| TOTAL ETAPA 3 | | | | \$ - |

ETAPA 4

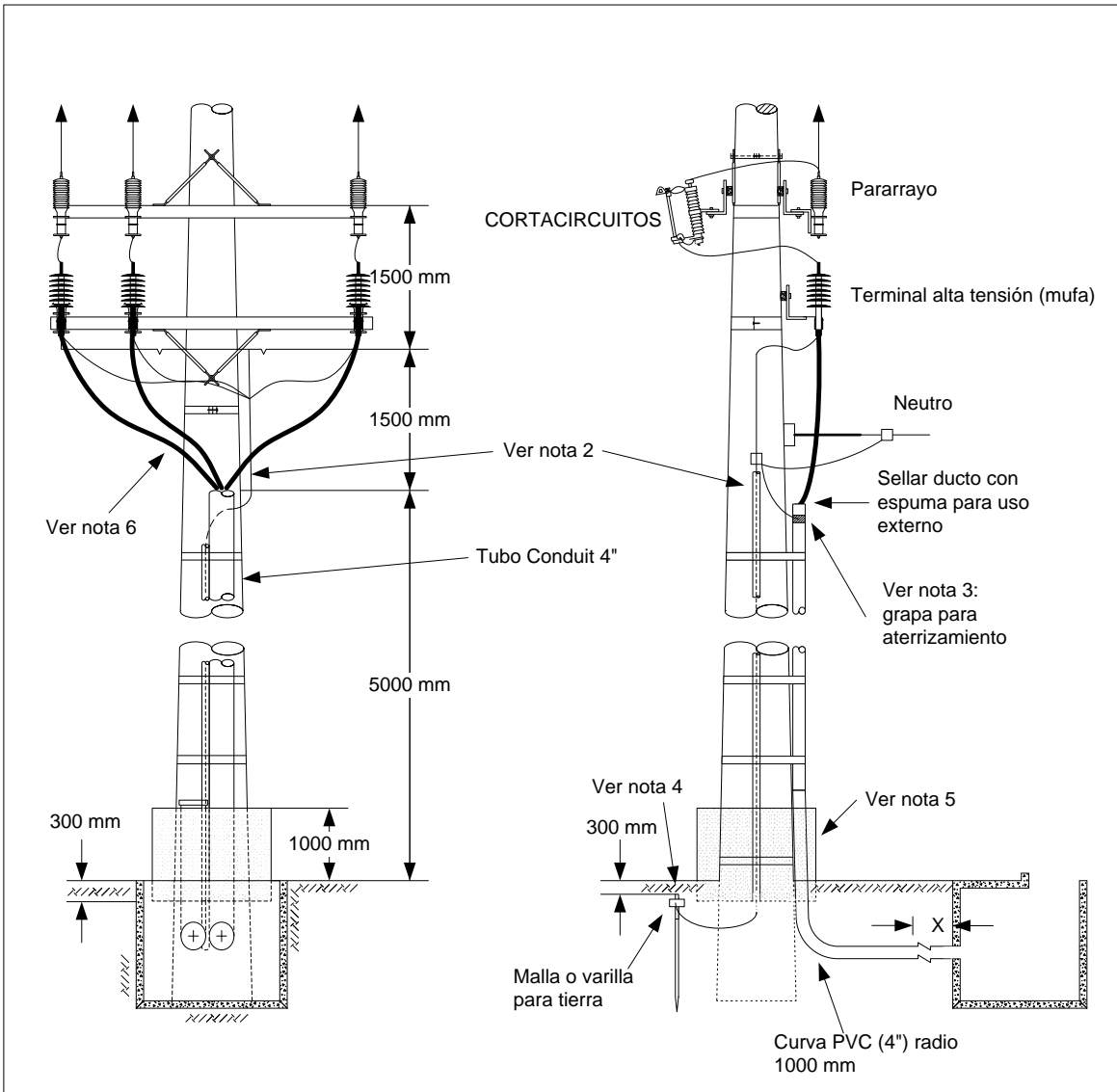
| ETAPA 4 | | | | |
|--|----------|--------|------------------|--------------|
| (Incluye transformadores desde T14 a T18) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| 1.1- Alimentadores para Media Tensión | | | | |
| 3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control. | | | | |
| | | | TOTAL 1.1 | \$ - |
| 1.2 - Alimentadores para Baja Tensión | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación | | | | |
| 1.2.1 250 MCM en Ø 3" | | | | |
| 1.2.2 3/0 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.3 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.4 6- # 2/0 + 2- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.5 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.6 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.7 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3" | | | | |
| 1.2.8 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| 1.2.9 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1" | | | | |
| 1.2.10 4- # 2 + 1- # 8 en Ø 2" | | | | |
| | | | TOTAL 1.2 | \$ - |
| 2- Accesorios | | | | |
| Incluye Material y Mano de Obra | | | | |
| 2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri. | | | | |
| 2.2 Terminales para empalmes secundarios | | | | |
| | | | TOTAL 2 | \$ - |
| 3- Transformadores | | | | |
| Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación | | | | |
| 3.1- Transformador de 112.5 KVA | | | | |
| 3.2- Transformador de 150 KVA | | | | |
| 3.3- Transformador de 225 KVA | | | | |
| | | | TOTAL 3 | \$0.00 |
| 4- Tableros de Distribución Secundaria | | | | |
| Incluye interruptor principal, ramales y Medidores. Incluye además instalación. | | | | |
| 4.1 Barras de 800 A. Main de 700 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 200A/2P | | | | |
| 1- 225 A/2P | | | | |
| 1- 175 A/3P | | | | |
| 1- 200 A/3P | | | | |
| 1- 125 A/3P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) | | | | |
| 5- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.2 Barras de 400 A. Main de 400 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : | | | | |
| 1- 125 A/2P | | | | |
| 1- 200 A/2P | | | | |
| 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) | | | | |
| 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |

| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------------|--------|-----------------|---------------|
| 4.3 Barras de 600 A. Main de 600 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2- 90 A/2P 1- 200 A/2P 1- 225 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.4 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 250 A/2P 1- 175 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio) | | | | |
| 4.5 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P | | | | |
| 22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 325 A/2p 1 90 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2 Medidores | | | | |
| | TOTAL 4 | | | \$0.00 |
| 5- Medidores Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica. | | | | |
| | TOTAL 5 | | | \$ - |
| 6- Redes de Tierra | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red | | | | |
| 6.1 Para transformador de 225 KVA | | | | |
| 6.2 Para transformador de 150 KVA | | | | |
| 6.3 Para transformador de 112.5 KVA | | | | |
| | TOTAL 6 | | | \$ - |
| OBRA CIVIL Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica | | | | |
| 7- Pozos de Registro | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 7.1 Pozo de Registro Secundario | | | | |
| 7.2 Pozo de Registro Primario | | | | |
| | TOTAL 7 | | | \$ - |
| 8- Fosa para Transformador | | | | |
| Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado. | | | | |
| 8.1 Para Transformador de 225 KVA | | | | |
| 8.2 Para Transformador de 150 KVA | | | | |
| 8.3 Para Transformador de 112.5 KVA | | | | |
| | TOTAL 8 | | | \$ - |
| 9- Caseta para Tablero de Distribución. | | | | |
| Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad. | | | | |
| | TOTAL 9 | | | \$ - |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ - |
| 13 % IVA | | | | \$ - |
| TOTAL ETAPA 4 | | | | \$ - |

DESMONTAJE DE RED ACTUAL.


| DESMONTAJE | | | | |
|---|----------|--------|-----------------|---------------|
| (Desmontaje red aérea actual) | | | | |
| Partida | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
| OBRA ELECTRICA | | | | |
| 1. Alimentadores | | | | |
| Retiro de alimentadores ACSR # 2 y WP | | | | |
| TOTAL 1 | | | | \$ - |
| 2- Transformadores | | | | |
| Incluye la desinstalación del transformador y el desmontaje | | | | |
| 2.1- Transformador de 15 a 25 KVA en poste | | | | |
| 2.2- Transformador de 37.5 a 50 KVA en poste | | | | |
| 2.3- Transformador de 75 a 100 KVA en poste | | | | |
| 2.4- Transformador de 167 KVA en poste | | | | |
| 2.5- Transformador de 15 a 50 KVA en piso | | | | |
| 2.6- Transformador de 75 a 100 KVA en piso | | | | |
| 2.7- Transformador de 167 KVA en piso | | | | |
| TOTAL 2 | | | | \$0.00 |
| 3- Postes de concreto | | | | |
| 3.1 Desvestir poste trifásico | | | | |
| 3.2 Desvestir poste monofásico | | | | |
| 3.3 Desmontaje de poste de concreto 26 a 35 pies | | | | |
| TOTAL 5 | | | | \$ - |
| SUMA TOTAL DE PARTIDA | | | | \$ - |
| 13 % IVA | | | | \$ - |
| TOTAL DESMONTAJE | | | | \$ - |

ANEXO C PLANOS



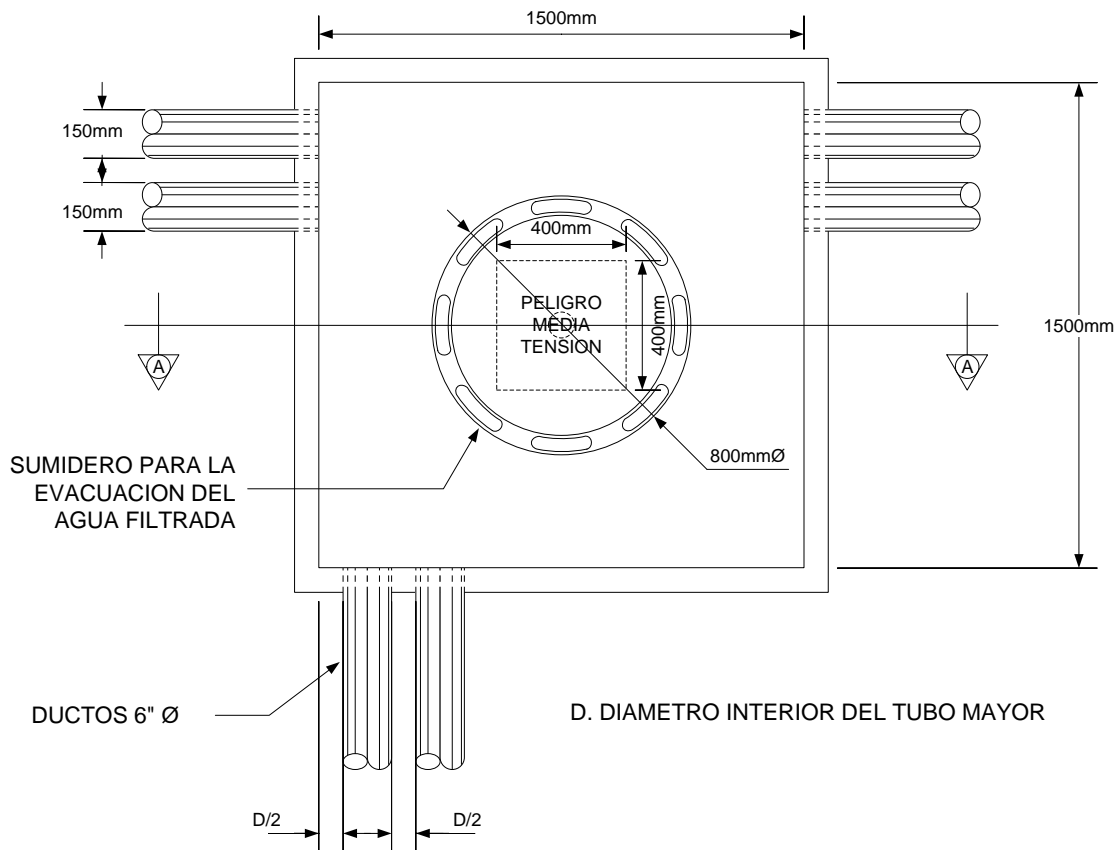
NOTAS:

1. POSTE DE CONCRETO DE 40 PIES.
2. BAJANTE EN CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE #1/0 INSTALADO EN TUBO CONDUIT 3/4". CUMPLIR CON LAS NORMAS ASTM B1, B2, B3 Y B8.
3. UTILIZAR GRAPA DE ATERRIZAMIENTO.
4. CONECTOR DE COMPRESION PARA VARILLA A TIERRA.
5. DETALLE PEDESTAL DE CONCRETO.
6. 3 CONDUCTORES XLPE #1/0

| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|---|
|  | <h1>TAS1</h1> | TRANSICIÓN TRIFÁSICA AÉREA-SUBTERRÁNEA MONTAJE PARA EL ICE |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: Sin escala |


DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m



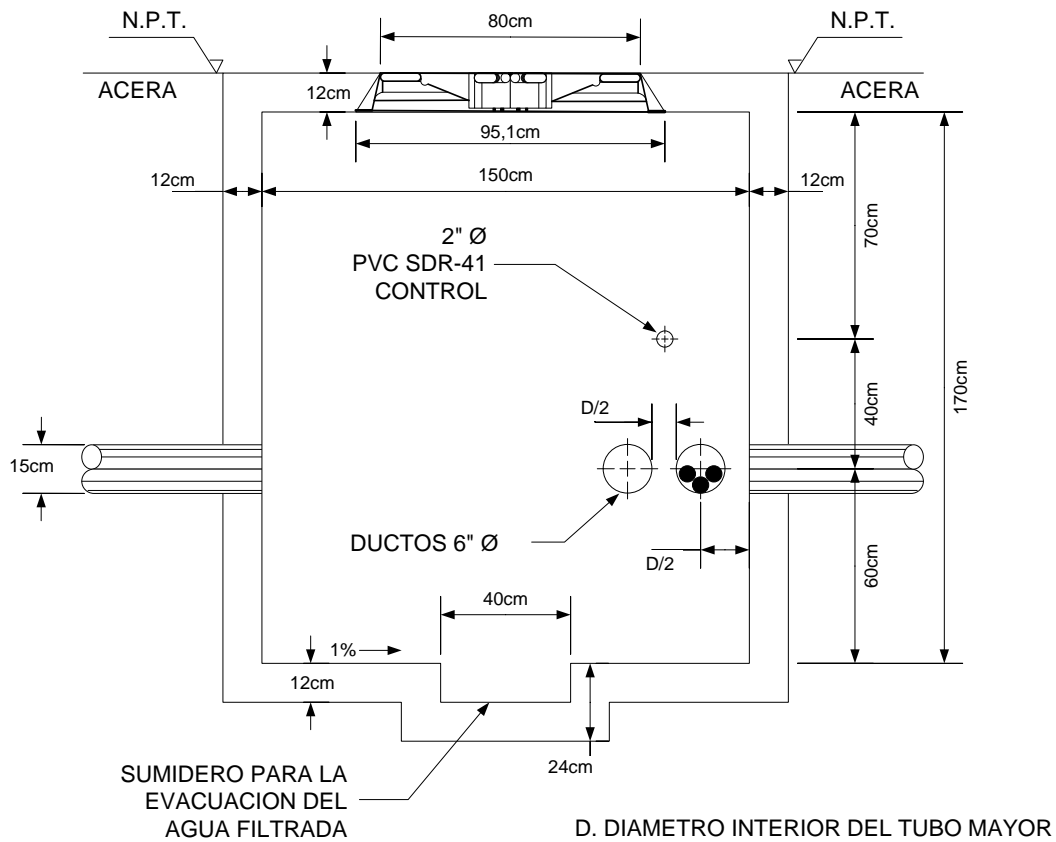
NOTAS:

- PARED DE CONCRETO ARMADO.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARA PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

| | Figura | Nombre |
|---|----------------------|---|
|  | <p>PRMT 1</p> | <p>CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA CON DUCTOS DE 6"</p> |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:20 |


DIMENSIONES INTERNAS:

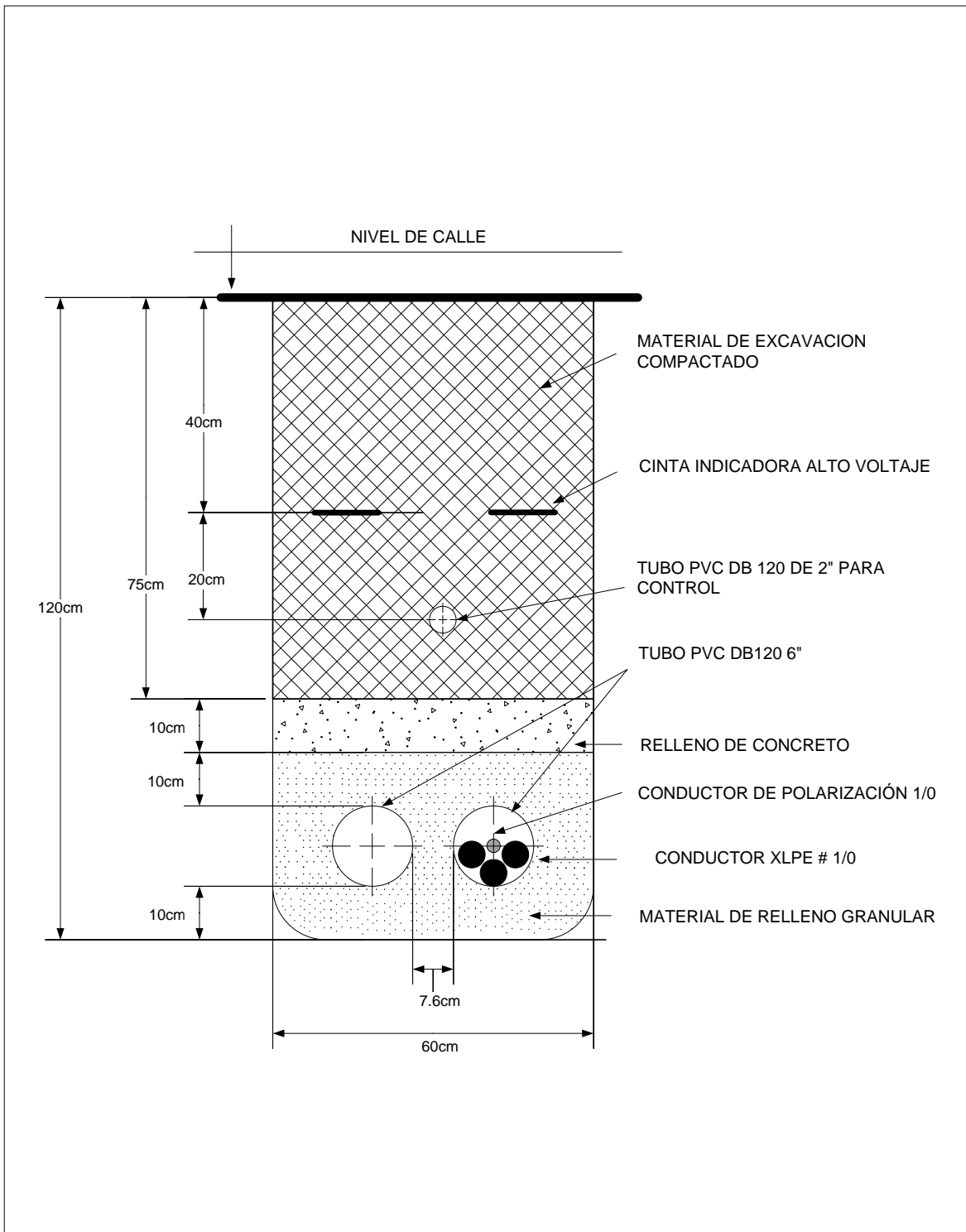
1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m




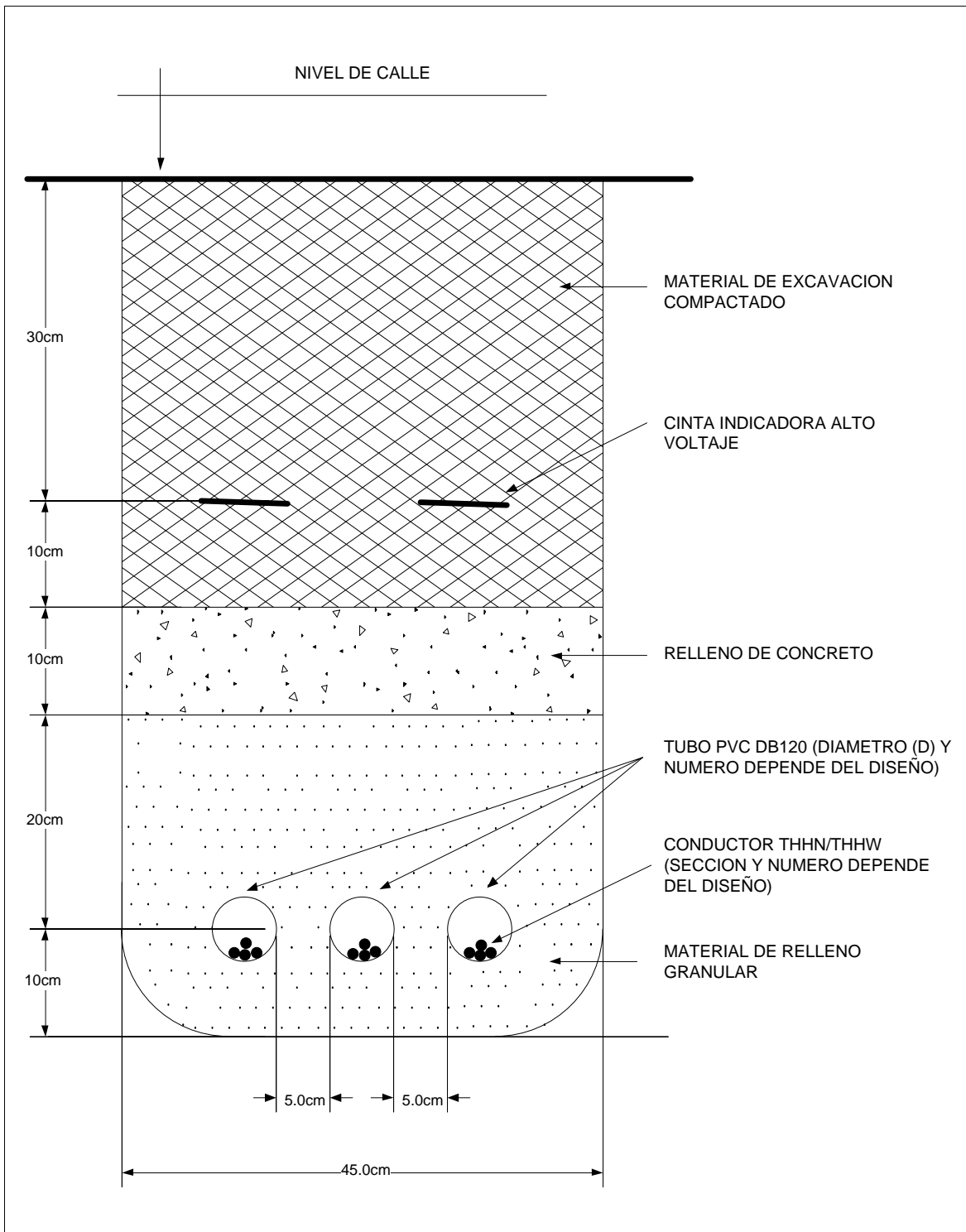
NOTAS:


- PARED DE CONCRETO ARMADO.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARA PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

| | Figura | Nombre |
|---|----------------------|---|
|  | <p>PRMT 2</p> | <p>CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA CON DUCTOS DE 6"</p> |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:20 |



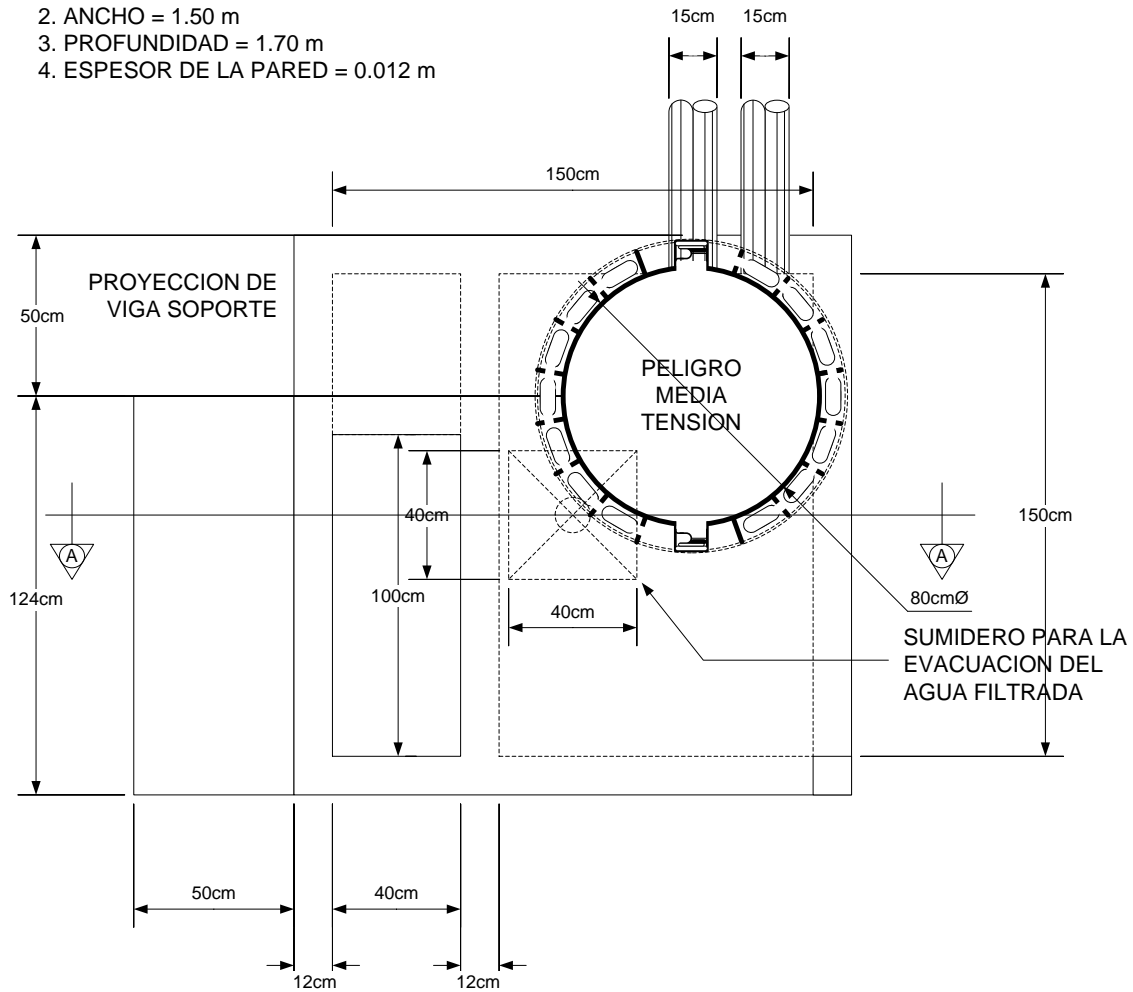
| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|-------------------------------------|
|  | <h1>CMT</h1> | <h2>CANALIZACION MEDIA TENSION</h2> |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:10 |



| | Figura | Nombre |
|---|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">CBT</p> | <p style="text-align: center;">CANALIZACION BAJA TENSION</p> |
| | <p>Fecha: 09-08-2013</p> | <p>Escala: 1:5</p> |


DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m



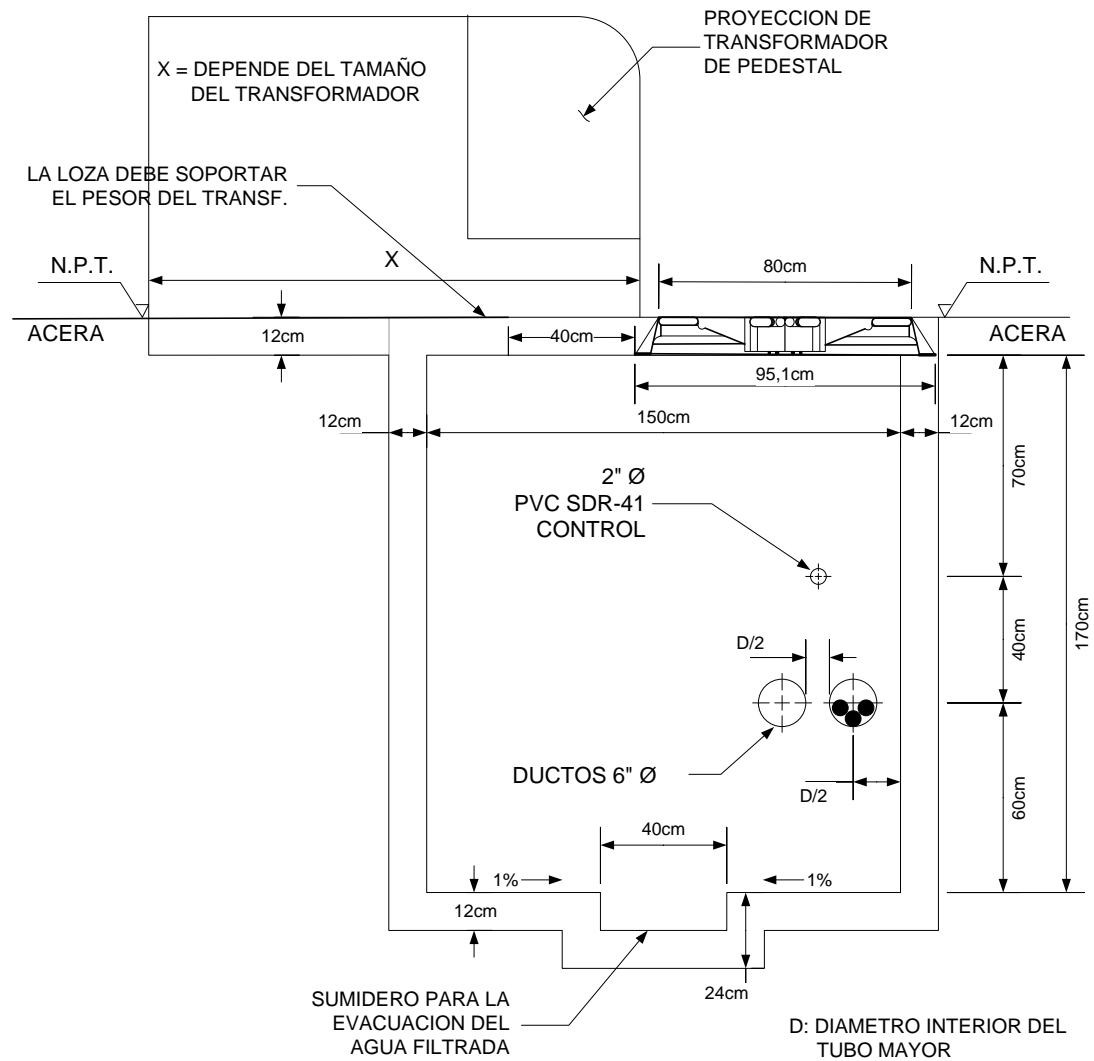
NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MAXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA: REFERIRSE A LA LAMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARAN.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.

| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|--|
|  | PRT 1 | POZO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PDESTAL. DUCTOS DE 6" |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:20 |


DIMENSIONES INTERNAS:

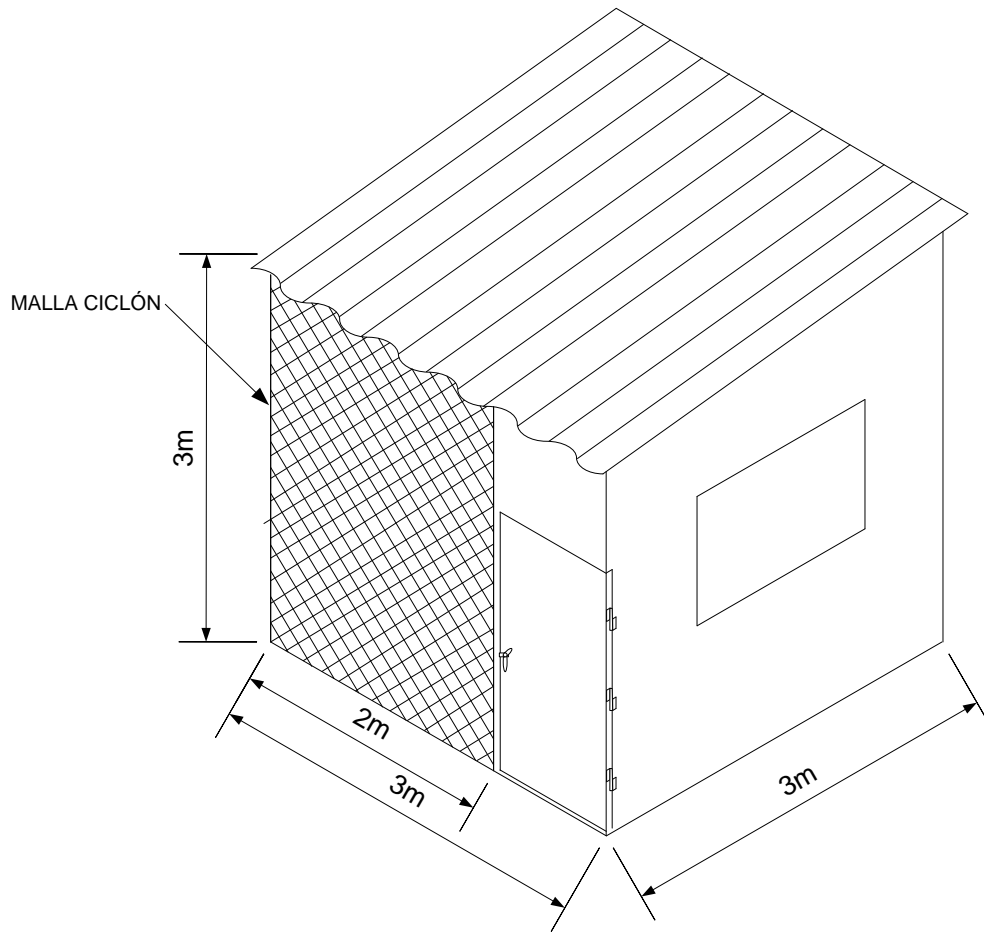
1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m




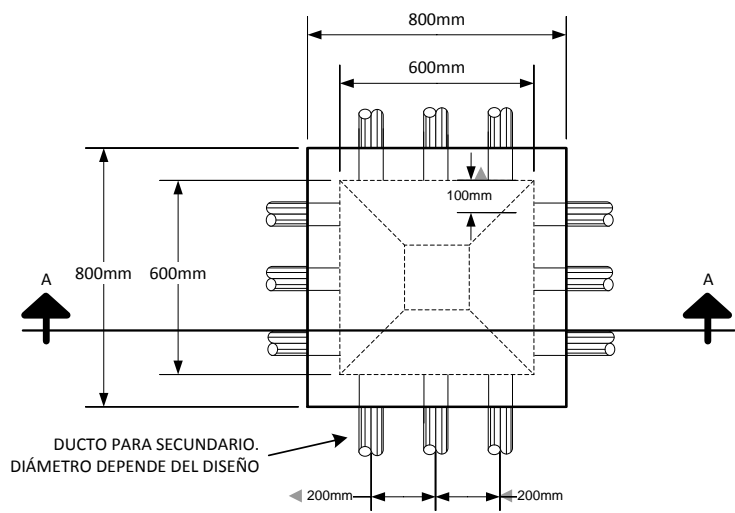
NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MAXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA: REFERIRSE A LA LAMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARAN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.

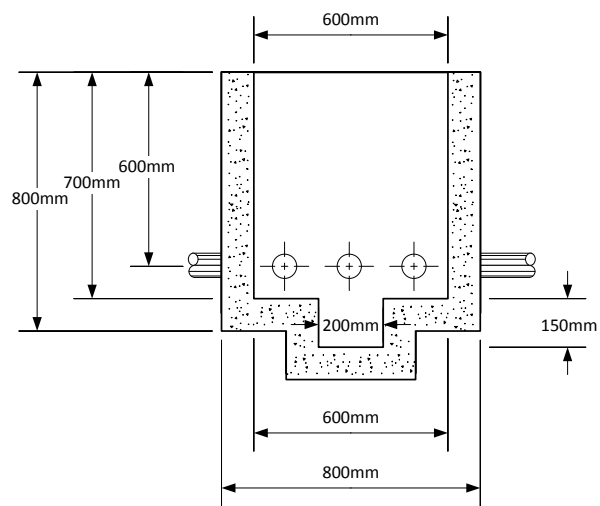
| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|--|
|  | PRT 2 | POZO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PDESTAL. DUCTOS DE 6" |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:20 |




| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|---|
|  | CAB | CABINA PARA TRANSFORMADOR PAD MOUNTED TRIFÁSICO. |
| | Fecha: 09-08-2013 | Escala: 1:50 |

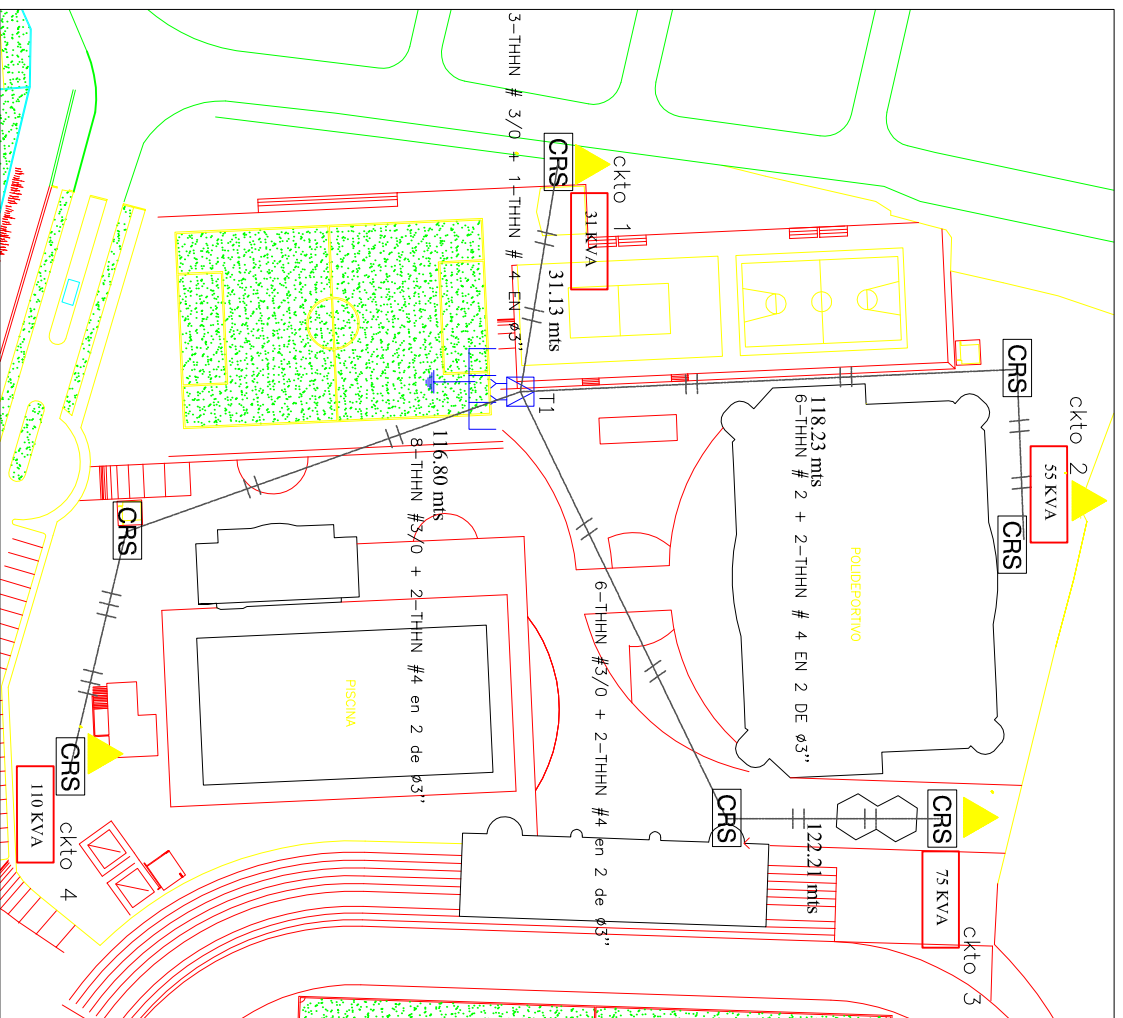


PLANTA



CORTE A-A

| | Figura | Nombre |
|---|-------------------|------------------------------------|
|  | <p>CRS</p> | <p>CAJA DE REGISTRO SECUNDARIO</p> |
| | Fecha: 01-08-2013 | Escala 1:20 |



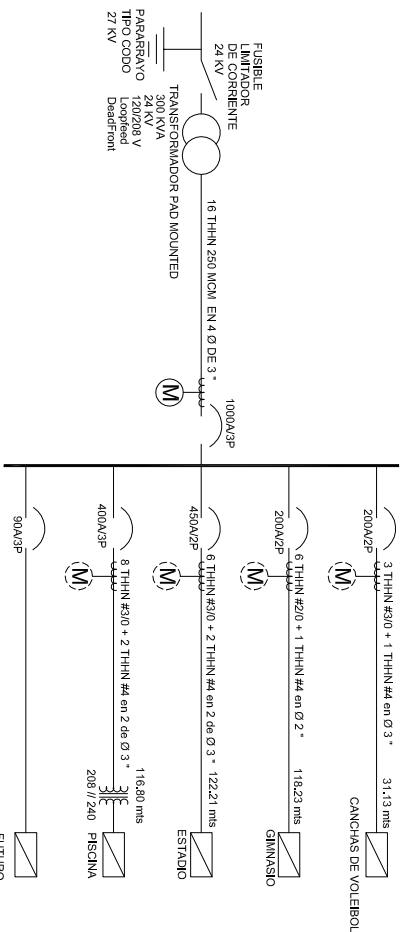
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR I ESCALA sin escala

| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 1 | | | | | |
|---|---------------------|--------------|---------|-----------------|--------------------------------------|
| CTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | CONDUCTORES |
| 1 | CANCHAS DE VOLEIBOL | 10 | 120/208 | 148.03 | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 2 | GINNASIO | 10 | 120/208 | 296.40 | 6-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 3 | ESTADIO | 10 | 120/208 | 390.58 | 6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 de Ø 3" |
| 4 | PISCINA | 30 | 120/208 | 305.34 | 6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 de Ø 3" |
| 5 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | |
| TOTALES | | | | 1,148.75 | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Bases de 1200 amperios, Interruptor principal de 1000 amps, 3 Poles, 1 medidor de 14x1 1/4 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicadores y espado para alfiler 4 medidores digitales de 14x1 1/4 mm.

ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o helados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #1



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

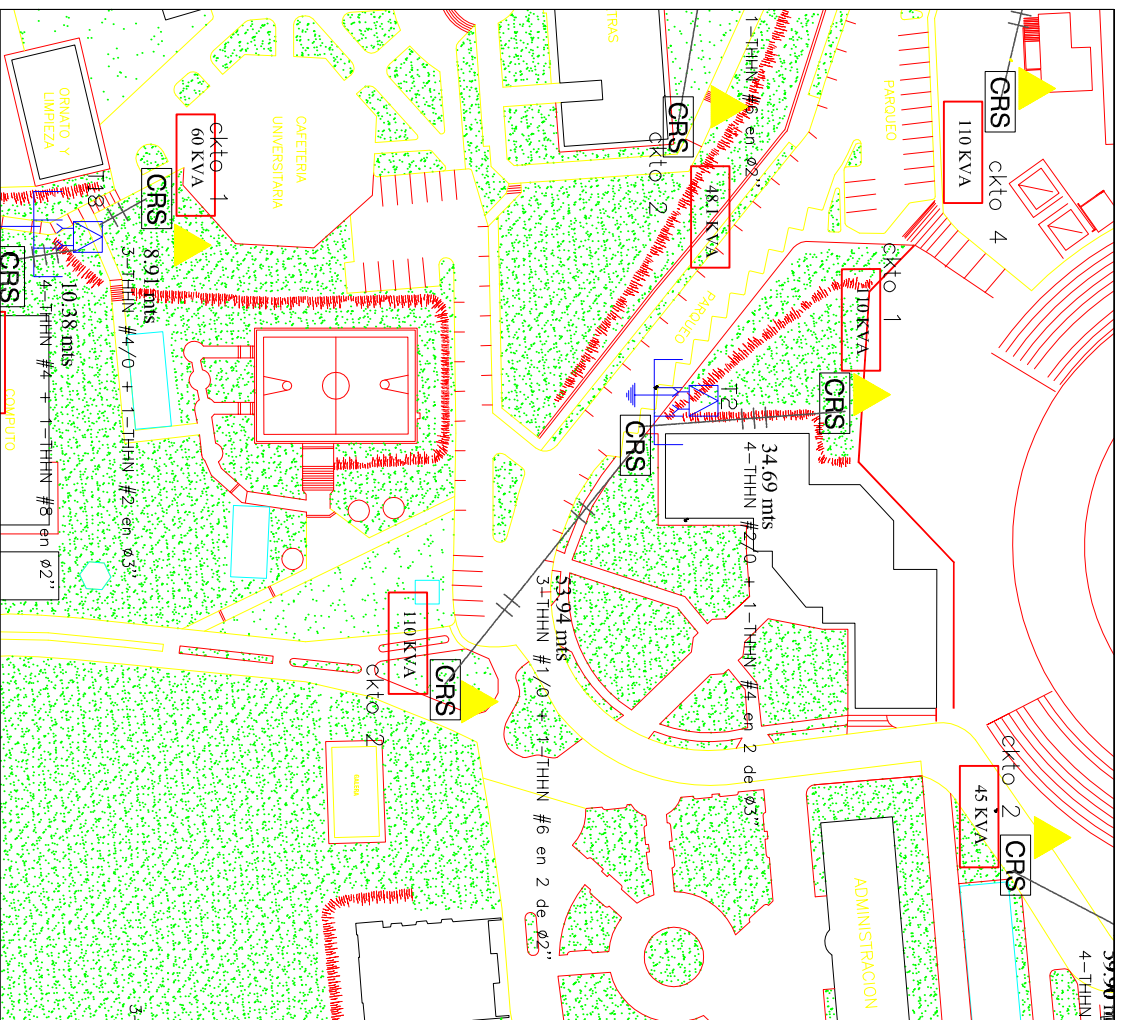
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

Nº HOJA
1/18





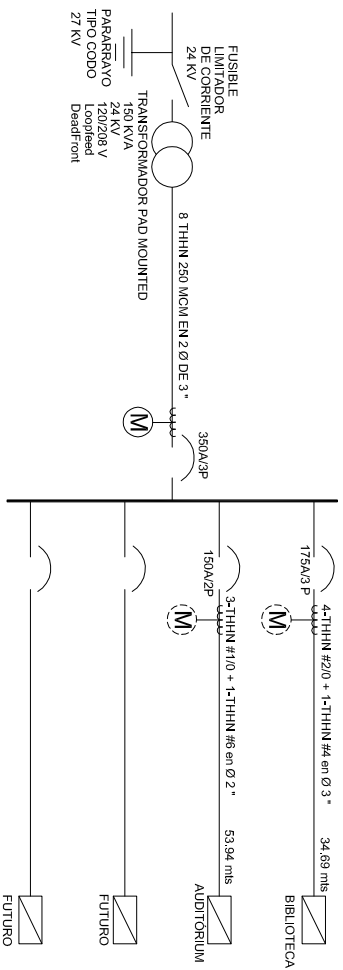
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 2

ESCALA sin escala

| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 2 | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|-------|----------|---------------------|--------------|--------------------------|
| ORTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MTR/SU) | CONDUCTORES | |
| 1 | BIBLIOTECA | 30 | 45 | 120/208 | 124.91 | 175A/3 Polos | 34.69 |
| 2 | AUDITORIUM | 10 | 25 | 120/208 | 120.19 | 150A/2 Polos | 53.94 |
| 3 | FUTURO | 30 | 25 | 120/208 | 69.40 | | |
| 4 | FUTURO | 30 | 25 | 120/208 | 69.40 | | |
| TOTALES | | | | 120 | 383.90 | | Transformador de 150 KVA |

Panelboard trifasico, 120/208 V. Barras de 500 Amperios, Interruptor principal de 350 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con las protecciones indicadas y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES: 1 Ø T1H1N 250 MCM 1Ø POR FASE + 2 NEUTRO EN 2 Ø DE 3" Ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #2



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

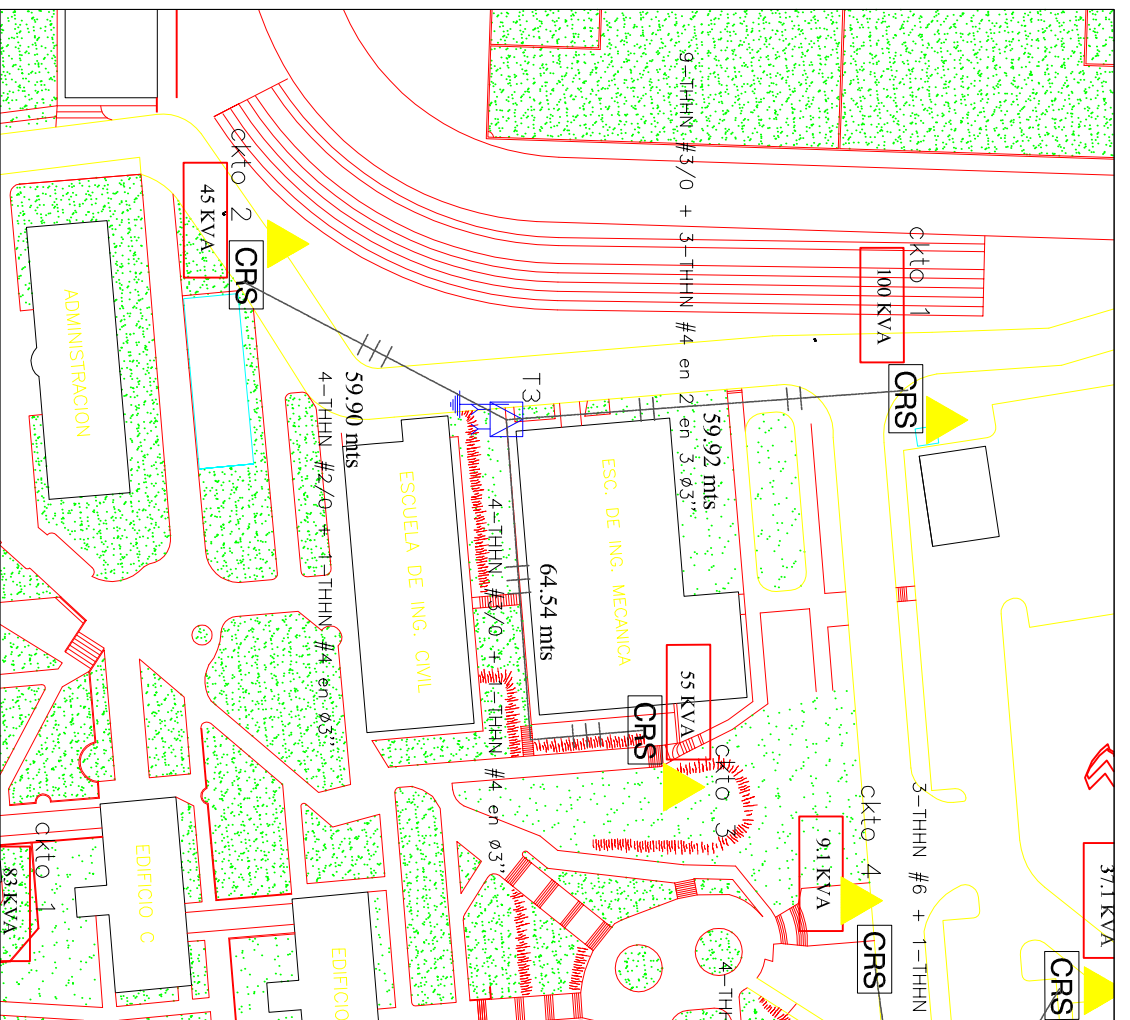
CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

revisión:
diseño:
dibujo:

Nº HOJA
2/18





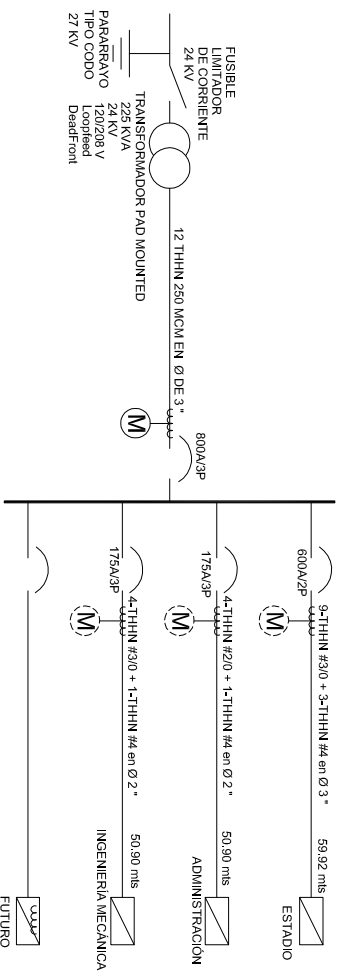
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 3

ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | CONDUCTORES |
|----------------|---------------------|--------------|---------|---------------|------------|---------------------------------------|
| 1 | ESTADIO | 100 | 120/208 | 480.77 | 600A/2 | 59.92 9-TTHN #3/0 + 3-TTHN #4 en Ø 3" |
| 2 | ADMINISTRACION | 45 | 120/208 | 124.91 | 175A/3 | 50.90 4-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2" |
| 3 | INGENIERIA MECANICA | 30 | 120/208 | 152.87 | 175A/3 | 50.90 4-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2" |
| 4 | FUTURO | 25 | 120/208 | 89.40 | | |
| TOTALES | | 225 | | 827.75 | | Transformador de 225 KVA |

Panelboard trifasico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 800 Amprs, 3 Poles, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de bus cables, 22 KVAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 12 TTHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #3



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

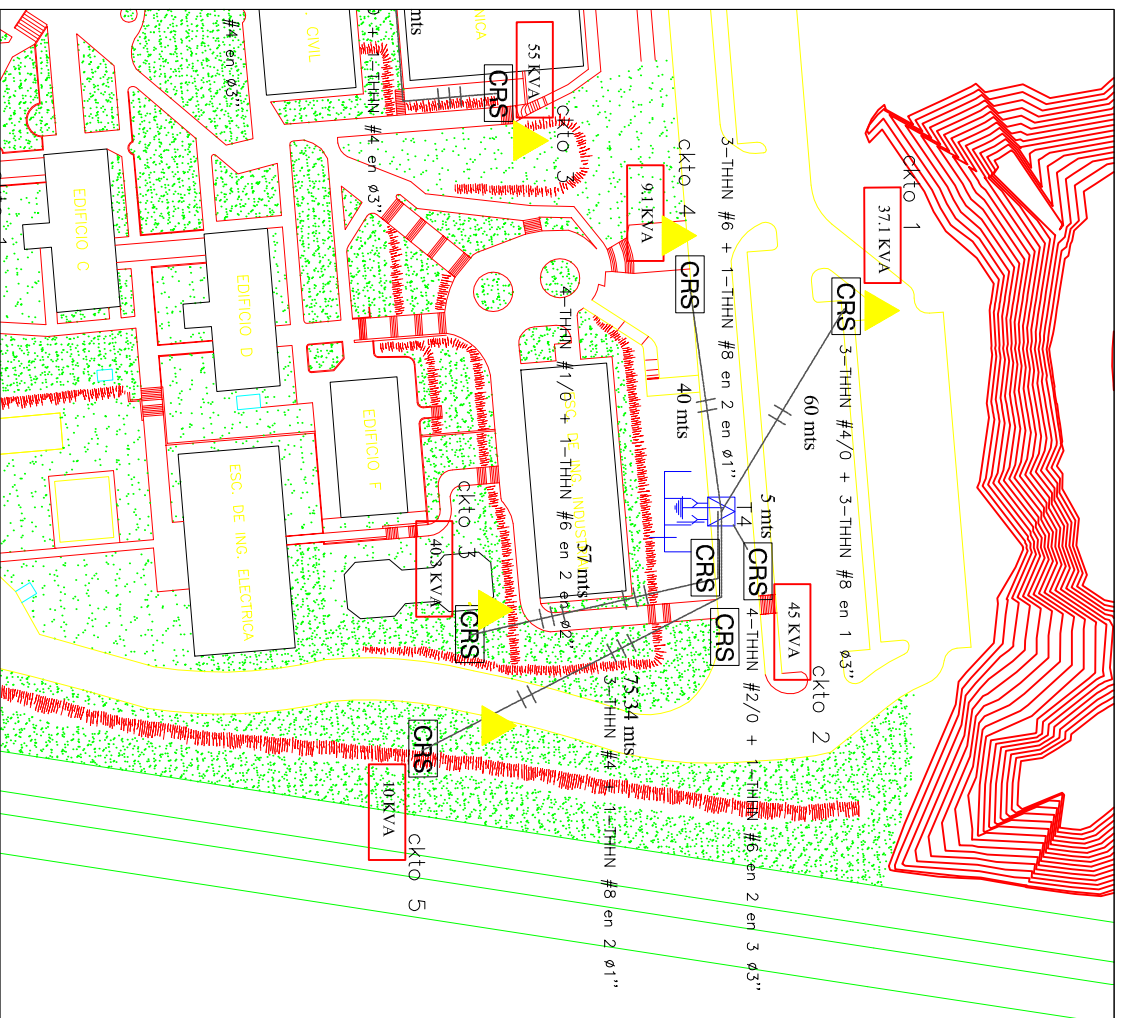
PRESENTAN :

HERNAN PARRADA, MANUEL OVIDIO MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN MATI AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
revisión:
diseño:
Nº HOJA 3/18



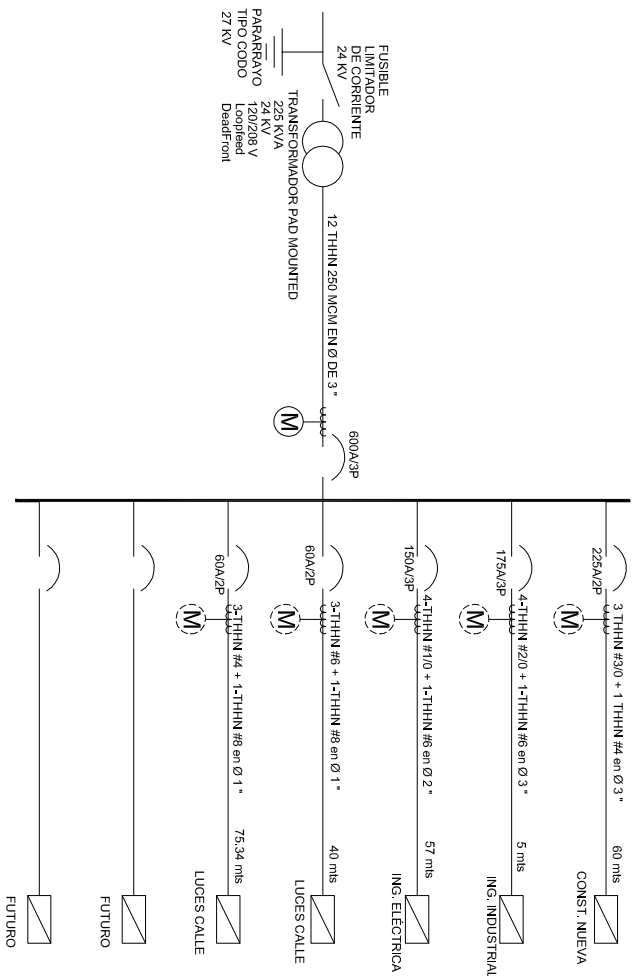


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 4. ESCALA sin escala

| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 4 | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|---------|---------------|-------------------|---------------------------------|
| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MISL) | CONDUCTORES |
| 1 | CONST. NUEVA | 37.5 | 120/208 | 180.29 | 225A/2 Pdoos | 3-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3" |
| 2 | ING. INDUSTRIAL | 45 | 120/208 | 124.91 | 175A/3 Pdoos | 4-THHN #2/0 + 1-THHN #6 en Ø 3" |
| 3 | ING. ELECTRICA | 30 | 120/208 | 111.98 | 150A/3 Pdoos | 4-THHN #2/0 + 1-THHN #6 en Ø 2" |
| 4 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 43.75 | 60A/2 Pdoos | 3-THHN #6 + 1-THHN #8 en Ø 1" |
| 5 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 48.08 | 60A/2 Pdoos | 3-THHN #4 + 1-THHN #8 en Ø 1" |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | |
| 7 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | |
| TOTALES | | 191.9 | | 647.69 | | Transformador de 225 KVA |

Panelboard trifasico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios - Interruptor principal de 600 Ampos. 3 Pdoos. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables.
 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alijar 6 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #4



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

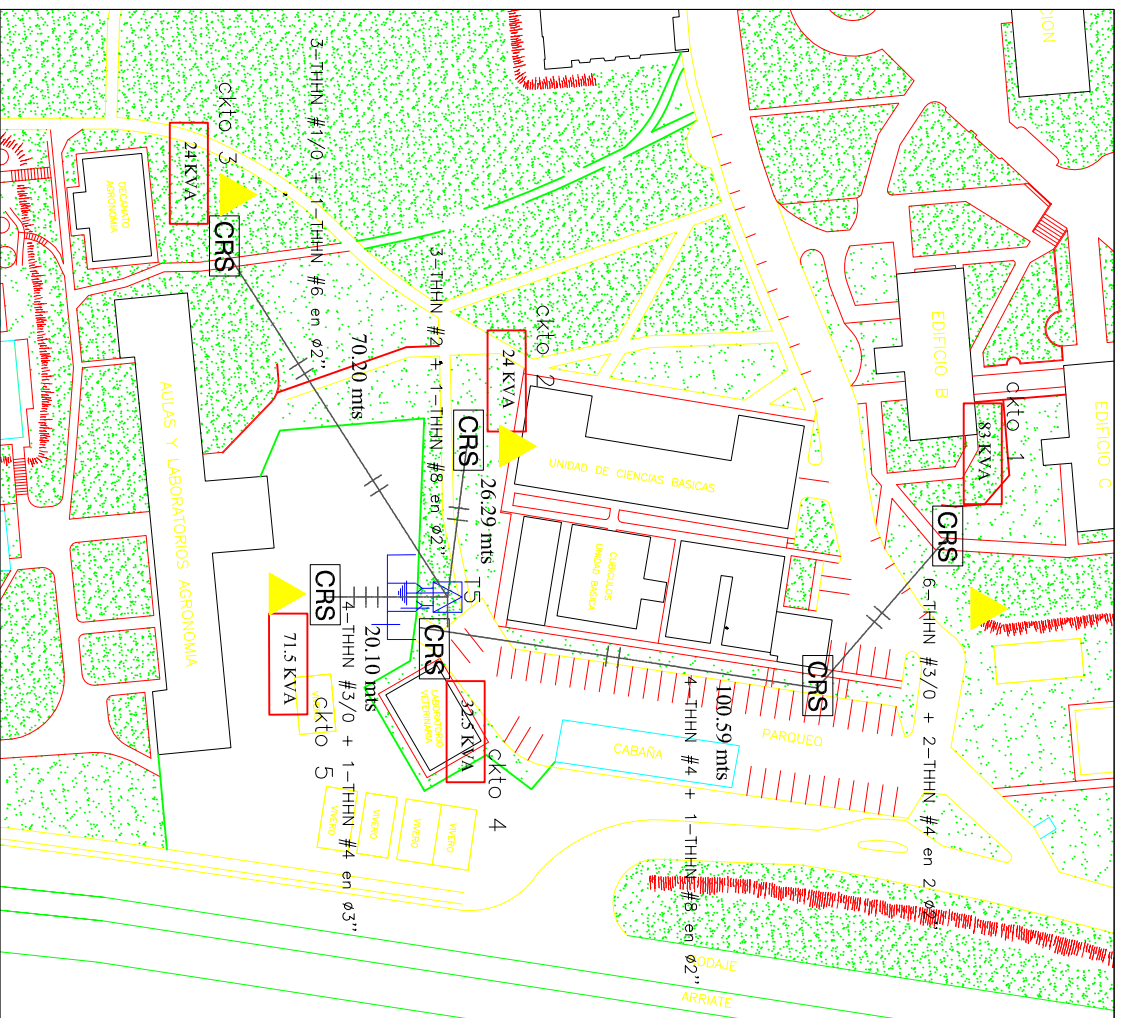
PRESENTAN :
 HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATYA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA
 INDICADA



Nº HOJA
 4/18

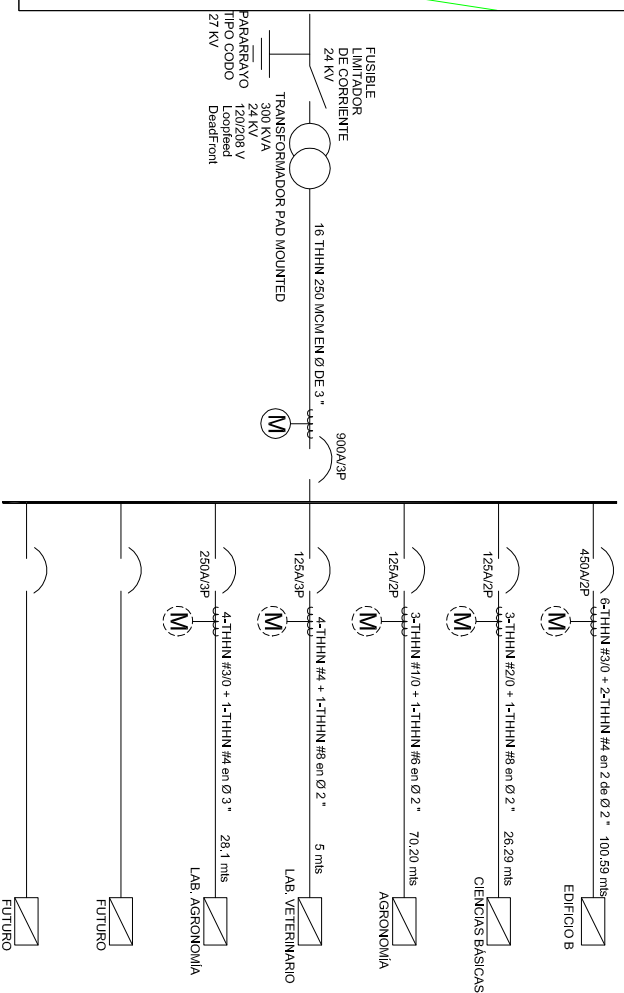


| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 5 | | | | | | | |
|---|------------------|--------------|---------|----------|------------|------------------|--|
| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD (M) (L) | CONDUCTORES |
| 1 | EDIFICIO B | 10 | 120/208 | 345.83 | 450A/2 Pds | 100.59 | 6-T1H1N #3/0 + 2-T1H1N #4 en 2 de Ø 2" |
| 2 | CIENCIAS BASICAS | 10 | 120/208 | 100.0 | 125A/2 Pds | 26.29 | 3-T1H1N #2/0 + 1-T1H1N #8 en Ø 2" |
| 3 | AGRONOMIA | 10 | 120/208 | 100.0 | 125A/2 Pds | 70.20 | 3-T1H1N #1/0 + 1-T1H1N #6 en Ø 2" |
| 4 | LAB. VETERINARIO | 30 | 120/208 | 90.21 | 125A/3 Pds | 5 | 4-T1H1N #4 + 1-T1H1N #6 en Ø 2" |
| 5 | LAB. AGRONOMIA | 30 | 120/208 | 198.47 | 250A/3 Pds | 28.1 | 4-T1H1N #3/0 + 1-T1H1N #4 en Ø 3" |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| 7 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALS | | 285 | | 973.31 | | | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperios, Interruptor principal de 900 Amps, 3 Pds., 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para añadir 5 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES: 16 T1H1N 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #5



DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 5 ESCALA sin escala

RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

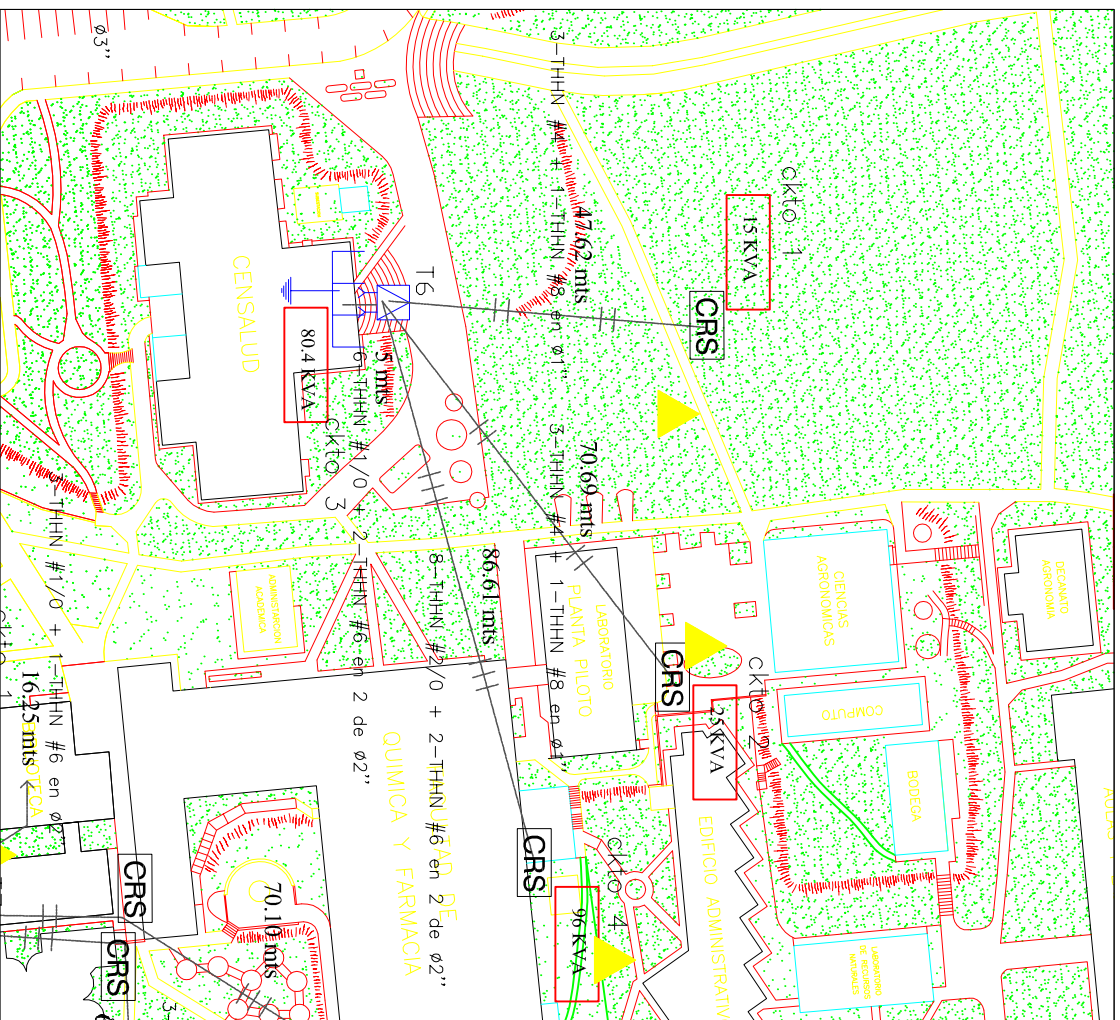
PRESENTAN :
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA

revisión:
diseño:
5/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 6

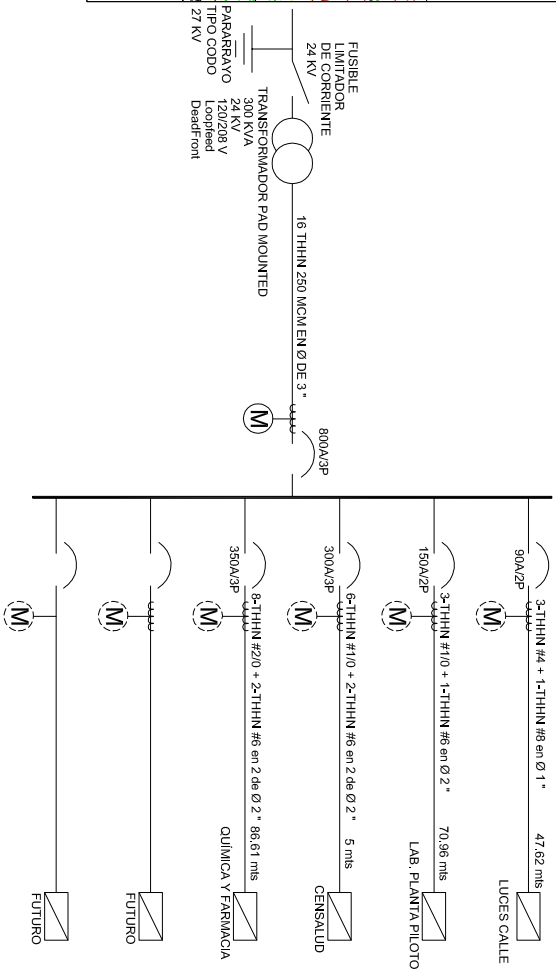
ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD MTS(L) | CONDUCTORES |
|----------------|--------------------|--------------|---------|---------------|--------------|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 72.12 | 90A/2 Polos | 47.62 | 3-THHN #4 + 1-THHN #6 en Ø 1" |
| 2 | LAB. PLANTA PILOTO | 10 | 120/208 | 120.19 | 150A/2 Polos | 70.96 | 3-THHN #10 + 1-THHN #6 en Ø 2" |
| 3 | CENSALUD | 30 | 120/208 | 223.17 | 300A/3 Polos | 5 | 6-THHN #10 + 2-THHN #6 en 2 de Ø 2" |
| 4 | QUIMICA Y FARMACIA | 30 | 120/208 | 266.48 | 350A/3 Polos | 86.61 | 6-THHN #20 + 2-THHN #6 en 2 de Ø 2" |
| 5 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | 266.4 | | 820.76 | | | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1000 Amperios. Interruptor principal de 800 Amps. 3 Podos. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables. 22 KAIC, con los ramales indicadores y espacio para alinear 4 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES - 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #6



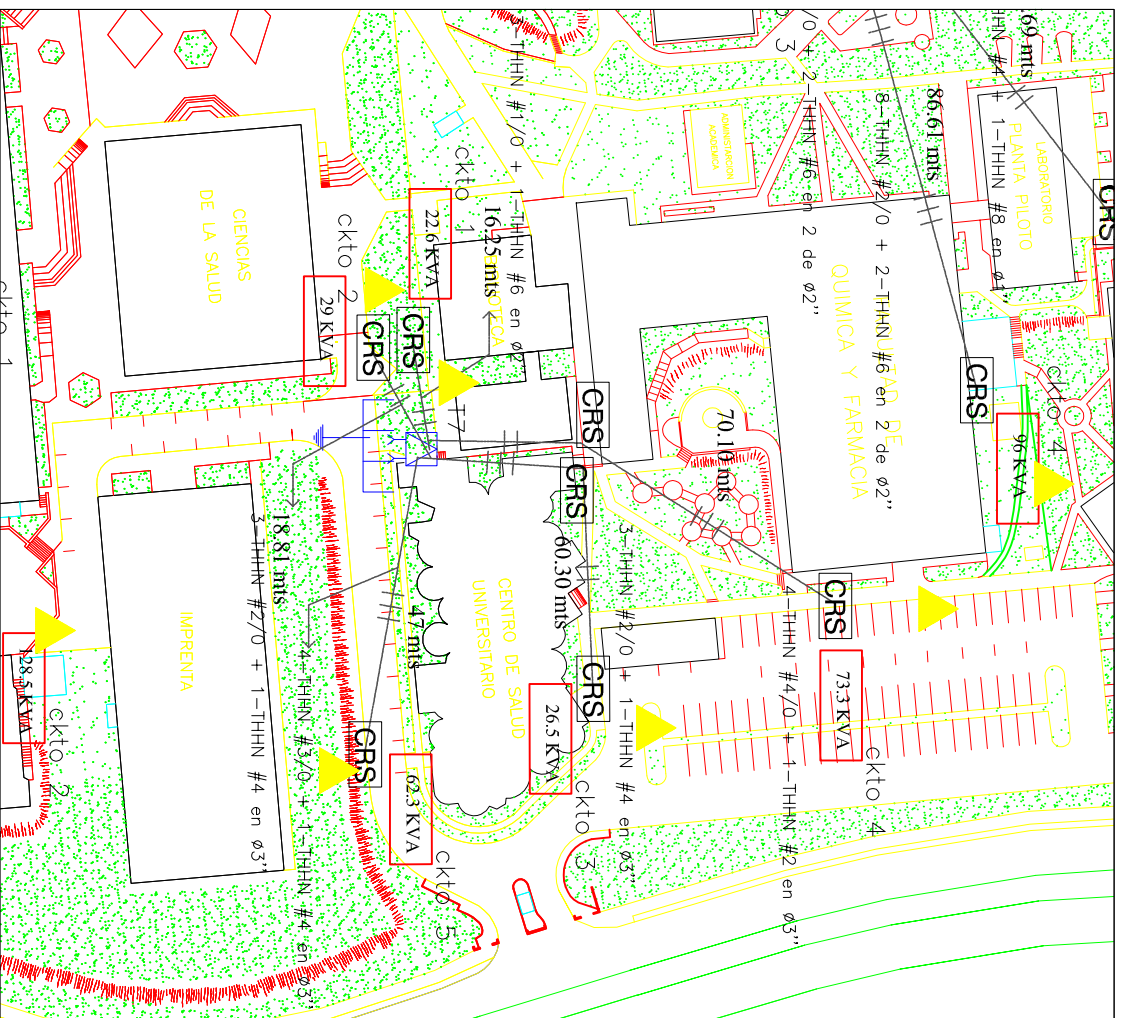
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN: HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN MATI AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO: RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013 ESCALA INDICADA: 6/18





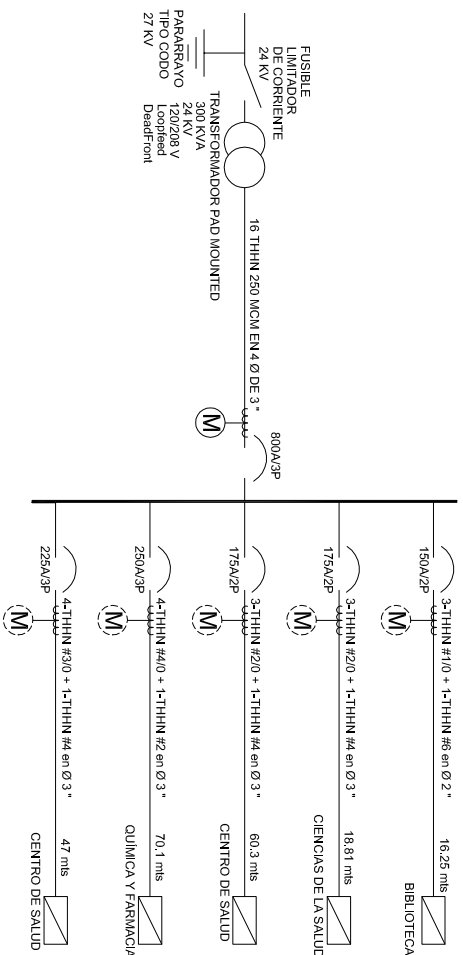
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 7

ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD (MTRSL) | CONDUCTORES |
|----------------|----------------------|---------------|---------|---------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| 1 | BIBLIOTECA | 10 | 120/208 | 108.65 | 150A/2 Polos | 16.25 | 3-THHN #10 + 1-THHN #6 en Ø 2" |
| 2 | CIENCIAS DE LA SALUD | 10 | 120/208 | 139.42 | 175A/2 Polos | 18.81 | 3-THHN #20 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 3 | CENTRO DE SALUD | 10 | 120/208 | 127.40 | 175A/2 Polos | 60.3 | 3-THHN #20 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 4 | QUIMICA Y FARMACIA | 30 | 120/208 | 203.47 | 250A/2 Polos | 70.1 | 4-THHN #40 + 1-THHN #2 en Ø 3" |
| 5 | CENTRO DE SALUD | 30 | 120/208 | 172.93 | 225A/2 Polos | 47 | 4-THHN #30 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| TOTALES | | 263.70 | | 890.67 | | | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico. 120/208 V. Barras de 1000 Amperes. Interruptor principal de 800 Amprs. 3 Polos. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables.
 22 KVA.C. con los ramales indicados y espacio para abajar 5 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #7



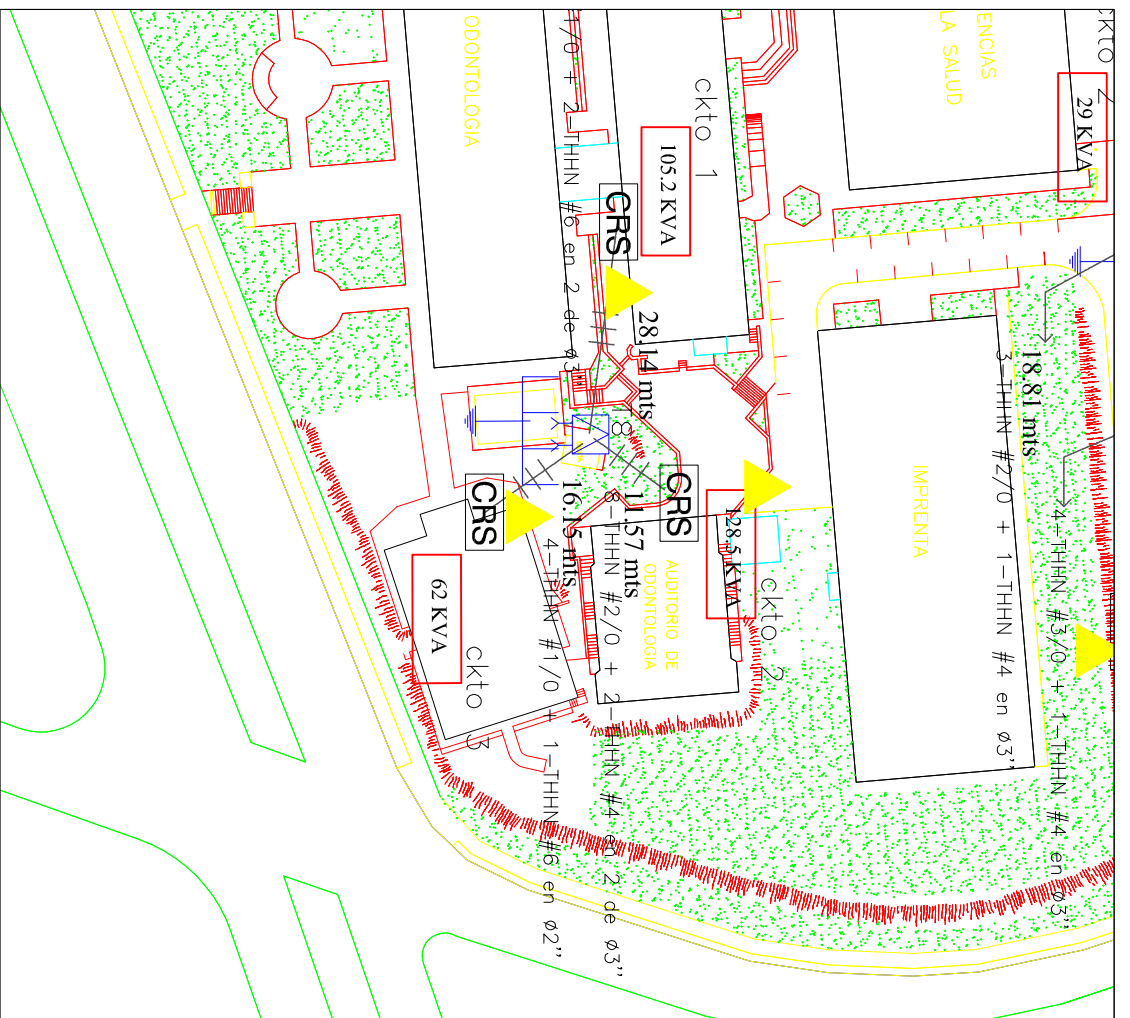
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERNERA PARAQUA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
REVISOR:
ESCALA
INDICADA
DIBUJOS:
Nº HOJA
7/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 8

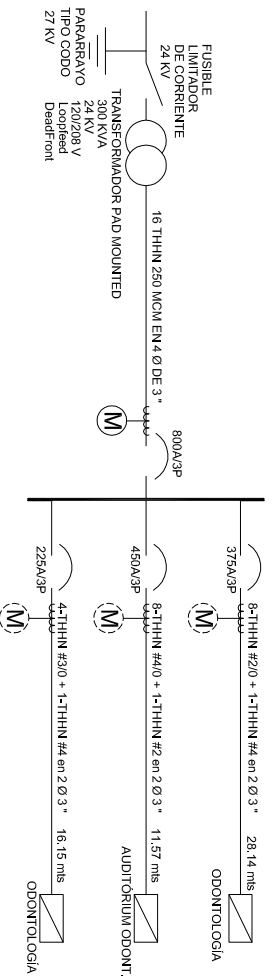
ESCALA sin escala

| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 8 | | | | | | |
|---|------------------|--------------|---------|----------|-------------------|-----------------------------------|
| CTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MTRC) | CONDUCTORES |
| 1 | ODONTOLOGIA | 105.2 | 120/208 | 292.01 | 375A/3 Fases | 8-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3" |
| 2 | AUDITORIUM ODOT. | 128.5 | 120/208 | 356.69 | 450A/3 Fases | 8-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en 2 Ø 3" |
| 3 | ODONTOLOGIA | 62 | 120/208 | 172.10 | 225A/3 Fases | 4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3" |
| TOTALES | | | | 295.7 | 820.81 | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperios, Interruptor principal de 800 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm 3 la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #8



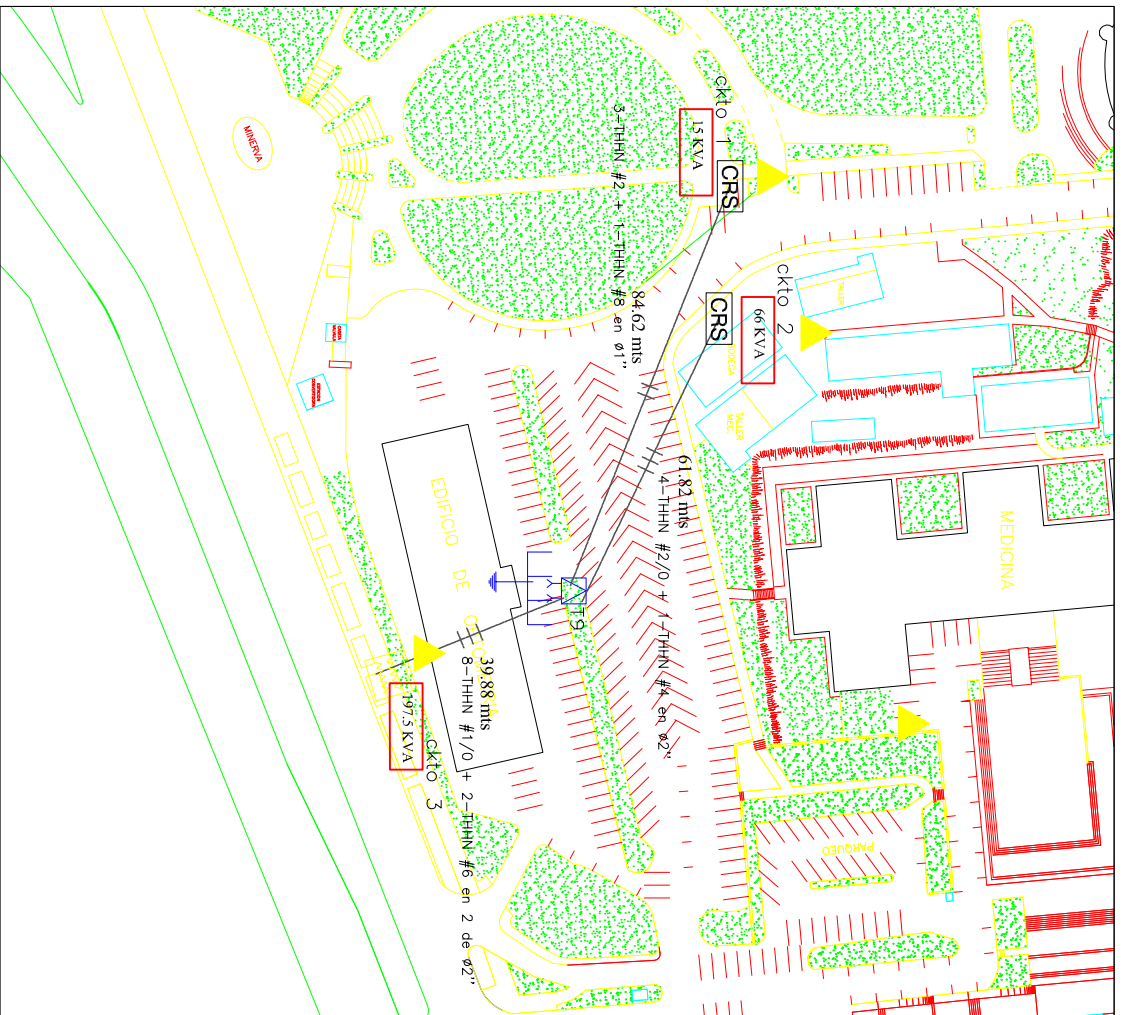
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
 HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATTA AMAYA, JUANSE ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA
 Nº HOJA 8/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 9

ESCALA

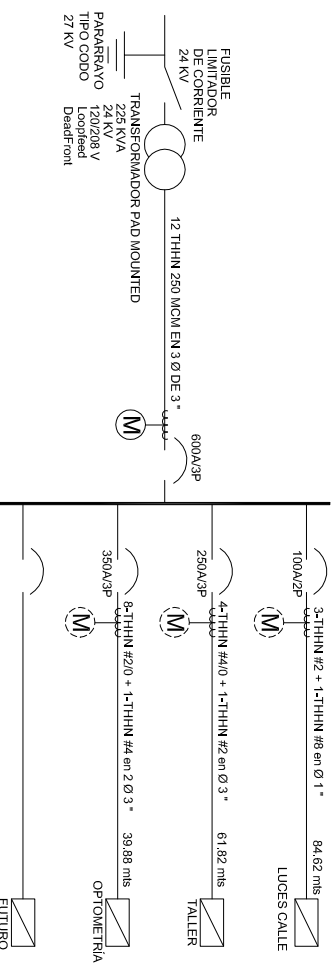
sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MTEC) | LONGITUD (MTEC) | CONDUCTORES |
|----------------|---------------|---------------|---------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 72.12 | 100A/2 Poles | 84.62 | 3-THHN #2 + 1-THHN #6 en Ø 1" |
| 2 | TALLER | 30 | 120/208 | 183.20 | 250A/3 Poles | 61.82 | 4-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3" |
| 3 | OPCIÓN METRÍA | 97.5 | 120/208 | 270.84 | 350A/3 Poles | 39.88 | 8-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3" |
| 4 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | 203.50 | | 595.36 | | | Transformador de 225 KVA |

Panaboard trifásica, 120/208 V. Barras de 600 Amperios. Interruptor principal de 600 Amps- 3 Poles. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicadores y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" Ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #9



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

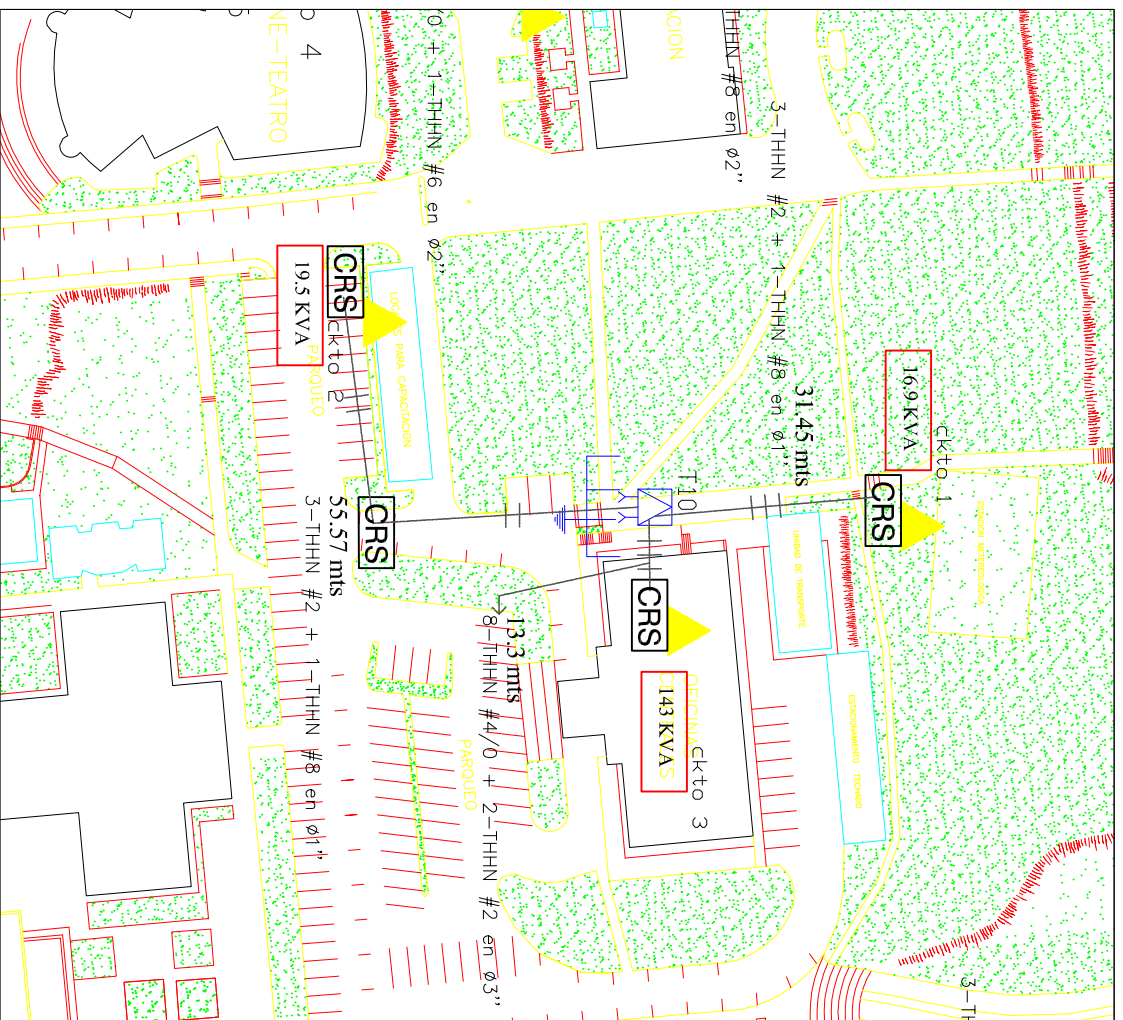
HERNANDEZ PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARRAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUISES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

Nº HOJA
9/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 10

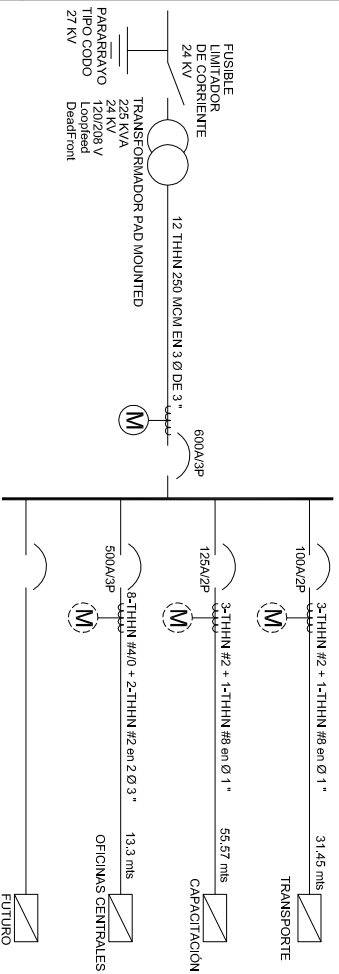
ESCALA

sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD MTS(L) | CONDUCTORES |
|----------------|--------------------|--------------|---------|---------------|------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | TRANSPORTE | 16.9 | 120/208 | 81.25 | 100A/2 Pds | 31.45 | 3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 1" |
| 2 | CAPACITACION | 19.5 | 120/208 | 93.75 | 125A/2 Pds | 55.57 | 3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 1" |
| 3 | OFICINAS CENTRALES | 30 | 120/208 | 396.94 | 500A/3 Pds | 13.3 | 8-THHN #4/0 + 2-THHN #2 en 2 Ø 3" |
| 4 | FUTURO | 30 | 120/208 | 89.40 | | | |
| TOTALES | | 204.4 | | 641.34 | | | Transformador de 225 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 600 Amprs, 3 Pds, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para abjor 3 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #10



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
 PARA EL CAMPUS DE LA
 CIUDAD UNIVERSITARIA

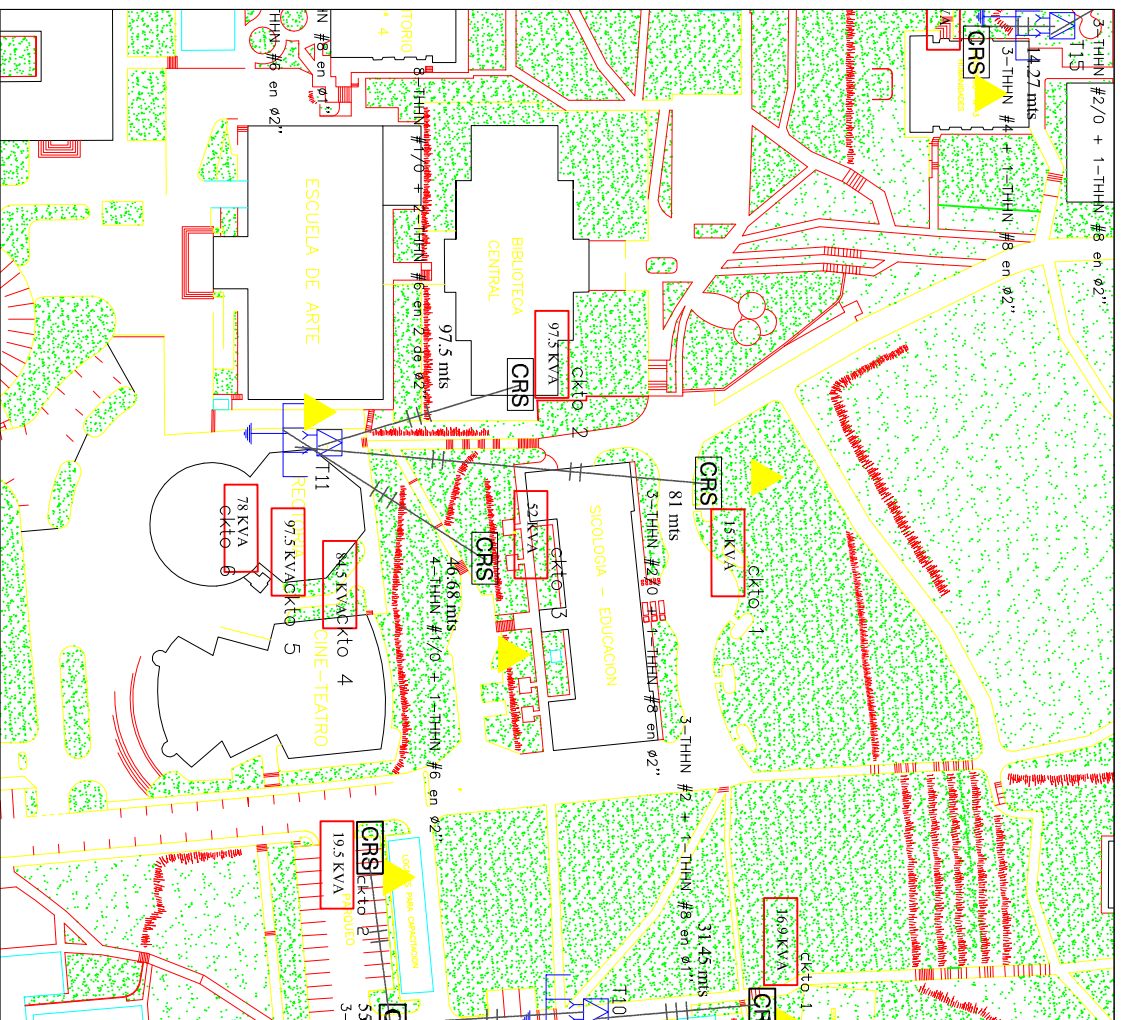
PRESENTAN :
 HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATYA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA
 INDICADA



Nº HOJA
 10/18



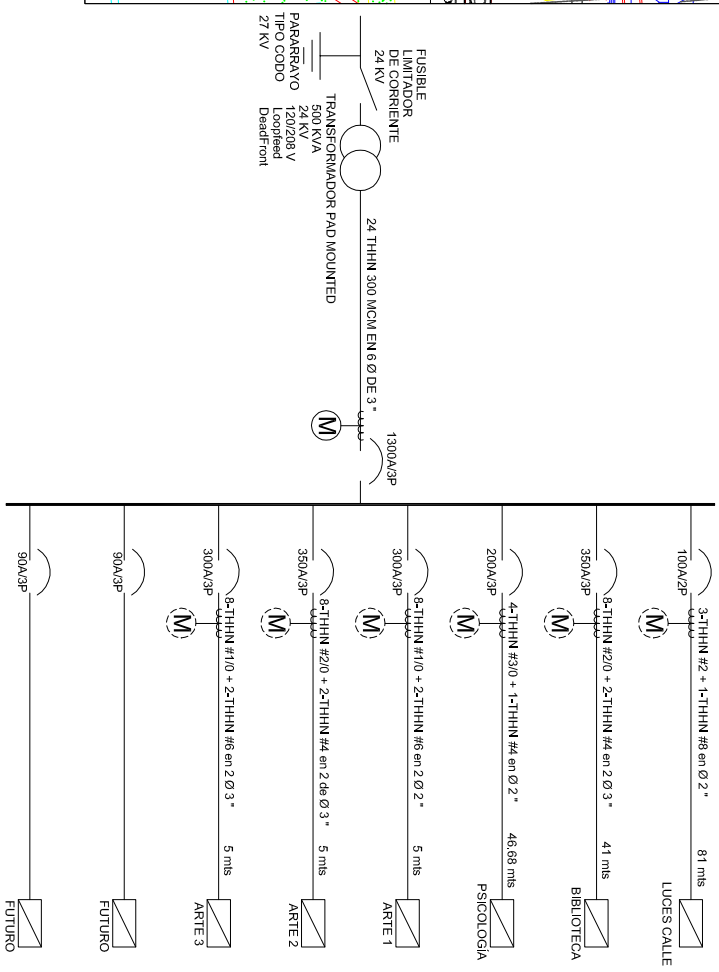
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR II ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 11

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MSSL) | LONGITUD | CONDUCTORES |
|----------------|-------------|--------------|---------|-----------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 1 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 72.12 | 100A/2 Polos | 81 | 3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 2" |
| 2 | BIBLIOTECA | 30 | 120/208 | 270.64 | 350A/3 Polos | 41 | 8-THHN #2/0 + 2-THHN #4 en 2 Ø 3" |
| 3 | PSICOLOGIA | 30 | 120/208 | 144.24 | 200A/3 Polos | 48.68 | 4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 2" |
| 4 | ARTE 1 | 30 | 120/208 | 234.56 | 300A/3 Polos | 5 | 8-THHN #1/0 + 2-THHN #6 en 2 Ø 2" |
| 5 | ARTE 2 | 30 | 120/208 | 270.64 | 350A/3 Polos | 5 | 8-THHN #2/0 + 2-THHN #4 en 2 Ø 3" |
| 6 | ARTE 3 | 30 | 120/208 | 216.51 | 300A/3 Polos | 5 | 8-THHN #1/0 + 2-THHN #6 en 2 Ø 3" |
| 7 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | | |
| 8 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | | |
| TOTALES | | 474.5 | | 1,347.61 | Transformador de 500 KVA | | |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barros de 8100 Amperios, Interruptor principal de 144x144 mm a la entrada de las cables, 3Ø KALC, con los ramales indicados y espacio para abjir 6 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 24 THHN 300 MCM (6 POR FASE + 6 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR # 11



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

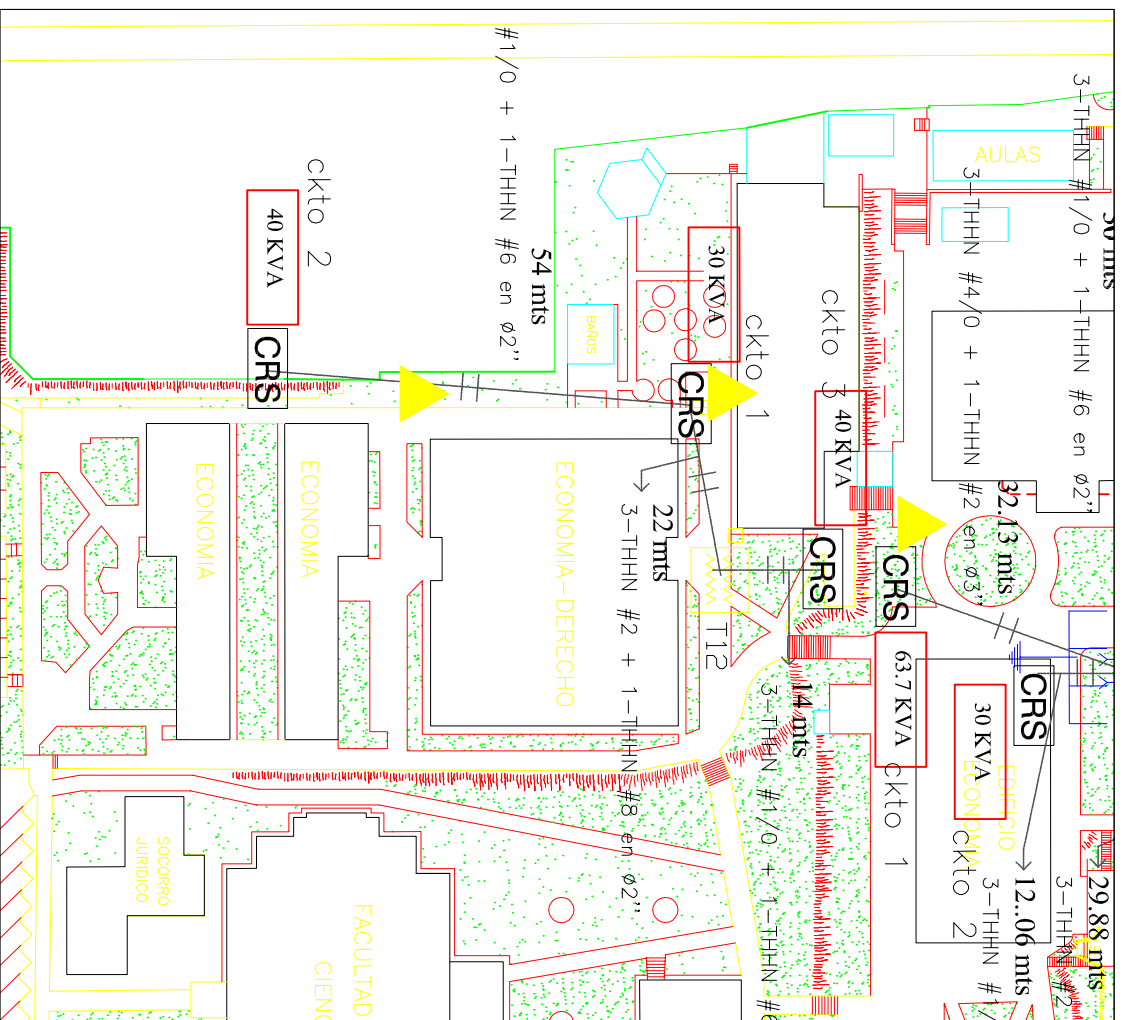
PRESENTAN :
HERNERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUISES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA



Nº HOJA
11/18



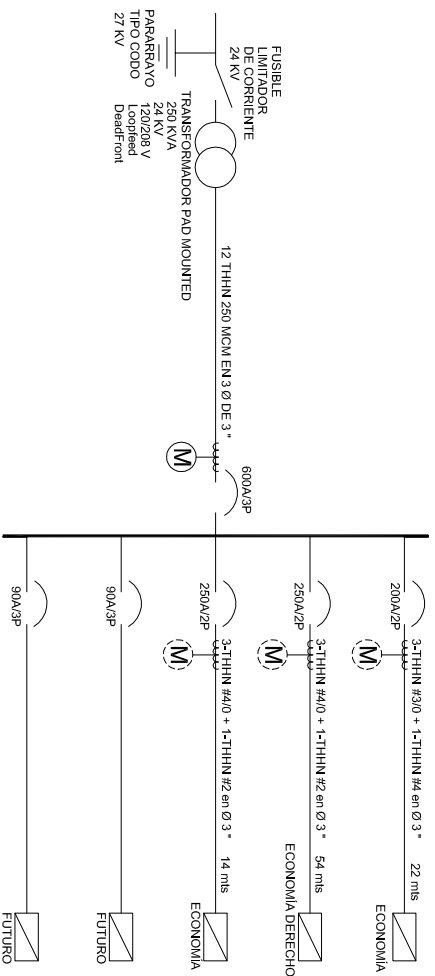
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 12

ESCALA sin escala

| CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 12 | | | | | | |
|--|------------------|--------------|---------|---------------|--------------------|---------------------------------|
| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (M/STU) | CONDUCTORES |
| 1 | ECONOMIA | 16 | 120/208 | 144.23 | 200A/2 Polos | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 2 | ECONOMIA DERECHO | 16 | 120/208 | 192.30 | 250A/2 Polos | 3-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3" |
| 3 | ECONOMIA | 16 | 120/208 | 192.30 | 250A/2 Polos | 3-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3" |
| 4 | FUTURO | 36 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | |
| 5 | FUTURO | 36 | 120/208 | 69.40 | 90A/3 Polos | |
| TOTALES | | 160 | | 667.63 | | Transformador de 250 KVA |

Panelboard trifásico. 120/208 V. Barras de 600 Amperios. Interruptor principal de 600 Amprs. 3 Polos. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables.
 22 KVA. con los ramales indicados y espacio para adogar 3 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES: 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR # 12



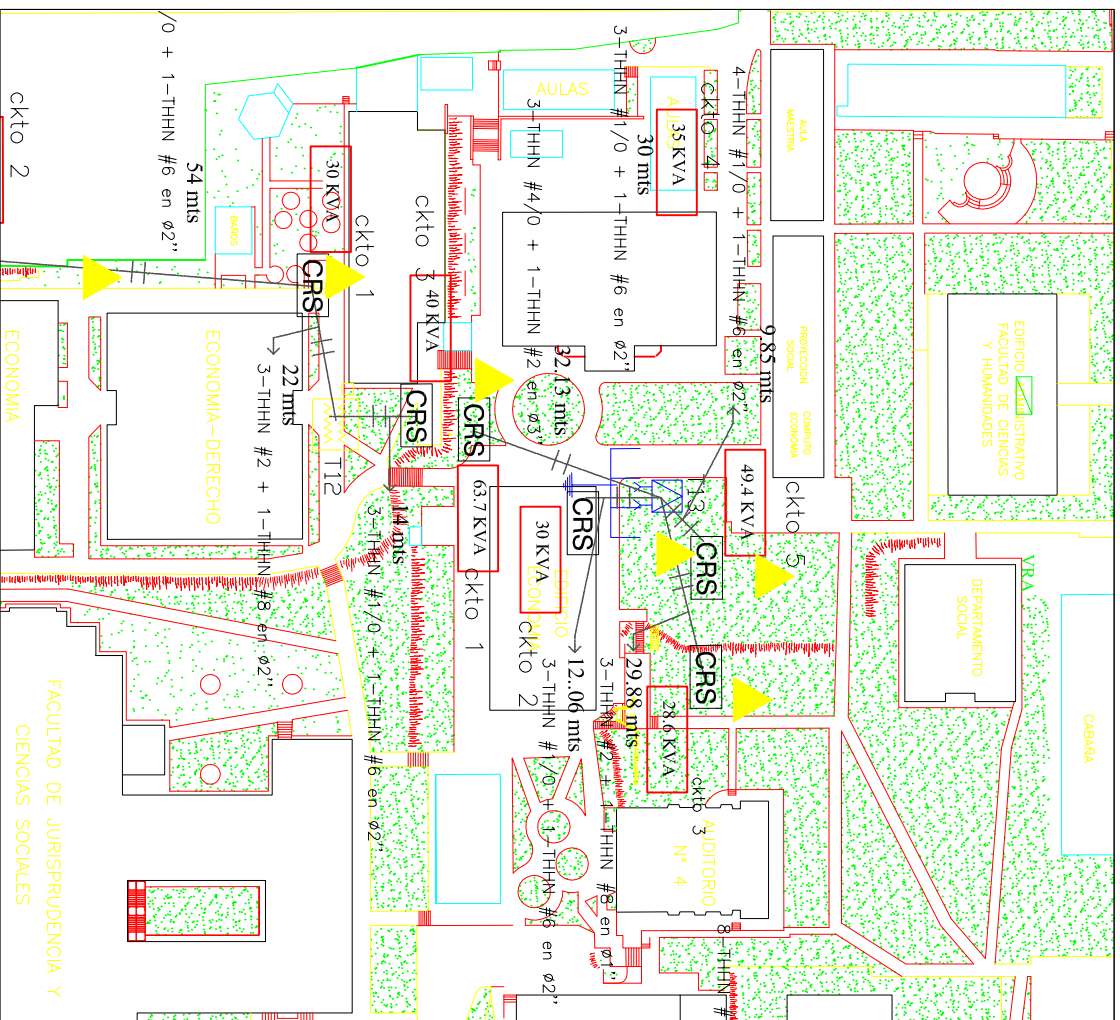
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERBERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA



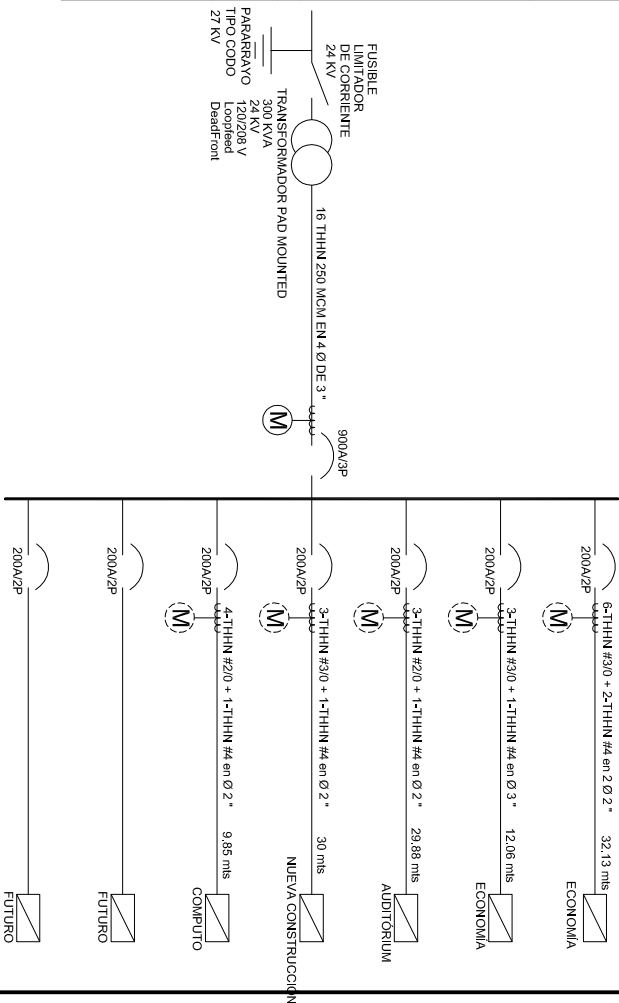


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 13 ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD (MTR/L) | CONDUCTORES |
|----------------|---------------------|--------------|---------|--------------|--------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | ECONOMIA | 10 | 120/208 | 306.25 | 400A/2 Polos | 32.13 | 6-TTHN #3/0 + 2-TTHN #4 en 2 Ø 2" |
| 2 | ECONOMIA | 10 | 120/208 | 144.23 | 200A/2 Polos | 12.06 | 3-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 3" |
| 3 | AUDITORIUM | 10 | 120/208 | 137.50 | 175A/2 Polos | 29.88 | 3-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2" |
| 4 | NUUEVA CONSTRUCCION | 10 | 120/208 | 168.27 | 225A/2 Polos | 30 | 3-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2" |
| 5 | COMPUTO | 30 | 120/208 | 137.12 | 175A/3 Polos | 9.85 | 4-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2" |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| 7 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | | | 256.7 | | 931.33 | Transformador de 300 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperes, Interruptor principal de 900 Amper, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KVA/C, con los ramales indicadores y espacio para agregar 5 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 16 TTHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #13



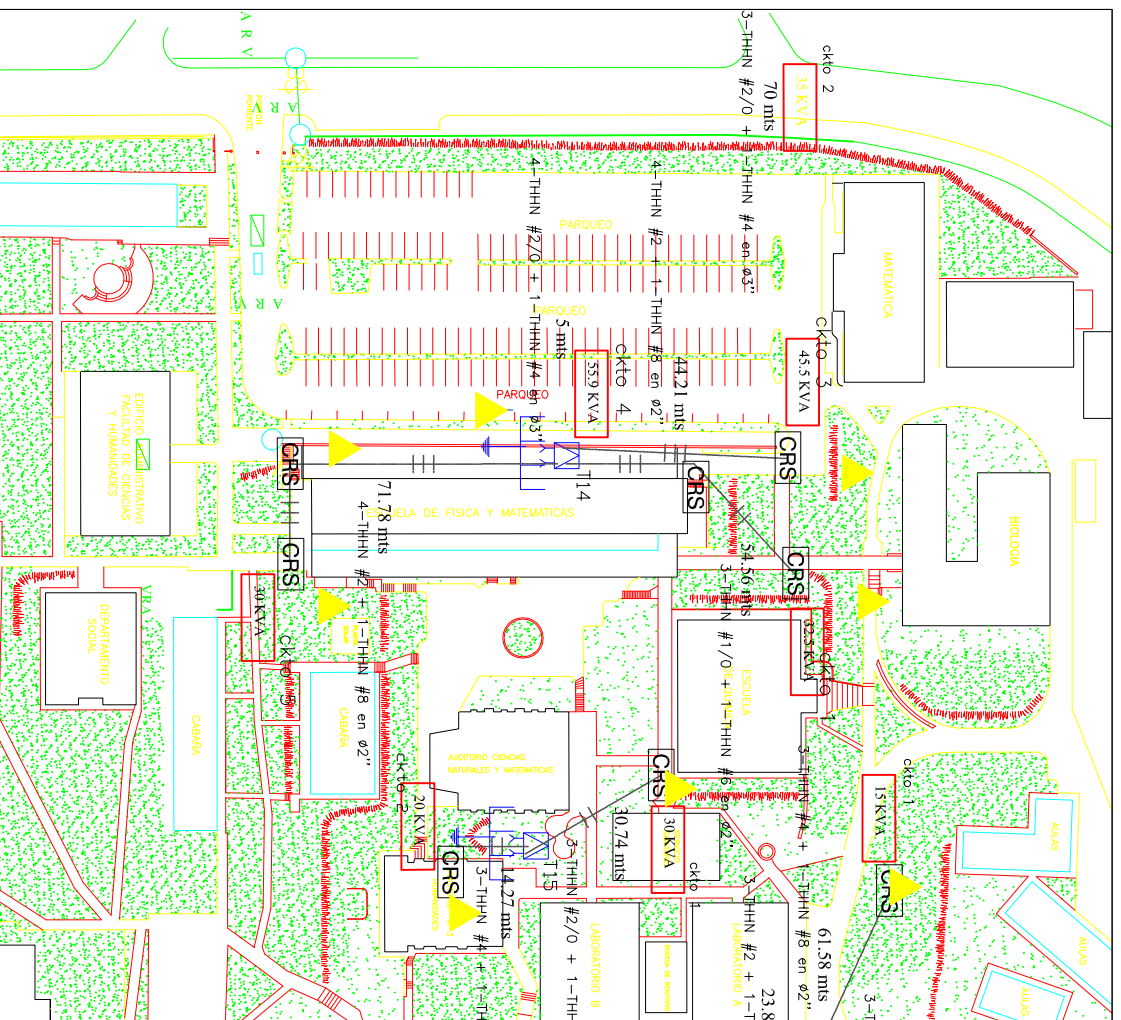
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERNERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATIA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA



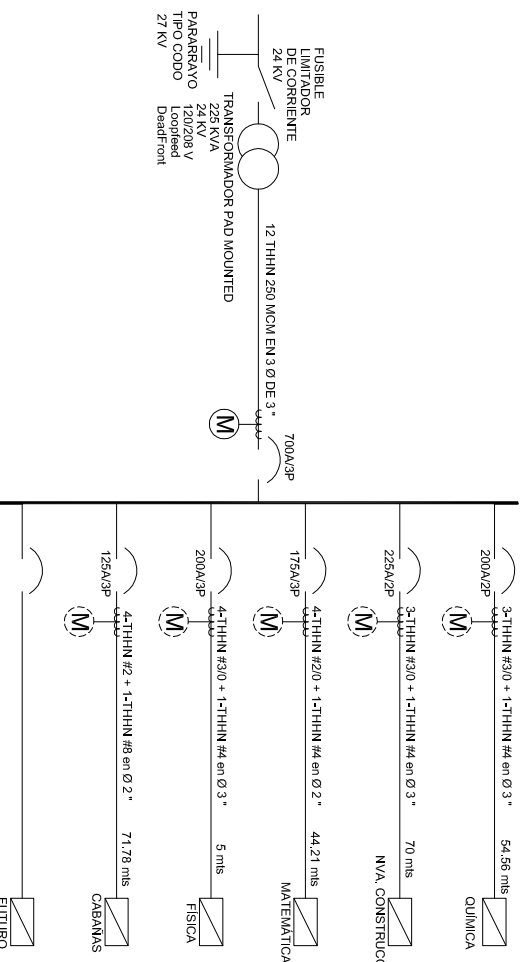


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 14 ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MTRC) | LONGITUD (MTRC) | CONDUCTORES |
|----------------|-------------------|--------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | QUIMICA | 10 | 120/208 | 32.5 | 120/208 | 156.25 | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 2 | NVA. CONSTRUCCION | 10 | 120/208 | 35 | 120/208 | 168.27 | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 3 | MATEMATICA | 30 | 120/208 | 128.30 | 175A/3 Poles | 44.21 | 4-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø 2" |
| 4 | FISICA | 30 | 120/208 | 55.9 | 120/208 | 155.17 | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 5 | CABANAS | 30 | 120/208 | 30 | 120/208 | 83.27 | 4-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 2" |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 25 | 120/208 | 69.40 | |
| TOTALES | | | | 223.9 | | 758.66 | Transformador de 225 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 700 Amps, 3 Poles, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KAGC, con los ramales indicados y espacio para alojar 5 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" * Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR # 14



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

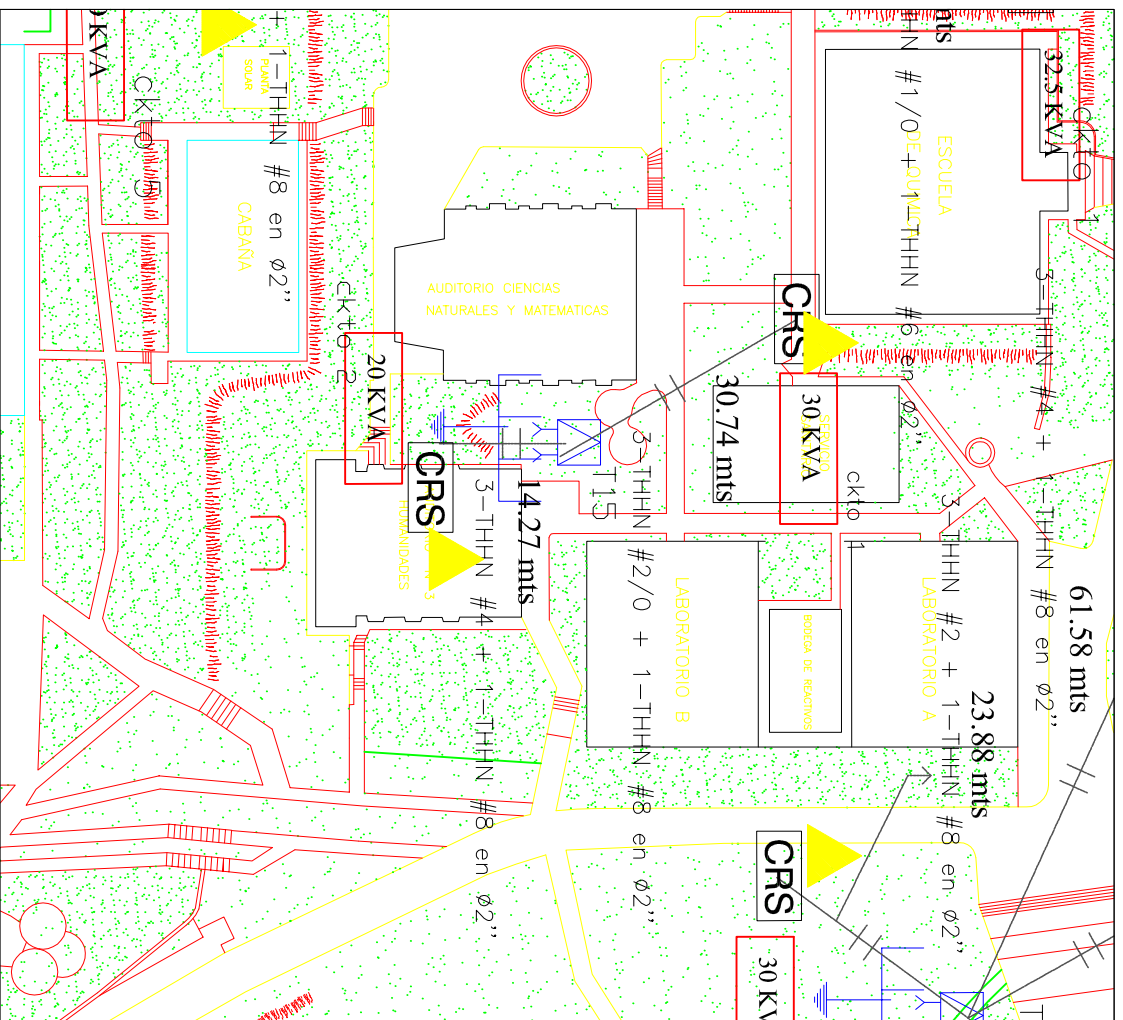
PRESENTAN :
HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA



Nº HOJA
14/18



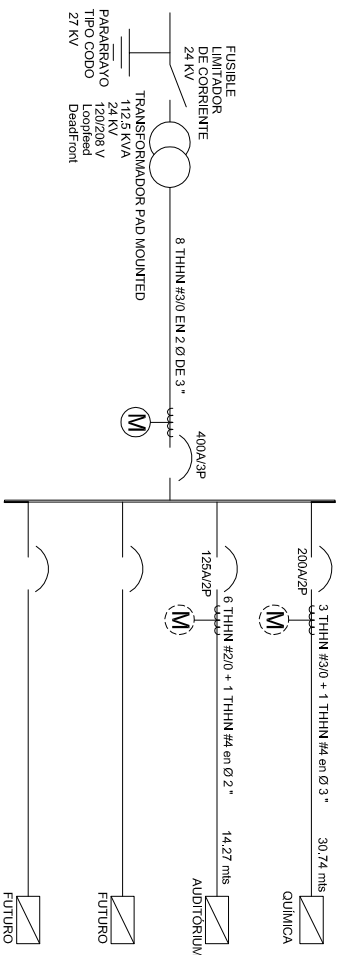
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 15

ESCALA sin escala

| CRTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD (Mts/L) | CONDUCTORES |
|----------------|-------------|--------------|---------|----------|--------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | QUINICA | 1Ø | 120/208 | 144.23 | 200A/2 Poles | 30.74 | 3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3" |
| 2 | AUDITORIOUM | 1Ø | 120/208 | 96.15 | 125A/2 Poles | 14.27 | 3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 2" |
| 3 | FUTURO | 3Ø | 120/208 | 69.40 | | | |
| 4 | FUTURO | 3Ø | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | 100 | | 379.18 | | | Transformador de 112.5 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 400 Amperios, Interruptor principal de 400 Amps, 3 Poles, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KVA/C, con los ramales indicados y espacio para abajá 2 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 8 THHN #3/0 (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #15



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
 PARA EL CAMPUS DE LA
 CIUDAD UNIVERSITARIA

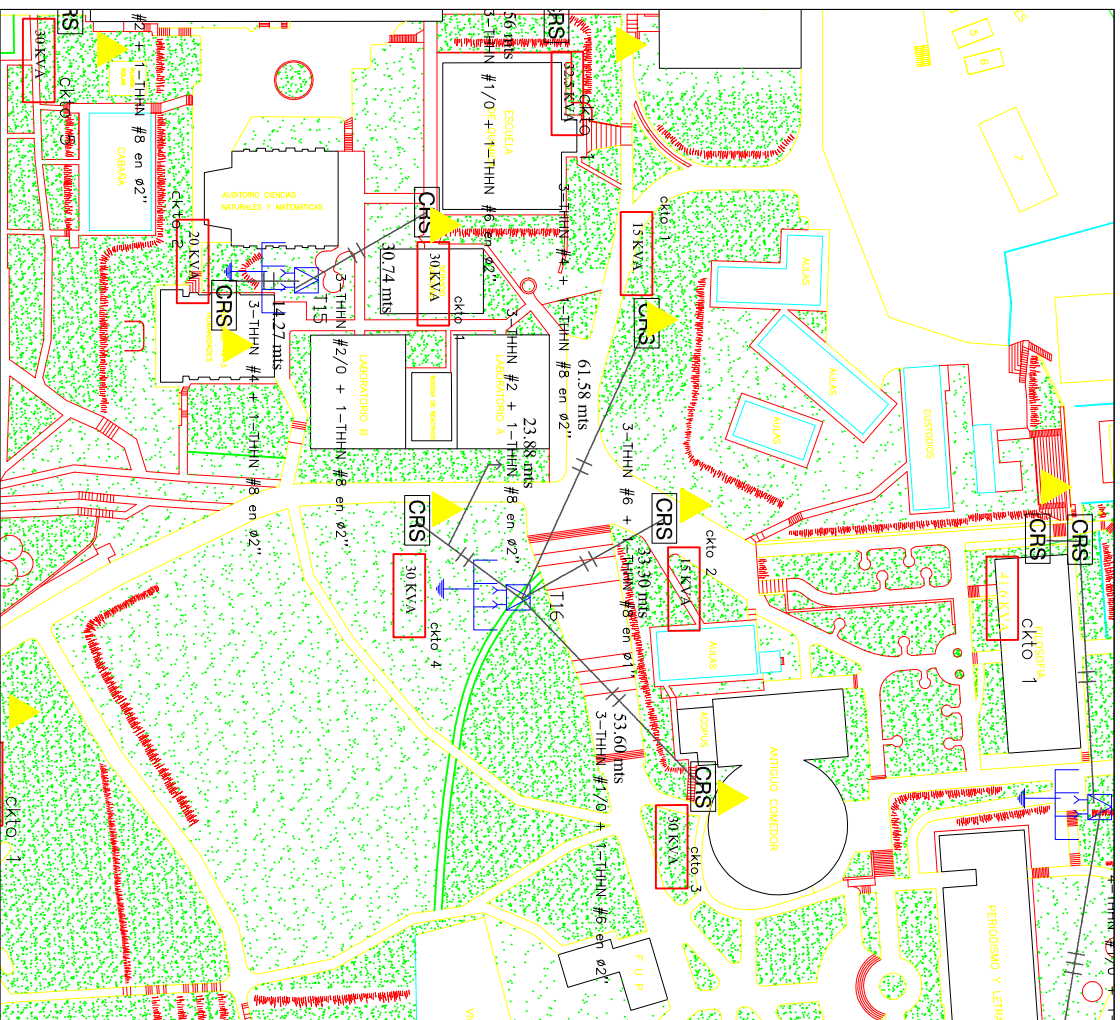
PRESENTAN :

HERNANDEZ PARRA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATTA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA
 Nº HOJA 15/18



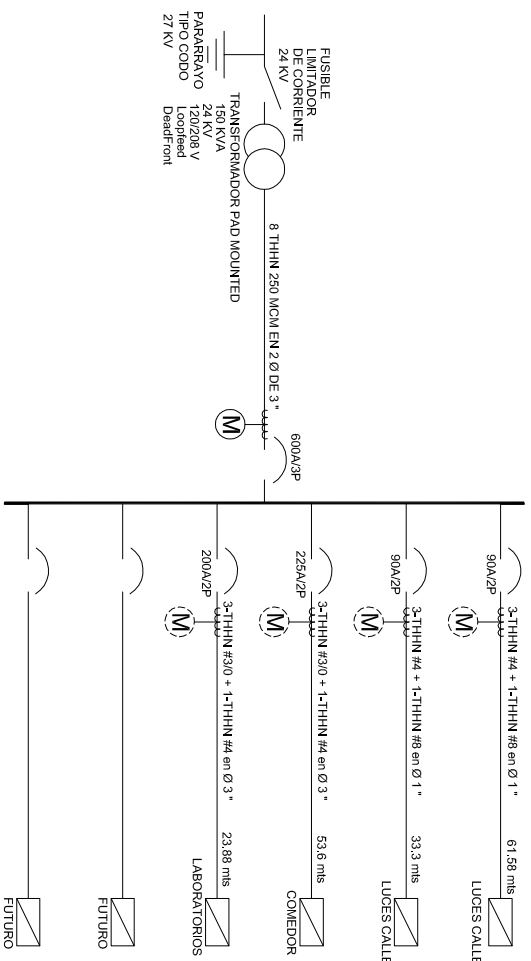


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 16 ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION (MIS/L) | CONDUCTORES |
|----------------|--------------|--------------|---------|---------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 72.12 | 90A/2 Polos | 3-TTHN #4 + 1-TTHN #8 en Ø 1" |
| 2 | LUCES CALLE | 10 | 120/208 | 72.12 | 90A/2 Polos | 3-TTHN #4 + 1-TTHN #8 en Ø 1" |
| 3 | COMEDOR | 10 | 120/208 | 173.08 | 225A/2 Polos | 3-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 3" |
| 4 | LABORATORIOS | 10 | 120/208 | 144.23 | 200A/2 Polos | 3-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 3" |
| 5 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | |
| 6 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | |
| TOTALES | | 146 | | 600.35 | | Transformador de 150 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 600 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para abajo 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 TTHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #16



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

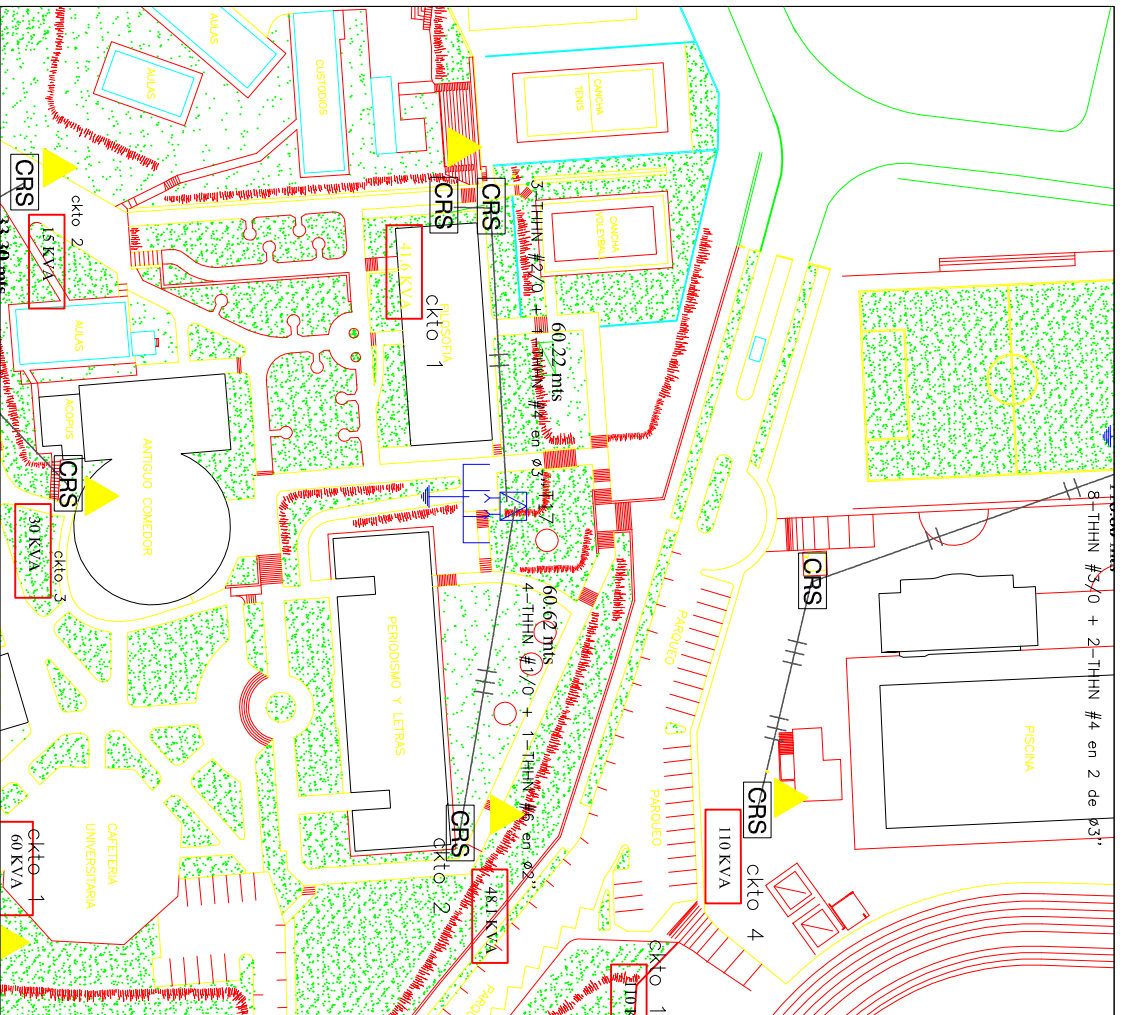
PRESENTAN :

HERNANDEZ PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARRAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
revisión:
diseño:
Nº HOJA
16/18





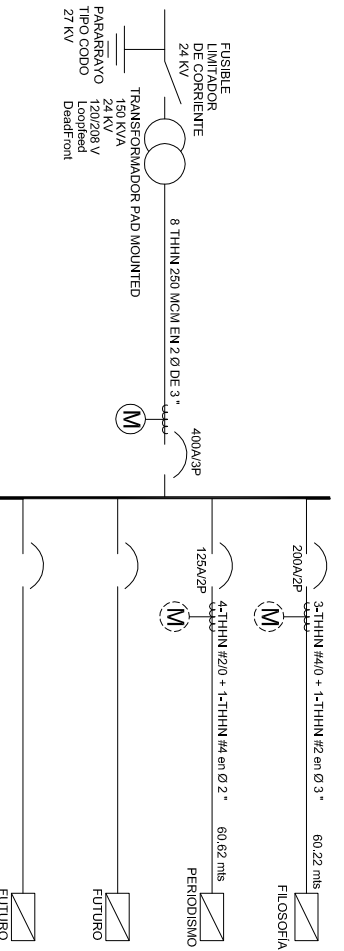
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 17

ESCALA sin escala

| CKTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD (MTR/L) | CONDUCTORES |
|---------|-------------|--------------|---------|----------|--------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | FLOSOFIA | 41.6 | 120/208 | 200.00 | 250A/2 Polos | 60.22 | 3-1THHN #4/0 + 1-1THHN #2 en Ø 3" |
| 2 | PERIODISMO | 30 | 120/208 | 133.52 | 175A/3 Polos | 60.62 | 4-1THHN #2/0 + 1-1THHN #4 en Ø 2" |
| 3 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| 4 | FUTURO | 30 | 120/208 | 69.40 | | | |
| TOTALES | | 139.7 | | 445.64 | | | Transformador de 150 KVA |

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 400 Amper, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 THHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #17



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

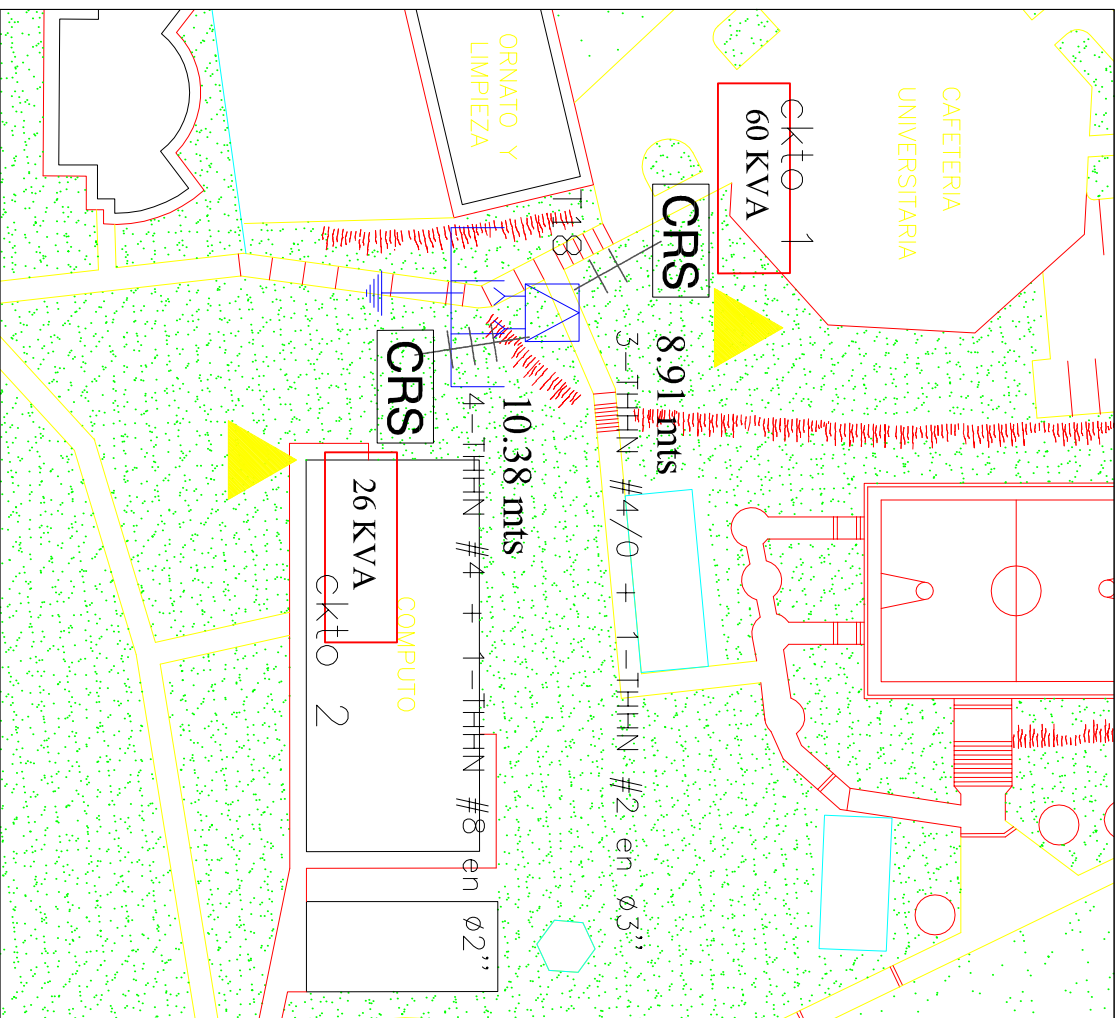
PRESENTAN :

HERNERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
REVISOR:
DIBUJOS:
Nº HOJA
17/18





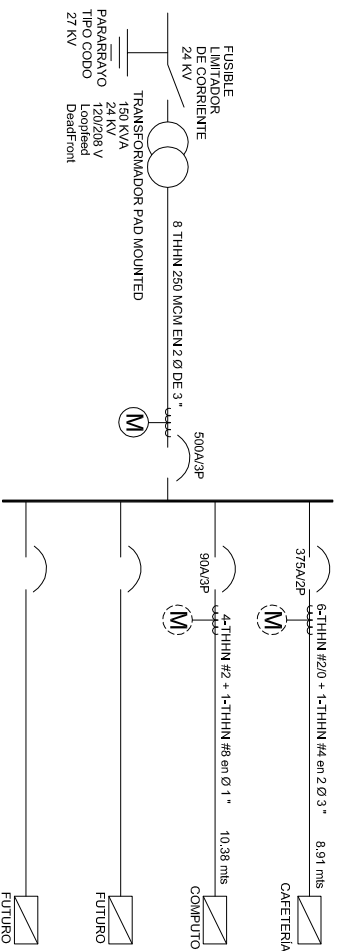
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 18

ESCALA sin escala

| CCTO | DESCRIPCION | POTENCIA KVA | VOLTS | AMPS (I) | PROTECCION | LONGITUD MTS(L) | CONDUCTORES |
|--------|-------------|--------------|---------|----------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | CAFETERIA | 1Ø | 120/208 | 288.46 | 375A/2 Polos | 8.91 | 6-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en 2 Ø 3" |
| 2 | COMPUTO | 3Ø | 120/208 | 72.17 | 90A/3 Polos | 10.38 | 4-TTHN #2 + 1-TTHN #8 en Ø 1" |
| 3 | FUTURO | 3Ø | 120/208 | 89.40 | | | |
| 4 | FUTURO | 3Ø | 120/208 | 89.40 | | | |
| TOTALS | | 136 | | 499.43 | | | Transformador de 150 KVA |

Panelboard trifásica, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 500 Amps, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alojar 2 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 TTHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #18



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN: HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUISES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
Nº HOJA 18/18



| CUADRO DE SIMBOLOGIA | |
|----------------------|---|
| SIMBOLOGIA | ELEMENTOS |
| | LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSION TIPO/SEAL 30/10 #10.11 THYR #1/0 AJUSTADO PARA 20KV |
| | LINEA SUBTERRANEA SECUNDARIA TIPO/SEAL |
| | LINEA SUBTERRANEA SECUNDARIA MONOFASICA |
| | INTERRUPTOR PARA TRANSICION DE ARCO O SUBTERRANEO |
| | BUSBARRIA TIPO/SEAL |
| | TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL MEDIA TENSION (BET/0/0) |
| | TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL EXISTENTE |
| | CAJA DE DISTRIBUCION PRIMARIA TIPO/SEAL DIMENSIONES 1.2X1.2M |
| | CAJA DE DISTRIBUCION SECUNDARIA DIMENSIONES 40X40X10 |
| | CABINA PARA TRANSFORMADOR |
| | SUBESTACION EXISTENTE A REEMPLAZAR |

