

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ACTUALIZACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN LOS COLEGIOS DE BACHILLERES DEL ESTADO DE MICHOACÁN

REPORTE DE ACTIVIDAD Y DESEMPEÑO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTA
JESÚS GARIBAY FAVELA

ASESOR DE REPORTE PROFESIONAL
DR. JUAN ANZUREZ MARIN

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2011

Agradecimientos

Agradezco a mis padres que con su empeño, dedicación y esperanza siempre dieron todo de su parte para que yo pudiera tener una formación académica a nivel licenciatura, así como a mis maestros que me han guiado y han tenido la dedicación y paciencia a lo largo de este camino.

¡Muchas gracias!...

Dedicatoria

Esta dedicatoria es para mis padres, mis hermanos y todas aquellas personas que de alguna manera u otra aportaron algo para que yo llegara a esta etapa de mi vida, pero especialmente para mis hijos que espero que sea un estímulo para que ellos también tengan una buena formación académica y posteriormente se desarrollen profesionalmente en el ámbito que más le agrade.

Resumen

El Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán (COBAEM) es una institución dedicada a la educación de nivel media superior con gran presencia dentro del estado atendiendo a el 70% de la población estudiantil de este nivel, con una cobertura en 109 poblaciones pertenecientes a 79 de los 113 municipios que se encuentran en el estado, lo que abarca el 70% de la geografía Michoacana con sus 115 centros educativos distribuidos a lo largo y ancho del territorio Michoacano, y con tendencias de crecimiento.

En el mes de mayo del año 2006 inicié mi servicio social en esta institución, y debido al buen desempeño laboral que observó la Dirección General, se me hizo un ofrecimiento de trabajo con la finalidad de reparar, mantener y conservar los sistemas eléctricos de todos los planteles pertenecientes al COBAEM, ya que solucionaba muchas situaciones a los que en ese momento eran los responsables del mantenimiento eléctrico.

Y a partir del día 1° de Octubre del año 2006 comencé a laborar de manera oficial en esta institución educativa específicamente en el departamento de Mantenimiento y Servicios Generales.

Contenido

| | |
|---|------|
| Dedicatoria..... | i |
| Agradecimientos..... | ii |
| Resumen..... | iv |
| Lista de Figuras..... | vii |
| Lista de Tablas..... | viii |
| Lista de Símbolos y Abreviaciones..... | ix |
| CAPÍTULO 1. | |
| 1 Introducción..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 2 |
| 1.2 Objetivos..... | 3 |
| 1.3 Justificación..... | 3 |
| 1.4 Metodología..... | 4 |
| 1.5 Descripción de los capítulos..... | 5 |
| CAPÍTULO 2. | |
| Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán (COBAEM) | |
| 2.1 Descripción del Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán..... | 4 |
| 2.2 Misión, Objetivos y Filosofía..... | 8 |
| 2.2.1 Misión..... | 8 |
| 2.2.2 Visión..... | 8 |
| 2.2.3 Filosofía..... | 8 |
| 2.3 Organigrama de la Institución..... | 8 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Casos de análisis: Problemática en algunos planteles de COBAEM..... | 10 |
| 3.1 Plantel Apatzingán..... | 11 |
| 3.2 Plantel Buena Vista Tomatlán..... | 16 |
| 3.3 Plantel Lázaro Cárdenas..... | 20 |

CAPÍTULO 4

Sistemas Eléctricos Actualizados Basados en la Norma Oficial Mexicana

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.1 Plantel Apatzingán..... | 26 |
| 4.2 Plantel Buena Vista Tomatlán..... | 29 |
| 4.3 Plantel Lázaro Cárdenas..... | 31 |

CAPÍTULO 5

| | |
|-------------------|----|
| Conclusiones..... | 35 |
| Apéndice | |
| Bibliografía..... | 37 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 2.1.1 Edificio “A” de la dirección General del Colegio de Bachilleres | 17 |
| Fig. 2.1.2 Edificio “A” de la dirección General del Colegio de Bachilleres | 17 |
| Fig. 2.1.3 Organigrama..... | 19 |
| Fig. 3.1.1 Fachada del Plantel Apatzingán..... | 20 |
| Fig. 3.1.2 Diagrama unifilar de las condiciones iniciales del plantel Apatzingán. | 23 |
| Fig. 3.1.3 Sistemas de Aire Acondicionado..... | 24 |
| Fig. 3.1.4 Sistemas de Aire Acondicionado..... | 24 |
| Fig. 3.1.5 Sistemas de Aire Acondicionado antiguo y falta de cultura por no tener vidrios para aislar el ambiente | 25 |
| Fig. 3.1.6 Tienda escolar..... | 25 |
| Fig. 3.2.1 Fachada Plantel Buena Vista Tomatán..... | 26 |
| Fig. 3.2.2 Condiciones del primer registro, sin varilla de tierra..... | 27 |
| Fig. 3.2.3 Red eléctrica subterránea..... | 28 |
| Fig. 3.2.4 Interruptor Termo magnético..... | 29 |
| Fig. 3.3.1 Diagrama Unifilar de las condiciones iniciales Plantel Lázaro Cárdenas..... | 31 |
| Fig. 3.3.2 Documento protegido demostrando la objeción de la instalación..... | 35 |
| Fig. 4.1.1 Diagrama Unifilar de la nueva red eléctrica..... | 37 |
| Fig. 4.2.1 Nueva distribución de registros..... | 40 |
| Fig. 4.2.2 Tramites ante CFE..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Fig. 4.2.3 Diagrama unifilar de la instalación aprobada y final del nuevo plantel..... | 46 |
| Fig. 4.24 Dictamen sobre la instalación..... | 47 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Efectos Fisiológicos de la corriente eléctrica | 4 |
| Tabla 2 Condición Inicial de la red..... | 38 |
| Tabla 3 Distribución de cargas después de la nueva red..... | 38 |

Lista de Símbolos y Abreviaturas

| | |
|--------|--|
| COBAEM | Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán |
| A | Amperes |
| F(x) | Número de Fase (x) |
| F1F2 | Voltaje entre la fase 1y2 |
| F1F3 | Voltaje entre la fase 1y3 |
| N | Neutro |
| C(x) | Centro de carga (x) |
| Des | Conductor desnudo |
| It | Corriente total |
| If | Corriente de fase |
| CFE | Comisión Federal de Electricidad |
| ITM | Interruptor Termo magnético |
| W | Watts |

Capítulo 1

Introducción

El Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán (COBAEM) es una institución dedicada a la educación de nivel media superior con gran presencia dentro del estado ya que atiende a el 70% de la población estudiantil de este nivel de escolaridad, puesto que su cobertura en 109 poblaciones pertenecientes a 79 municipios de los 113 que comprende el estado, lo que significa que abarca el 70% de la geografía michoacana con sus 115 centros educativos distribuidos a lo largo y ancho del territorio michoacano, y con proyectos de crecimiento.

El día 1° de Octubre del año 2006 comencé a laborar de manera oficial en esta Institución Educativa específicamente en el Departamento de Mantenimiento y Servicios Generales, cabe mencionar que mi contrato en la institución fue gracias a mi buen desempeño que durante el servicio social realicé en la misma institución, durante el cual se hicieron comentarios con bases teóricas y bien sustentadas aportando así puntos de vista sobre algunos casos específicos sobre sistemas eléctricos.

A partir de esta fecha mis primeras actividades dentro del Departamento de Mantenimiento fueron realizar inspecciones a los diferentes planteles del estado, de lo cual se pudo observar las diversas deficiencias que existían en el sistema eléctrico de los mismos, razón

por la cual, a decir de mis superiores se contrataba a empresas privadas para desarrollar los trabajos de mantenimiento.

Ahora ya sólo se contratan a empresas exteriores para casos muy específicos ya que todo aquel problema eléctrico que se presente en un plantel podemos resolverlo, además se ha ido actualizando, reacondicionando, remodelando e implementando mejoras en el sistema eléctrico de muchos de los planteles (escuelas), algo que es muy común ya sea por su antigüedad que en algunos casos es de más de 20 años de construcción y es que los circuitos eléctricos no cumplen con ciertas normas y/o características de se deben de cumplir, ya sea para proteger al equipo, conductores, personas y a la infraestructura propia.

Los casos más comunes con los que me he encontrado son:

- Cableados con calibres de conductores inadecuados
- Protecciones inadecuadas
- Sistemas de tierra inexistentes
- Sobre cargas

1.1 Antecedentes

Ya que esta institución cuenta con presencia en poblaciones muy alejadas, cuando se presentaban desperfectos en algún circuito eléctrico se contrata a la persona que tenía conocimientos de electricidad (en algunos caso empíricos y/o esenciales), por lo que en ocasiones sólo se hacían reparaciones temporales, y en muchos de los casos no se hacía conforme a la norma por falta de conocimiento o de material en esa entidad, en otras ocasiones si el problema es muy grande se sub-contrataba a alguna empresa exterior para que realizara las reparaciones correspondientes, siendo estas ya unas reparaciones conforme a normas establecidas y aplicables para los circuitos eléctricos, ahora ese es el trabajo que realizo solucionando los problemas existentes en los sistemas eléctricos o si son obras mayores contratar a empresas sobre el ramo con herramientas más específicas que tengan que ver con el mantenimiento o reemplazo de transformadores y unidades de verificación.

1.2 Objetivos

Los objetivos específicos que tengo con mi centro de trabajo son:

- Proteger al máximo a las personas que estudian y laboran en los diferentes planteles así como a todo el equipo instalado e infraestructura.
- Optimizar todos y cada uno de los circuitos eléctricos que se encuentran en los planteles.
- Reparar las fallas ocasionadas en cada uno de los planteles de este sub-sistema, lo más apegado a la norma Mexicana.
- Utilizar de la manera más eficiente la energía eléctrica.
- Instalar las protecciones más adecuadas de acuerdo a la capacidad de los conductores y de la carga instalada.

1.3 Justificación

La justificación de un buen sistema eléctrico es:

- Brindar seguridad a las personas.
- Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.
- Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación y así evitar descargas a los usuarios.
- En cuanto a la parte económica, se ha ido reduciendo la contratación de empresas exteriores que antes realizaban cierto trabajos más especializados en cuanto a instalaciones eléctricas de calidad.

- El daño a los equipos consumidores de energía eléctrica ha bajado con las nuevas instalaciones eléctricas.
- El consumo de energía eléctrica en equipo de iluminación también se ha visto disminuido

A continuación se presenta una tabla de referencia sobre las características y consecuencias de corrientes que pueden llegar a acumularse en equipos o estructura metálica dentro de las instituciones educativas y su posible consecuencia.

Tabla 1. Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica.

| INTENSIDAD | EFFECTOS FISIOLÓGICOS |
|-------------------|---|
| De 1 a 3 mA | Prácticamente imperceptibles. No hay riesgo |
| De 5 a 10 mA | Contracciones involuntarias de músculos y pequeñas alteraciones del sistema Nervioso |
| De 10 a 15 mA | Principio de tetanización muscular, contracciones violentas e incluso permanentes de las extremidades |
| De 15 a 30 mA | Contracciones violentas e incluso permanentes de la caja torácica. Alteración del ritmo cardiaco |
| Más de 30 mA | **Fibrilación ventricular cardiaca ¹ |

1.4 Metodología

La metodología utilizada ha sido:

- Identificar el problema propio del cada plantel y de cada circuito en particular
- Levantamiento de necesidades.

**** Nota:** La fibrilación ventricular del corazón es una acción independiente de las fibras musculares cardiacas, que produce una contracción incoordinada y que entraña la supresión inmediata de la actividad fisiológica del corazón.

- Determinar el motivo de la falla ya sea por alguna protección mal instalada, calculada o un sistema de tierras deficiente o inexistente.
- Realizar los cálculos necesarios para que las nuevas condiciones de la instalación sean las más adecuadas.
- Generar la lista de material.
- Comprar el material requerido.
- Programar e instalar lo más apegado a la normatividad que se rige en nuestro país.

1.5 Descripción de los Capítulos

En el capítulo 2 de este reporte se describe la organización del Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán.

El capítulo 3 describe algunas de las problemáticas encontradas en los planteles de Apatzingán, Buena Vista Tomatlán, y Lázaro Cárdenas.

En el capítulo 4 se describen las soluciones y reparaciones hechas a las problemáticas descritas en el capítulo 3.

El capítulo 5 muestra las Conclusiones obtenidas de esta memoria técnica y futuros proyectos.

Capítulo 2

Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán (COBAEM)

2.1 Descripción de la Institución

El COBAEM es una Institución descentralizada donde la mitad del presupuesto es de origen Federal y la otra mitad es del Estado, es la institución con mayor presencia en el estado a nivel media superior, ya que cuenta con 115 planteles en 79 de los 113 municipios de Michoacán, dependiendo todos de una Dirección General ubicada en la calle Colegio de Bachilleres #90 en la Colonia Sentimientos de la Nación en la ciudad de Morelia Michoacán (Fig. 2.1.1 y 2.1.2), desde donde se organiza a todos los planteles, en las áreas académicas, laborales, contables, de control escolar, actualización de profesores, presupuestación, programación de mantenimientos a fosas sépticas, impermeabilizaciones, pintura así como administración de redes en los laboratorios de computo. La parte que se describirá más adelante y que es la parte de nuestro interés, es el mantenimiento Eléctrico donde tengo un mayor desempeño laboral conforme a la carrera de Ingeniería Eléctrica.



Fig. 2.1.1. Edificio “A” de la Dirección General del Colegio de Bachilleres



Fig. 2.1.2. Edificio “B” de la Dirección General del Colegio de Bachilleres

2.2 Misión, Visión y Filosofía

2.2.1 Misión:

Brindar formación integral de nivel medio superior a jóvenes y adultos a través de personal profesional capacitado, basada en un modelo educativo que propicie el desenvolvimiento pleno de las potencialidades del individuo, para lograr egresados competentes y comprometidos con el desarrollo social

2.2.2 Visión:

Ser una institución de nivel medio superior reconocida nacional e internacionalmente, por su liderazgo en la formación de individuos, a través de personal en constante capacitación, procesos integrales, tecnologías de la comunicación e información de vanguardia así como una infraestructura adecuada, sustentados en una planeación que responda estratégicamente a las necesidades de la sociedad.

2.2.3 Filosofía

Actuar siempre con honestidad y compromiso en un ambiente de cooperación y respeto, aportando lo mejor de cada uno de nosotros para alcanzar nuestra misión.

2.3 Organigrama: La estructura bajo la cual está organizada esta Institución, está representada por el siguiente organigrama; en el cual podemos visualizar el lugar que ocupó.



Figura 2.1.3 Organigrama del COBAEM

Capítulo 3

CASOS DE ANÁLISIS: PROBLEMÁTICA EN DIFERENTES PLANTELES DEL COBAEM

A continuación se presentarán casos relacionados con la labor que desempeño en el departamento de mantenimiento a los planteles del COBAEM.



Fig. 3.1.1 Plantel Apatzingán

3.1 Plantel Apatzingán

Este plantel está ubicado en la carretera Apatzingán -Buena Vista Tomatlán km 3 S/N en la ciudad de Apatzingán (En la fig. 3.1.1 se ve la fachada principal). Este plantel es el más grande del estado en infraestructura así como con mayor número de alumnos, además de ser el que más energía eléctrica consume, en años anteriores se reportó la existencia de un corto circuito en las líneas que van del transformador hacia los registros de distribución ya en el interior del plantel.

Se procedió a realizar la visita correspondiente y a revisar la instalación eléctrica en dicho plantel encontrándose que los cables de transmisión de energía eléctrica se habían colapsado provocando así un gran cortocircuito, el nivel de corriente demandada fue tal que los fusibles que se encuentran antes de la subestación fueran sumamente exigidos provocando así su ruptura y, por lo tanto la desconexión de cuchillas.

La causa de dicha situación fue que se generó una sobre carga en las líneas ya que en este plantel instalaron 25 sistemas de aire acondicionado para las diferentes áreas tratando de mantener una temperatura más confortable en las aulas y laboratorios, además de que por ser un plantel con una comunidad estudiantil muy grande a la hora del receso tiene que solventar las necesidades de comida de los estudiantes por lo que también existen 7 tiendas cooperativas y una papelería dentro de la institución, cada una de éstas se conecta a la red general del plantel por lo tanto toman la energía eléctrica del mismo transformador y cada una de ellas cuenta con al menos un horno de microondas, 2 refrigeradores o algún congelador , aunado a esto, este plantel cuenta con dos laboratorios de computo con casi 30 equipos cada uno y los cuales están colocados en uno de los puntos más alejados del centro de carga.

Además de que existe un gran desperdicio de energía ya que en ocasiones los salones están sin alumnos y las luminarias y los sistemas de Aire Acondicionado están encendidos sin que nadie los esté ocupando, convirtiéndose esto en un problema sobre la cultura que se tiene en el aprovechamiento o uso eficiente de la energía eléctrica en sus diferentes formas de utilización.

Todo esto representa un gran consumo de energía eléctrica debido a que los equipos se fueron instalando sin ninguna planeación, es decir, sólo basados en necesidades; Sin embargo, no se tomó en cuenta que se estaba sobrepasando la capacidad de conducción de corriente de los conductores al ir introduciendo más equipos que los que inicialmente estaban contemplados en la instalación eléctrica del plantel.

En la fig. 3.1.2 se presenta el diagrama unifilar de las condiciones en las que encontré el plantel Apatzingán en cuanto a la instalación eléctrica se refiere, después de haber reportado el corto que dejó sin energía eléctrica dicho plantel.

En las Fig. 3.1.3, Fig. 3.1.4, Fig. 3.1.5, Fig. 3.1.6 se muestran los sistemas de aire acondicionado existente en el plantel Apatzingán así como una parte de su tienda escolar.

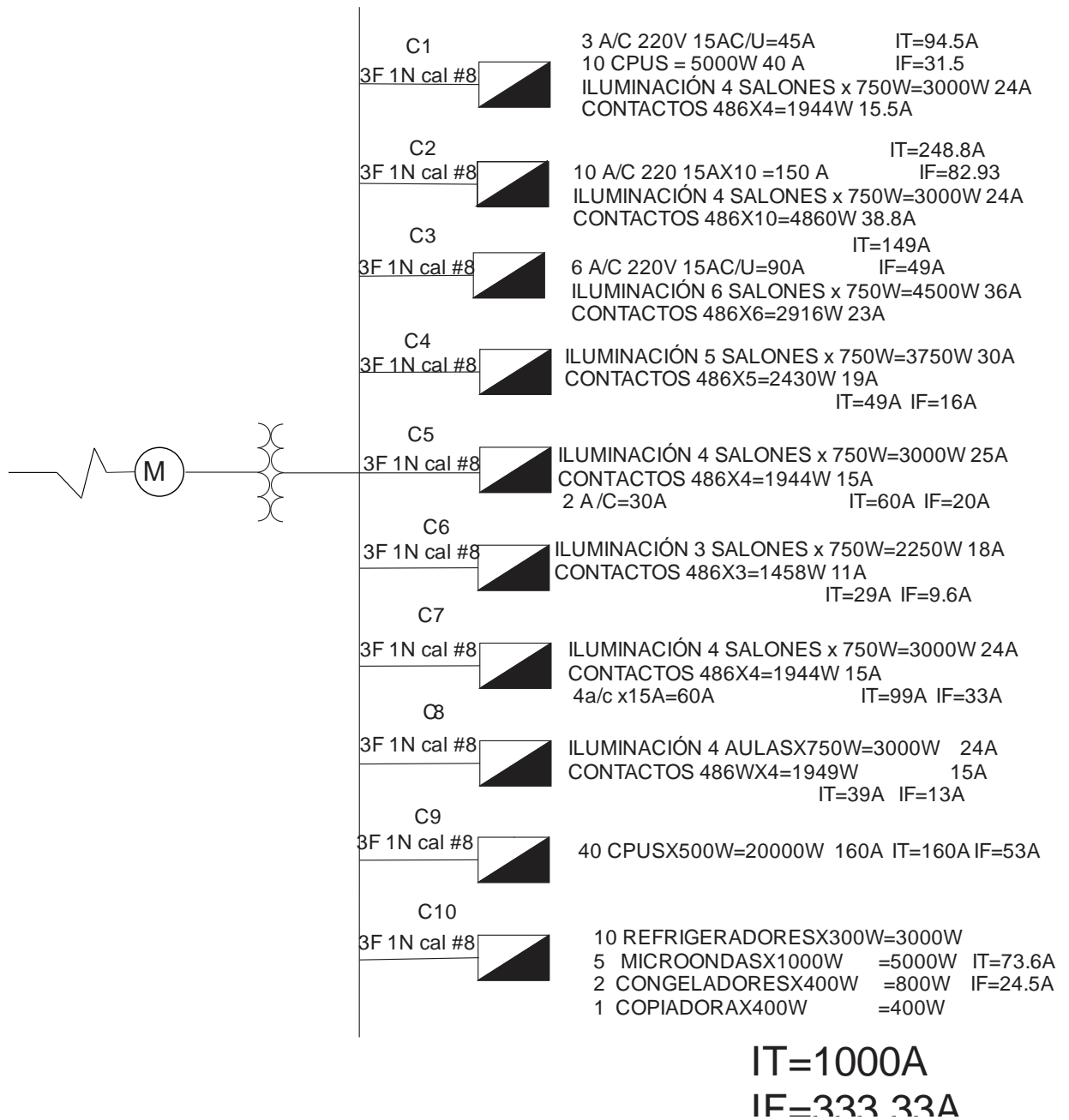


Figura 3.1.2 Diagrama unifilar de las condiciones iniciales del plantel Apatzingán

Sistemas de aire acondicionado para las aulas instalados en las azoteas



Fig.3.1.3 Sistemas de aire acondicionado instalado en las azoteas de las aulas

Mini Split para la dispersión de aire acondicionado ya en el interior del aula



Fig. 3.1.4 Mini Split instalado en el interior de las aulas

Sistemas de aire acondicionado de modelo anterior (de ventana)

Falta de mantenimiento por parte del plantel para tener vidrios completos y evitar que el aire frio salga del aula



Fig.3.1.5 Sistemas de aire acondicionado antiguo y falta de cultura por no tener vidrios para aislar el ambiente.

Cooperativa escolar donde se pueden observar los refrigeradores de solo esta tienda



Figura 3.1.6 Una pequeña parte de la tienda escolar

3.2 Plantel Buena Vista Tomatlán



Fig. 3.2.1 Plantel Buenavista Tomatlán en la región de tierra caliente.

En el plantel de Buenavista Tomatlán existía un problema en la red eléctrica subterránea de distribución interna del plantel, ya que en un principio fue diseñada para cierta carga y de un modo específico cuando se construyó el plantel, con el paso de los años este fue creciendo construyéndose más aulas, y obviamente la carga se fue incrementando, la energía eléctrica la fueron tomando de los registros más cercanos sin hacer un cálculo de cargas y de esta manera seleccionar el nuevo calibre de los conductores, por lo tanto no se tenía idea si los conductores que existían eran los adecuados y si soportarían el incremento de carga, por supuesto tampoco se realizó balance o previsión de lo que se podría instalar a futuro (como lo fue una tienda escolar cooperativa).

El director del plantel Buenavista Tomatlán reportó al departamento de Mantenimiento y Servicios Generales que había observado ciertas anomalías en la instalación eléctrica de su plantel, siendo las siguientes:

- Calentamiento del cableado que iba desde el interruptor general hasta el primer registro (en algunos tramos casi a punto de perder el aislamiento)
- El interruptor general se activaba frecuentemente interrumpiendo la transmisión de energía (Fig. 3.2.3)

Después de que se realizó una visita y revisión total de la red de dicho plantel se encontraron las siguientes anomalías:

- El laboratorio de cómputo al cambiarse de ubicación tomaron la energía eléctrica del registro más cercano donde no había conductor de tierra física y sólo llegaban 2 fases.
- Únicamente se tomaron 2 de las tres fases para alimentar todo el laboratorio y sistemas de Aire Acondicionado
- Tomaron también de ahí la energía eléctrica para solventar las necesidades de la tienda escolar
- Desbalanceo de cargas a la salida del interruptor principal
- Voltaje entre el neutro y la tierra física es de 50



Fig.3.2.2 Condiciones del primer registro y sin varilla de tierra

Buena Vista Tomatlan

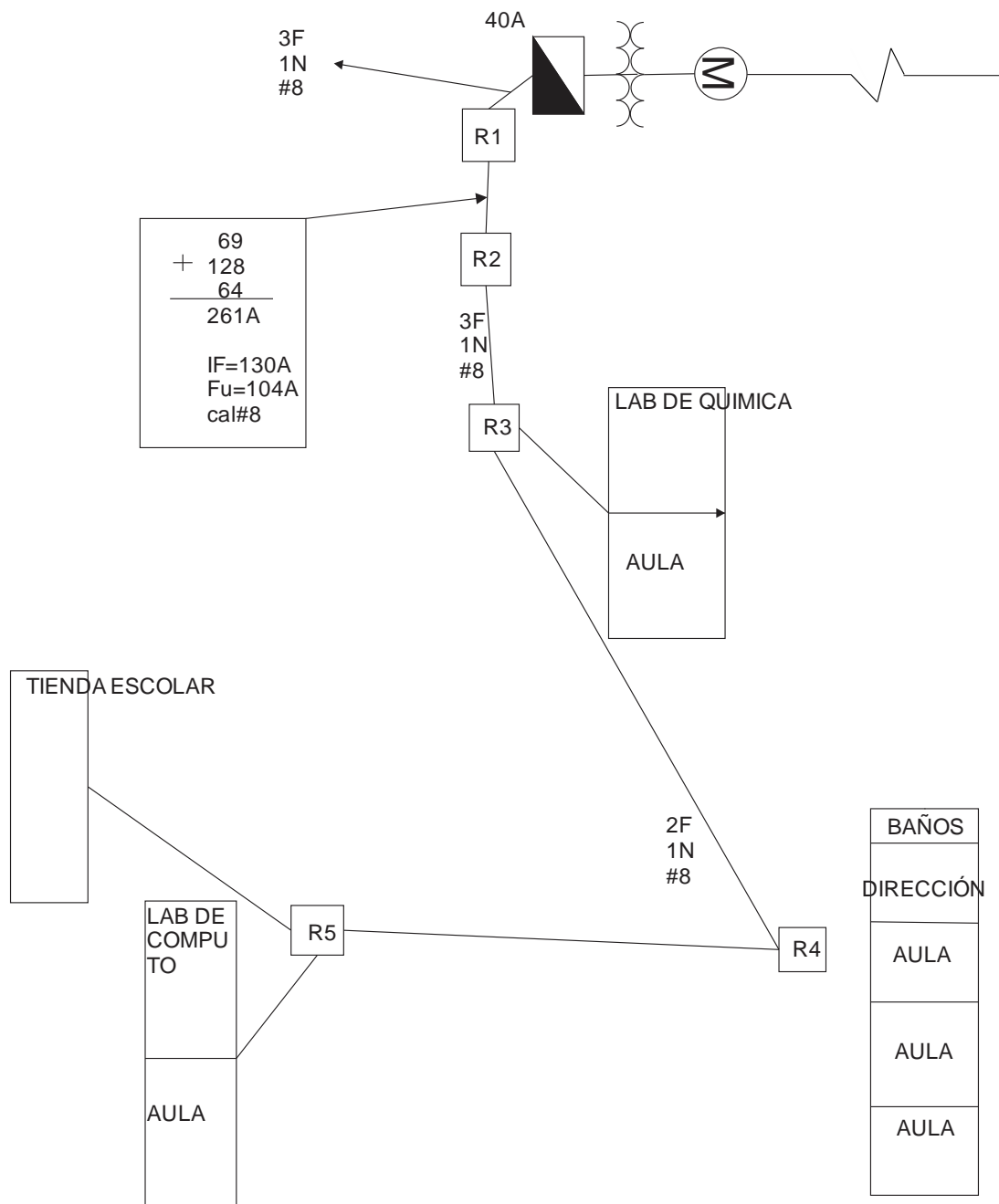


Fig.3.2.3 Instalación subterránea

Como se puede apreciar en la (Figura 3.2.2) se observa que las tres fases sólo llegan hasta el primer registro y ya de ahí en adelante sólo continúan dos, y que por cálculo de carga el conductor se ve rebasado ampliamente en cuanto a conducción y en medición real también se ve superado por la corriente demandada ya que el cable del calibre 8 sólo soporta una corriente de 40 A.

En la fig. 3.2.3 se observa el ITM principal instalado sin ningún kit de tierra



Fig. 3.2.3 Interruptor termo magnético

3.3 Plantel Lázaro Cárdenas

Este plantel cambio de sede por necesidades de crecimiento, sin embargo, este nuevo inmueble debido a la nueva carga que sería requerida su instalación eléctrica original debía ser previamente revisada por un verificador de CFE, ya que al hacer un nuevo contrato y una carga mucho mayor a la anterior CFE pide la intervención de un verificador antes de realizar el contrato de suministro de energía.

Siendo así, se contrató al verificador y después de revisar la instalación eléctrica respondió en su dictamen que la instalación no cumplía con la norma oficial Mexicana (**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización)**), ya que no contaba con ciertos lineamientos descritos en dicha norma y que no podía entregar un dictamen favorable ya que se ponía en riesgo a mucha gente y al inmueble propio, por lo que solicitó un proyecto de una instalación eléctrica conforme a dicha norma, donde se debía realizar:

- cálculos de cargas totales;
- carga por circuito;
- número de conductores por canalización;
- cálculo de protecciones por cada circuito y de una general;
- cálculo de capacidad de cada conductor;
- sistema de tierra física;
- tipo de canalización;
- tipo de conductor (por ser un centro de mucho tránsito de personas), etc.

En la Fig. 3.3.1 se presenta el diagrama unifilar que le fue entregado al verificador donde describe la instalación del inmueble al momento de la visita.

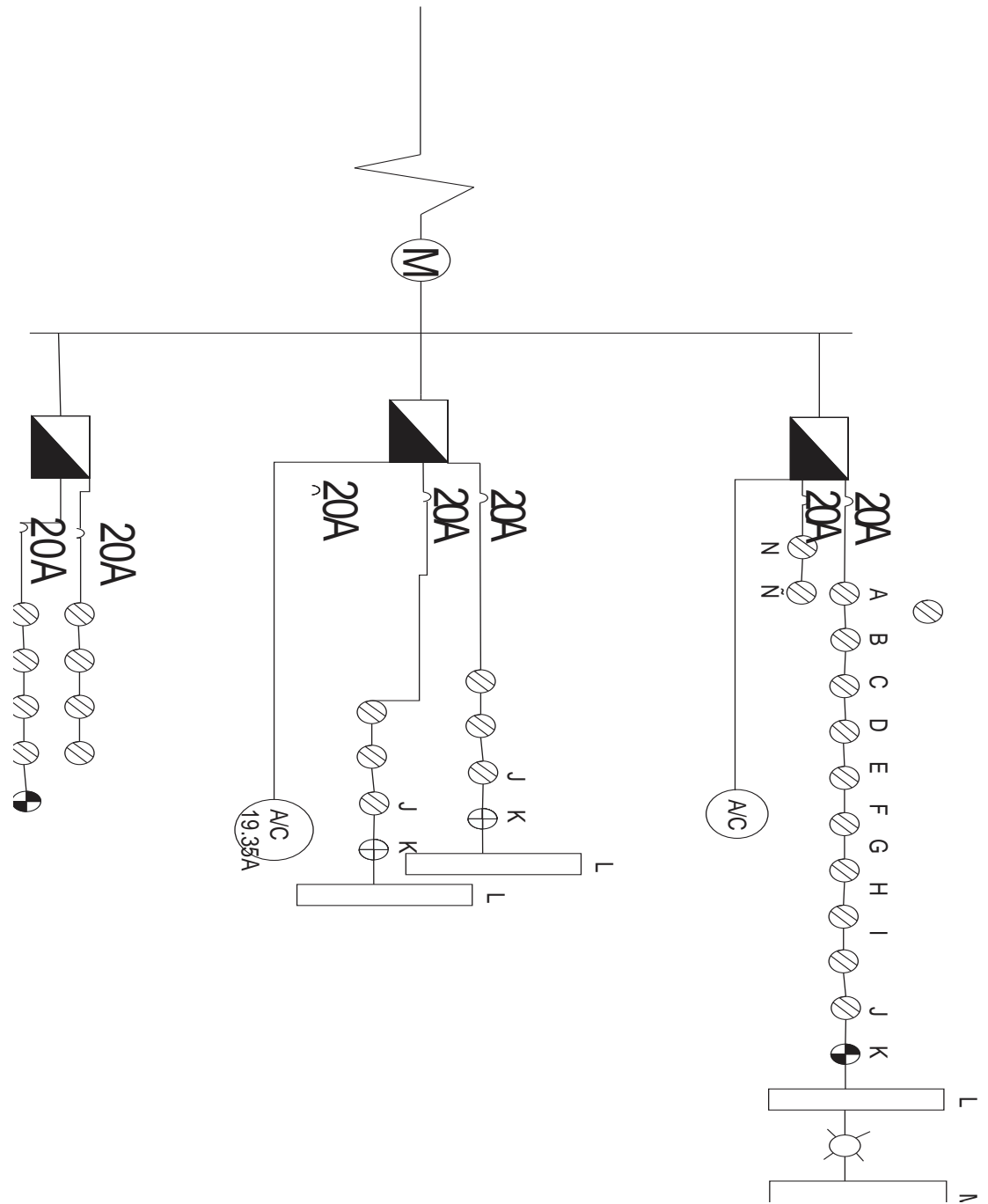


Fig.3.3.1 Diagrama unifilar de la instalación a la hora de la visita al plantel

Lista de equipos instalados en el centro de carga No.1

- A. 1 CPU, Impresora
- B. Cafetera doméstica
- C. Contacto de baño
- D. Contacto de entrada
- E. 1 CPU, impresora, fax
- F. Contacto dentro de baño
- G. Contacto pared
- H. Despachadores de agua (fría/caliente)
- I. Contacto de pared
- J. Contacto dentro de baño
- K. 3 Ventiladores de techo
- L. En total 3 juegos de 2x75 w
- M. En total 2 juegos de 2x39 w
- N. Impresora (copiadora)
- O. Aire acondicionado a 127v, 10 Amp. (por instalar)
 - Centro de carga con 220 v
 - Llegada al centro de carga. Calibre 8AWG 2 fases, 1 neutro. (600v, 90°, NOM 317 ANCE, THW-LS/HHW-LS).
 - Salida del centro de carga (1).- 3 conductores condulac (Tipo THW-LS/HHW-LS 12 AWG(2) 14 AWG(1).
 - Salida del centro de carga (2).- 3 conductores condulac (Tipo THW-LS/HHW-LS 12 AWG(2) 14 AWG(1).

Lista de equipos instalados en el centro de carga No.2

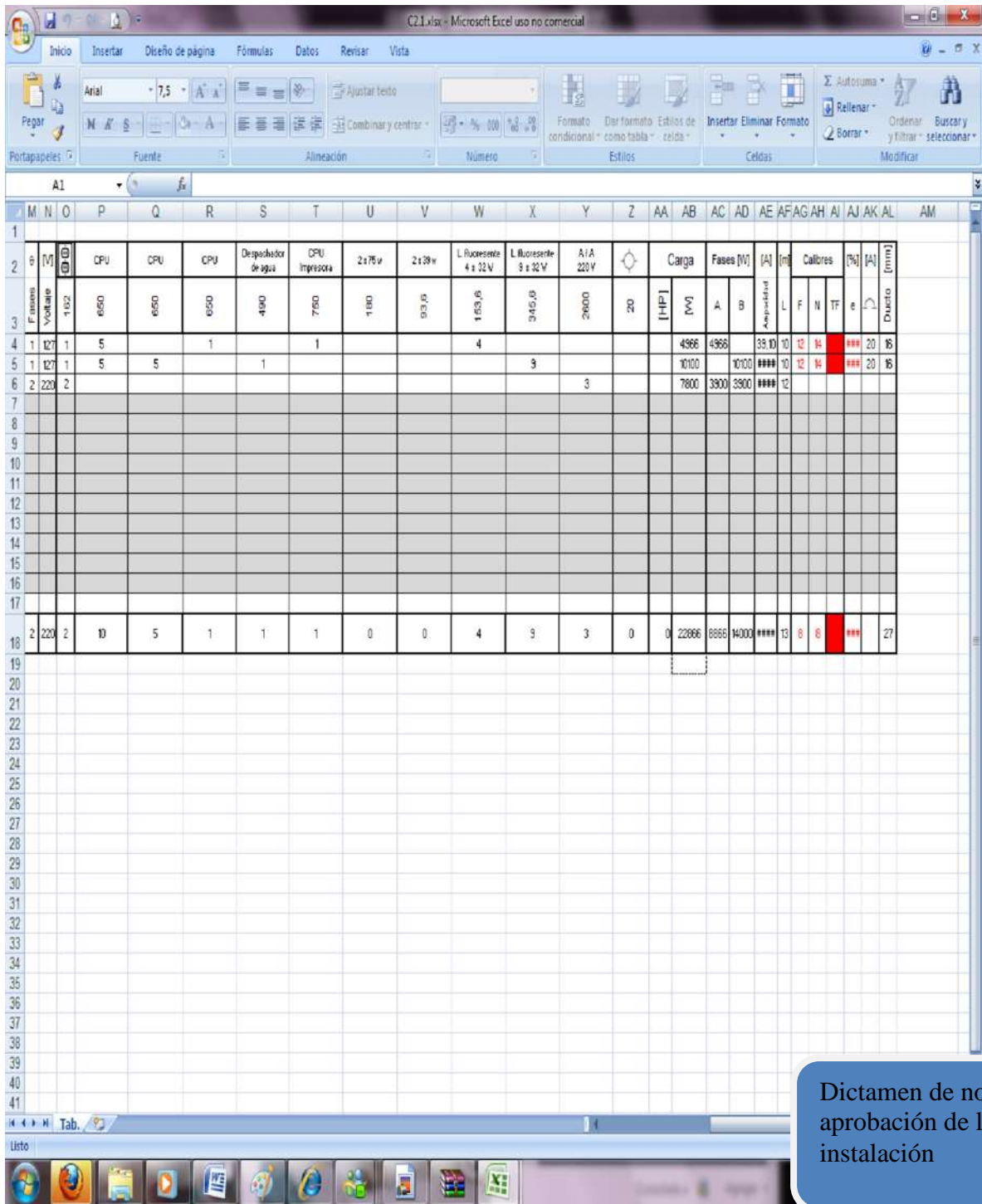
- A. Despachador de agua (portagarrafón agua fría/caliente)
- B. Contacto doble (a instalar 5 CPU'S)
- C. Contacto doble (donde se instalarán 5 CPU'S)
- D. Contacto doble (donde se instalarán 5 CPU'S)
- E. Contacto dentro de baño
- F. Contacto dentro de baño
- G. Contacto doble 1 CPU, cafetera domestica
- H. 1 CPU, impresora
- I. 4 Lámparas fluorescentes tipo U
- J. 9 Lámparas fluorescentes tipo U
- K. 3 Aires acondicionados (220v, 2600w, 14.35 A)

En centro de carga 2 llegan, 3 cables THW calibre 8 marca Nacobre, donde son 2 fases y 1 neutro para la iluminación y los contactos son THW-LS/HHW-LS 14AWG, NOM 317 ANCE

Lista de equipos instalados en el centro de carga No.3

- A. 1CPU, impresora
- B. 1 CPU
- C. 1CPU
- D. Contacto de pared
- E. Contacto de pared
- F. 1CPU
- G. Contacto dentro del baño
- H. Contacto dentro del baño
- I. 8 de 75 w (iluminación)
- J. 3 Ventiladores de techo

El cable de llegada 2 fases, 1 neutro calibre 8 AWG, 600 v 90° NOH 317ANCE, para la distribución de iluminación y contactos, cuenta con cable calibre y tipo condulac THW-LS/HHW, 12 y H AWG (iluminación). [1]



2 Figura 3.3.2 Dictamen de no aprobación de la instalación

Capítulo 4

Sistemas Eléctricos Actualizados Basados en la Norma Oficial Mexicana

4.1 Plantel Apatzingán.

En este caso se necesitaba instalar un transformador con mayor capacidad además de retirar e instalar nuevo cableado subterráneo.

Se contrató a una empresa privada la cual proveería el nuevo transformador y encargarse de su instalación.

En lo que respecta al cableado se tuvo que hacer una nueva instalación con cableado de mayor calibre, mas circuitos y distribuido de forma diferente.

Después de que se observaron estas anomalías se procedió con las correcciones pertinentes.

- Cableado nuevo y de mayor capacidad hasta el centro de cómputo y tiendas cooperativas.
- Independizar Circuitos para los sistemas de aire acondicionado para así tener más control sobre sus protecciones.
- Balanceo de cargas.
- Colocación de protecciones más adecuadas.

A continuación se presenta un diagrama unifilar de las nuevas condiciones de la instalación eléctrica.

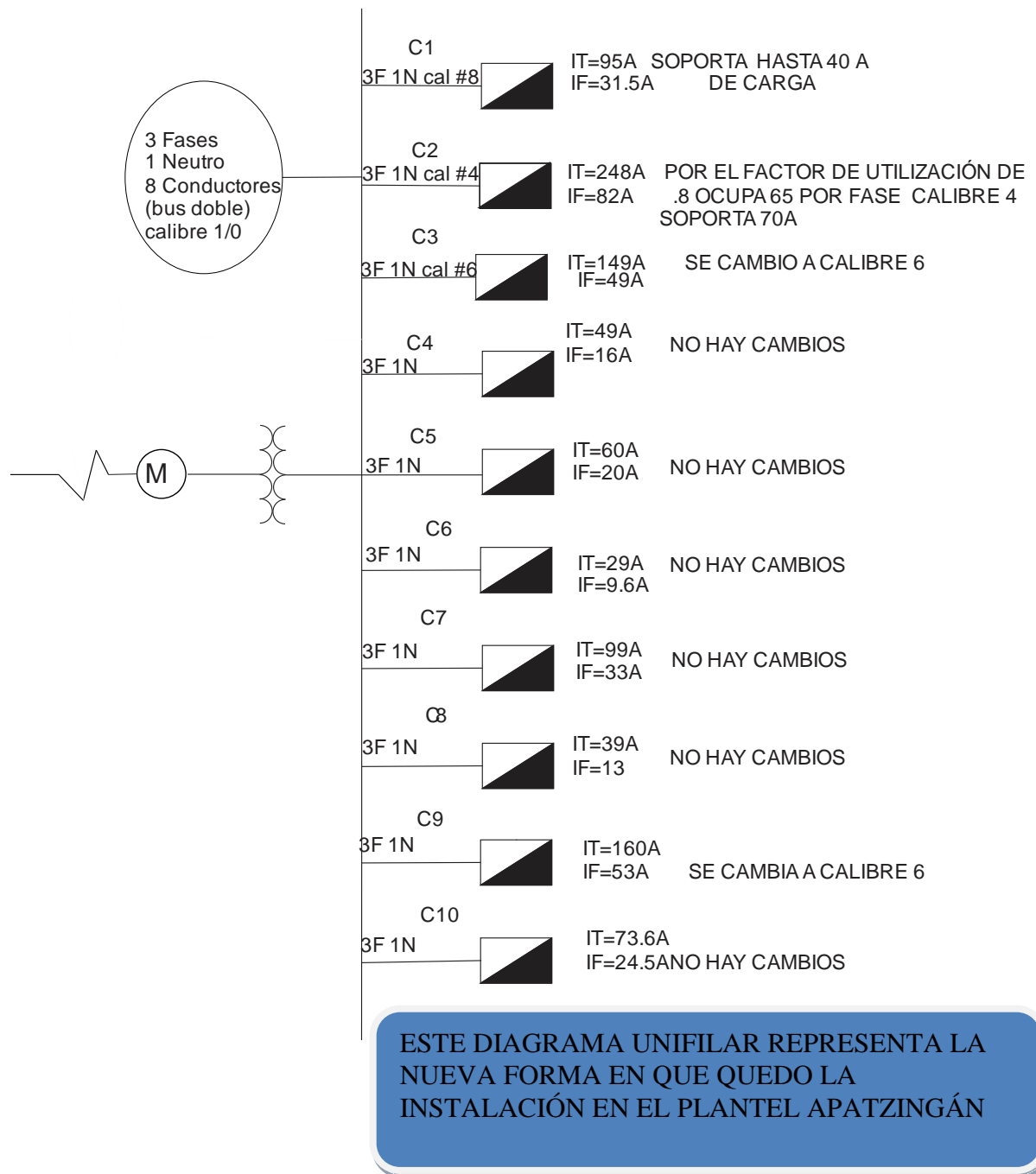


Fig.4.1.1 Diagrama unifilar de la instalación final.

Cabe mencionar que inicialmente las conexiones se realizaron como se indicaba en el circuito anterior; sin embargo con el nuevo cableado y transformador se observó lo siguiente:

Tabla 4.1.1 condición inicial de la red

| | | |
|--------------|-------------|-----------|
| Fase 1= 180A | FN=125volts | F1F2 218V |
| Fase 2= 150A | FN=120volts | F1F3 225V |
| Fase 3= 125A | FN=123volts | F2F3 200V |

Observándose un gran desbalanceo de entre fases.

El desbalance de cargas fue provocado por el aislamiento del nuevo circuito para los sistemas de aires acondicionados corrigiéndose inmediatamente, haciendo las conexiones pertinentes en algunos de los registros de la red eléctrica. Quedando de la siguiente forma:

Tabla 4.2 distribución de cargas después de la instalación de la nueva red.

| | | |
|-------------|--------------|------------|
| Fase1= 160A | FN=124 Volts | F1F2= 222V |
| Fase2= 150A | FN=125 Volts | F1F3= 219V |
| Fase3= 145A | FN=126 Volts | F2F3= 220V |

Desde esas correcciones a la fecha el plantel Apatzingán no ha presentado problemas en los sistemas eléctricos a excepción del gran consumo de energía que se refleja en la comparativa general que reporta CFE ya que como se realiza un pago centralizado de todos los planteles, pues nos da una tabla donde especifica el pago y consumo de cada uno de los planteles.

Ahora sólo faltaría trabajar sobre la cultura del uso eficiente de la energía eléctrica en los centros de trabajo y sobre todo en este, ya que presenta un gran consumo y como se mencionó anteriormente mucha de la energía utilizada en este plantel es en realidad despreciada, de igual forma tratar de automatizar los sistemas de iluminación y sistemas de aire acondicionado para que no se usen inadecuadamente.

4.2 Plantel de Buena Vista Tomatlán.

En el plantel de Buena Vista Tomatlán se procedió a realizar el reemplazo del cable que se encontraba desde el interruptor principal hasta uno de los registros donde se forma una división de circuitos, para que de ese registro se desvíe hacia dos zonas diferentes del plantel por lo que después de haber realizado un cálculo se procedió a poner el conductor más adecuado de acuerdo a la carga que es generada hasta el final de la línea.

En esa parte del circuito donde antes sólo existían 2 fases se incorporó la tercer fase del sistema eléctrico para tener más control sobre las cargas (un balanceo más fácil), además de no saturar tanto los conductores recién instalados.

También se realizó un sistema de “TIERRA FÍSICA” con cable desnudo que va desde el interruptor principal hasta el registro más alejado pasando por cada uno de los registros, además de ir colocando una varilla de cobre que comúnmente se utiliza en todas las instalaciones eléctricas en cada uno de los registros para así poder tener una protección contra descargas, y proteger a los usuarios y a los equipos consumidores de energía eléctrica de este plantel.

La protección principal se reemplazó por una adecuada de acuerdo al cálculo y se puso una de 75 A para la carga instalada y capacidades de los conductores ya que fue la que más se aproximó a las necesidades de este circuito en particular.

Después de estas correcciones dio como resultado que el laboratorio de cómputo tuviera su propio circuito independiente y un sistema de tierra física donde se podría ir descargando la energía estática acumulada en los equipos.

El balanceo de cargas no excedía del 5% de diferencia de amperaje a plena carga entre fases.

Desapareció el voltaje existente entre la barra del neutro y la barra de tierra física en el centro de carga principal.

En la Fig. 4.2.1 se mostrara el diagrama unifilar de cómo quedo finalmente la red eléctrica del plantel Buena Vista Tomatalan después de la remodelación.

Buena Vista Tomatlan

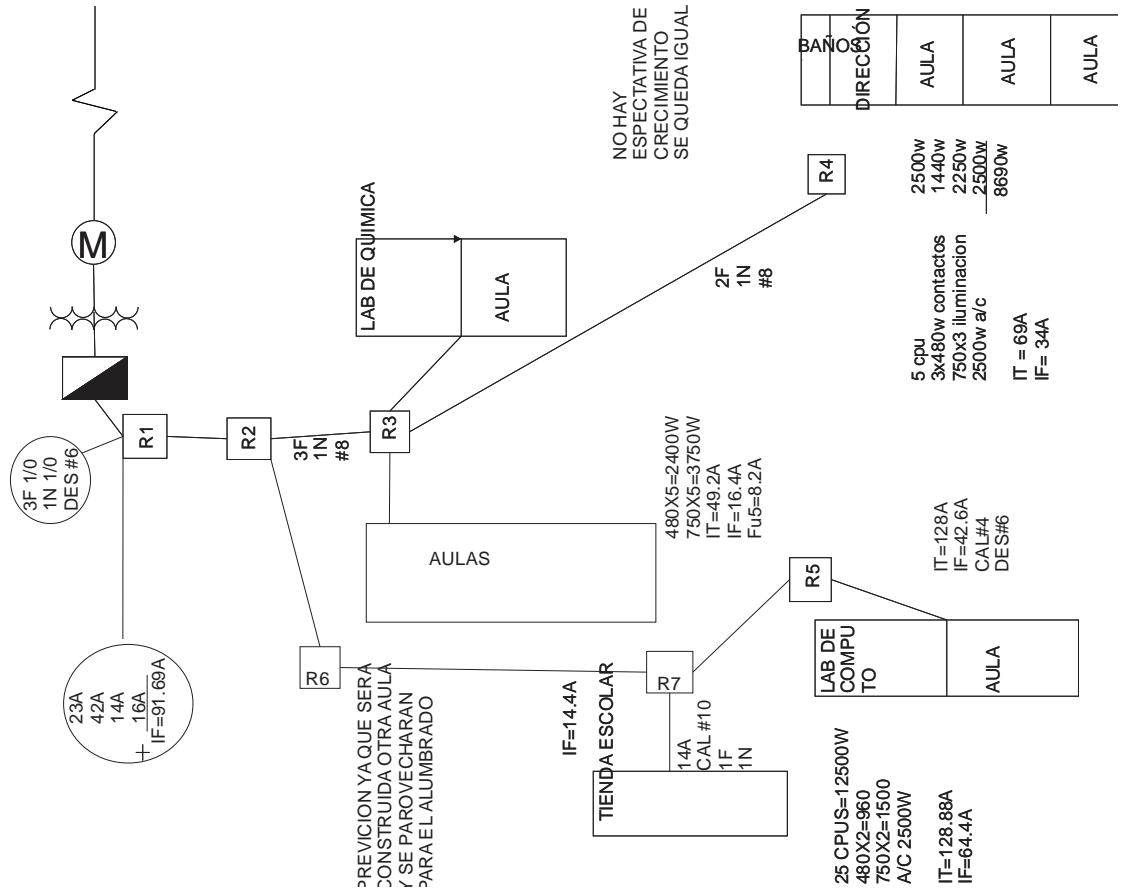


Fig. 4.2.1 Nueva distribución de los registros en el plantel

4.3 Plantel de la ciudad de Lázaro Cárdenas Mich.

En este plantel se realizó un proyecto de una instalación eléctrica semi-industrial ya que es un plantel muy pequeño, pero no por eso no se debía hacer una instalación que cumpliera con la norma Mexicana sobre instalaciones eléctricas (**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización)**) además de que si no se entrega un dictamen de parte de un verificador certificado ante CFE esta no conecta su servicio ya que no sabe si este servicio pone en riesgo a algún otro usuario o su red misma, esto se originó ya que el plantel en cuestión cambio de inmueble y se tiene que contratar un nuevo servicio de energía eléctrica.

Algunas consideraciones que se tomaron en cuenta:

- cálculos de cargas totales.
- carga por circuito.
- número de conductores por canalización.
- cálculo de protecciones por cada circuito y de una general.
- cálculo de capacidad de cada conductor.
- sistema de tierra física.
- tipo de canalización.
- tipo de conductor (por ser un centro de mucho tránsito de personas), etc.

Entregándose este proyecto al verificador contratado y dando el visto bueno de su parte se procedió a realizar las correcciones pertinentes en la instalación de la red eléctrica en la nueva sede de dicho plantel, ya estando la instalación echa, el Sr. Verificador revisó que efectivamente todo estuviera de acuerdo al proyecto presentado y que cumpliera con la norma oficial Mexicana, acto seguido procedió a entregar su dictamen donde certifica una correcta instalación eléctrica y así después de presentarse a CFE el dictamen emitido por el verificador, esta procedió a realizar las conexiones pertinentes y así nosotros contar con el suministro de energía eléctrica para el plantel.

Cálculos necesarios para realizar esta instalación conforme a norma oficial.

Después de hacer una redistribución de circuitos la red quedó de la siguiente manera:

- Para los 3 circuitos del tablero 1:

$$\text{Itm1.1.1}=1756\text{w} \quad I=1756/127=13.82\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=17.28\text{A}$$

$$\text{Itm1.1.2}=1994\text{w} \quad I=1994/127=15.70\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=17.62\text{A}$$

$$\text{Itm1.1.3}=2183\text{w} \quad I=2183/127=17.18\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=21.48\text{A}$$

De tablas calibre apropiado= 10 AWG soporta hasta 35A

De tablas Diámetro de tubería apropiado para 4 conductores calibre 10 AWG= 1/2" pero se puso 3/4"

Suma de itm's anteriores = 5933W

Cálculos para la parte del circuito del tablero C1 al tablero principal

$$\text{Itm1.1}=5933\text{w} \quad I=5933/2(127)=29.1978\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=36.4972\text{A}$$

De tablas:

Conductor apropiado 8AWG ITM1.1=2X30A

- Para los 5 circuitos del tablero C2:

$$\text{Itm1.2.1}=5000\text{w} \quad I=5000/127=3.93\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=4.921\text{A}$$

$$\text{Itm1.2.2}=2500\text{w} \quad I=2500/127=19.68\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=24.6062\text{A}$$

$$\text{Itm1.2.3}=6221\text{w} \quad I=6221/127=48.98\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=30.615\text{A} \text{ (por poner doble conductor de fases)}$$

$$\text{Itm1.2.2}=1158\text{w} \quad I=1158/127=9.11\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=11.3875\text{A}$$

$$\text{Itm1.2.3}=1162\text{w} \quad I=1162/127=9.14\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=11.43\text{A}$$

De tablas calibre apropiado= 10 AWG soporta hasta 35A

De tablas Diámetro de tubería apropiado para 4 conductores calibre 10 AWG= 1/2" pero se puso 3/4"

Suma de itm's anteriores = 11541w

Cálculos para la parte del circuito del tablero C2 al tablero principal

$$\text{Itm1.1}=11541\text{w} \quad I=11541/2(127)=45.43\text{A}*(125\% \text{ factor de utilización})=56.79\text{A}$$

De tablas:

Conductor apropiado 8AWG=55A ITM1.1=2X50A

- Para los 2 circuitos del tablero 3:

Itm1.3.1=1649w $I=1649/127=12.98A*(125\% \text{ factor de utilización})=16.23A$

Itm1.3.2=1394w $I=1394/127=10.9763A*(125\% \text{ factor de utilización})=13.72A$

De tablas calibre apropiado= 10 AWG soporta hasta 35A

De tablas Diámetro de tubería apropiado para 4 conductores calibre 10 AWG= ½” pero se puso ¾”

Suma de itm's anteriores = 3038w

Cálculos para la parte del circuito del tablero C3 al tablero principal

Itm1.1=3038w $I=3038/2(127)=11.9606A*(125\% \text{ factor de utilización})=14.95A$

De tablas:

Conductor apropiado 8AWG ITM1.1=2X30A

- Para los 4 circuitos del tablero C4:

Itm1.4.1=2600w $I=2600/(2)127=10.23A*(125\% \text{ factor de utilización})=12.795A$

Itm1.4.2=2600w $I=2600/(2)127=10.23A*(125\% \text{ factor de utilización})=12.795A$

Itm1.4.3=2600w $I=2600/(2)127=10.23A*(125\% \text{ factor de utilización})=12.795A$

Itm1.4.4=1270w $I=1270/127=10A*(125\% \text{ factor de utilización})=12.5A$

De tablas calibre apropiado= 10 AWG soporta hasta 35A

De tablas Diámetro de tubería apropiado para 4 conductores calibre 10 AWG= ½” pero se puso ¾”

Suma de itm's anteriores = 9070w

Cálculos para la parte del circuito del tablero C4 al tablero principal

Itm1.1=5933w $I=5933/2(127)=29.1978A*(125\% \text{ factor de utilización})=36.4972A$

De tablas:

Conductor apropiado 6AWG ITM1.1=2X50A

En este caso se considera un 25% mar por considerar el arranque de los motores a tensión plena.

Para conductores y tubería para la acometida.

$$5933+11541+3038+9070=29582W$$

$$I=29582w/(2)127=116.46Ax25\%=145.58A$$

Con 3 conductores de calibre 2 más 1 de calibre 8 desnudo

Tubería para 4 conductores calibre 2 con 1 1/4" es suficiente pero se puso de 1 1/5"

Para la instalación de cada uno de los itm's y el conductor desnudo se hace de acuerdo a la tabla 250-95[1] de la norma oficial Mexicana

Algunos trámites burocráticos que se tiene que llevar a cabo para evitar que se corte el suministro provisional de energía eléctrica.

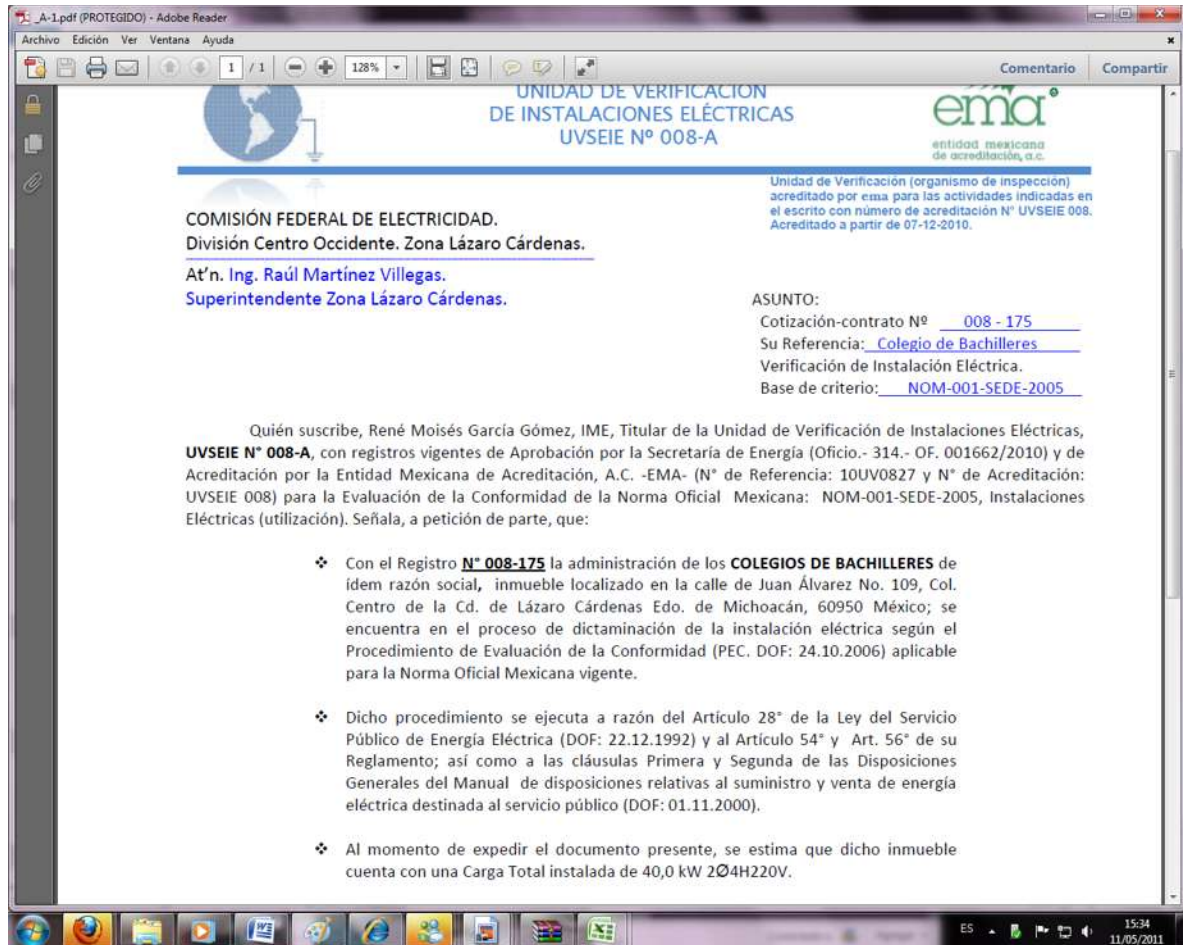


Fig.4.2.2 Trámite ante CFE para evitar el corte de suministro de energía eléctrica

A continuación se presenta la Fig. 4.2.3 donde demuestra la forma en que quedó la instalación para que fuera aprobada por el verificador.

Como se puede observar en la fig. siguiente ya cuenta con 6 ITM donde se ve un ITM principal que antes no existía, uno para protección del cableado del ITM principal hacia los secundarios y uno exclusivo para sistemas de aire acondicionado, teniendo así mas control sobre cada parte de la instalación eléctrica.

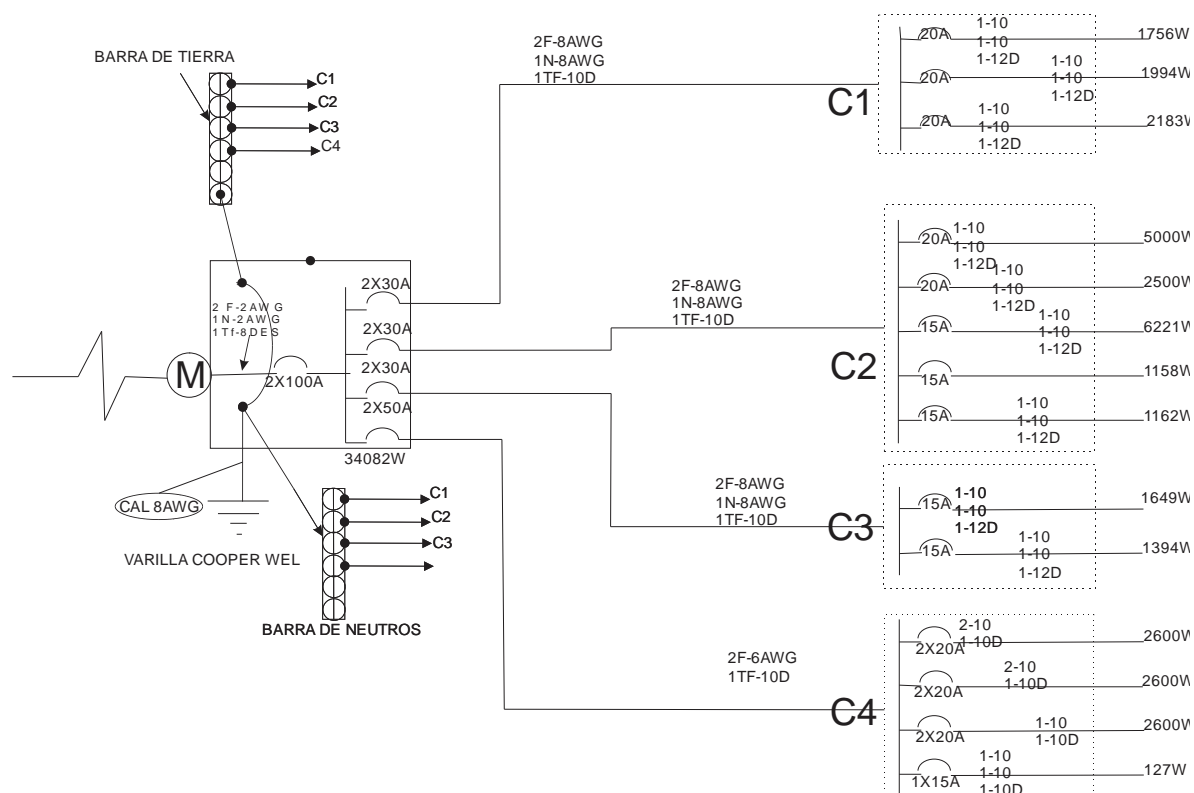


Fig.4.2.3 Diagrama unifilar final aprobado del plantel Lázaro Cárdenas

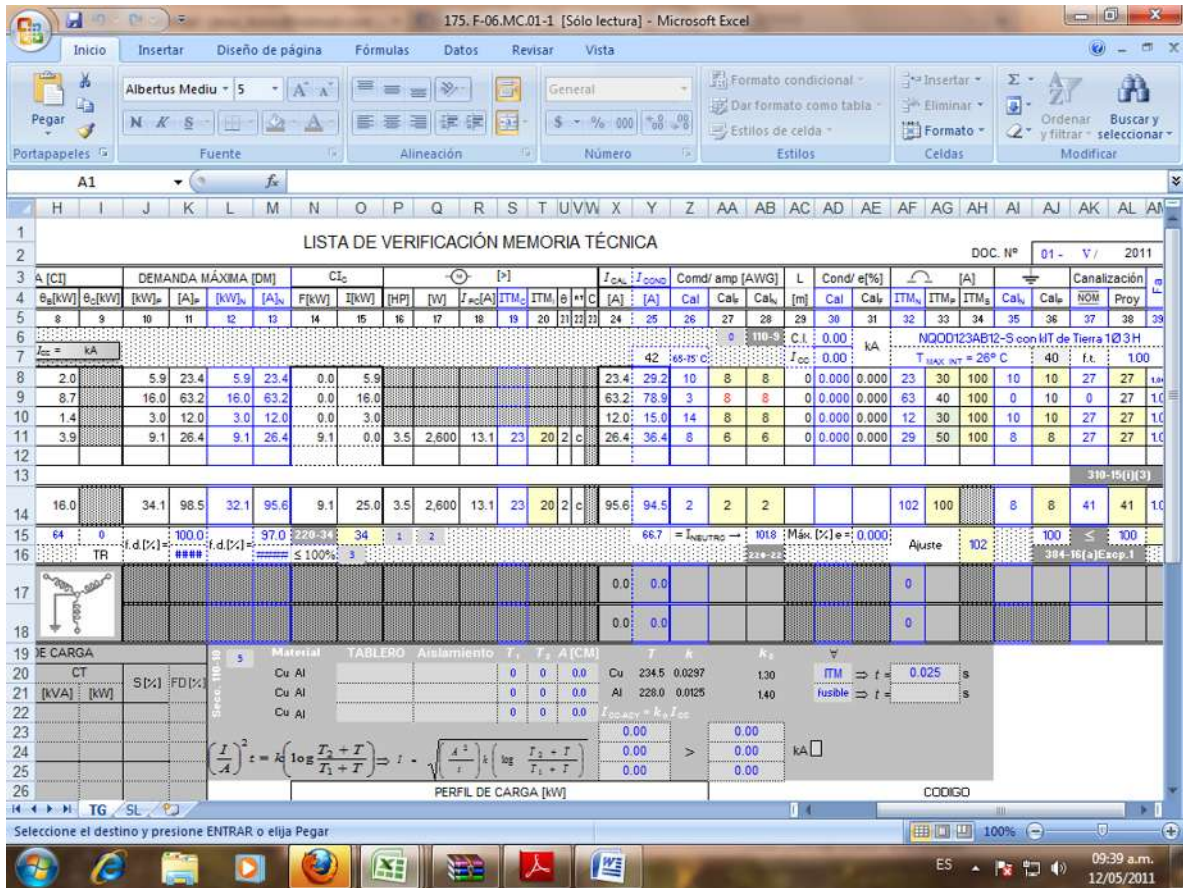


Fig. 4.2.4 Dictamen técnico sobre la instalación.

Capítulo 5

Conclusiones

Lo que he observado en el tiempo que llevo trabajando en el Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán, es que en su gran mayoría las instalaciones están muy deterioradas y en mucho de los casos no cumplen con la norma oficial (**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización)**), como se dijo en un principio en ocasiones por falta de conocimiento, por falta de material o equipos.

Basado en mi experiencia considero que puedo aportar a las instituciones lo siguiente:

- Uno de los proyectos en el que podría trabajar en un futuro es crear un portal donde se describa un manual de reparación o pasos a seguir para la eliminación de fallas comunes y relativamente fáciles, ya que en ocasiones prefieren esperar hasta que personal de Dirección General acudan al plantel a reparar cierta falla por insignificante que sea, y dado que todos los planteles tienen o son parecidos en cuanto a estructura eléctrica se refiere se puede diseñar un portal con imágenes y pasos; esto con la finalidad de que el personal propio del plantel trate de solucionar la falla eléctrica y también ahí puedan hacer sus peticiones sobre mantenimientos de manera directa y hasta poder generar un rol de mantenimiento programado convirtiéndose en mantenimiento preventivo y no correctivo.
- Dar curso ilustrativo de electricidad dirigido al personal que labora (intendentes ó vigilantes) en los planteles y enfocado a las cuestiones más comunes que se presentan en los planteles y que les puede servir hasta para su vida cotidiana y como

tiene gran similitud con las instalaciones domésticas pues quizá en su casa puedan hacer reparaciones por su propia cuenta.

- Dar cursos sobre el uso eficiente de la energía eléctrica aplicable en todos lados, esto con la finalidad de crear conciencia en cada una de las personas sobre la forma de utilizar este recurso.

APÉNDICE A

TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

| Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de: | Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil) | |
|--|--|----------------|
| | (A) | Cable de cobre |
| 15 | 2,08 (14) | --- |
| 20 | 3,31 (12) | --- |
| 30 | 5,26 (10) | --- |
| 40 | 5,26 (10) | --- |
| 60 | 5,26 (10) | --- |
| 100 | 8,37 (8) | 13,3 (6) |
| 200 | 13,3 (6) | 21,2 (4) |
| 300 | 21,2 (4) | 33,6 (2) |
| 400 | 33,6 (2) | 42,4 (1) |
| 500 | 33,6 (2) | 53,5 (1/0) |
| 600 | 42,4 (1) | 67,4 (2/0) |
| 800 | 53,5 (1/0) | 85,0 (3/0) |
| 1 000 | 67,4 (2/0) | 107 (4/0) |
| 1 200 | 85,0 (3/0) | 127 (250) |
| 1 600 | 107 (4/0) | 177 (350) |
| 2 000 | 127 (250) | 203 (400) |
| 2 500 | 177 (350) | 304 (600) |
| 3 000 | 203 (400) | 304 (600) |
| 4 000 | 253 (500) | 405 (800) |
| 5 000 | 354,7 (700) | 608 (1 200) |
| 6 000 | 405 (800) | 608 (1 200) |

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

| Tamaño o Designación | | Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13) | | | | | |
|----------------------|-------------|--|---|---|--------------|-------------------------|--|
| mm ² | AWG o kcmil | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C |
| | | TIPOS TW* CCE TWD-UV | TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE | TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB* | TIPOS UF* | TIPOS RHW*, XHHW* | TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS |
| | | Cobre | | | Aluminio | | |
| 0,824 | 18 | --- | --- | 14 | --- | --- | --- |
| 1,31 | 16 | --- | --- | 18 | --- | --- | --- |
| 2,08 | 14 | 20* | 20* | 25* | --- | --- | --- |
| 3,31 | 12 | 25* | 25* | 30* | --- | --- | --- |
| 5,26 | 10 | 30 | 35* | 40* | --- | --- | --- |
| 8,37 | 8 | 40 | 50 | 55 | --- | --- | --- |
| 13,3 | 6 | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 60 |
| 21,2 | 4 | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 |
| 26,7 | 3 | 85 | 100 | 110 | 65 | 75 | 85 |
| 33,6 | 2 | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 |
| 42,4 | 1 | 110 | 130 | 150 | 85 | 100 | 115 |
| 53,5 | 1/0 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 |
| 67,4 | 2/0 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 |
| 85,0 | 3/0 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 |
| 107 | 4/0 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 |
| 127 | 250 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 |

TABLA DE CONDUCTORES POR DIAMETRO DE TUBERIA

| TIPOS | CALIBRE AWG MCM | DIAMETRO DEL TUBO CONDUIT EN PULGADAS | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|-----|----|-------|-------|----|-------|-----|-------|-----|--|
| | | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 3 1/2 | 4 | |
| TW, T RUH RWW XHHW | 14 | 9 | 15 | 25 | 44 | 60 | 99 | 142 | | | | |
| | 12 | 7 | 12 | 19 | 35 | 47 | 78 | 111 | 171 | | | |
| | 10 | 5 | 9 | 15 | 26 | 36 | 60 | 85 | 131 | 176 | | |
| | 8 | 2 | 4 | 7 | 12 | 17 | 28 | 40 | 62 | 84 | 108 | |
| RHW RHH (R-90) Sin Cubierta THW | 14 | 6 | 10 | 16 | 29 | 40 | 65 | 93 | 143 | 192 | | |
| | 12 | 4 | 8 | 13 | 24 | 32 | 53 | 76 | 117 | 157 | | |
| | 10 | 4 | 6 | 11 | 19 | 26 | 43 | 61 | 95 | 127 | 163 | |
| | 8 | 1 | 3 | 5 | 10 | 13 | 22 | 32 | 49 | 66 | 85 | |
| T W, T, THW RUH (del 6 al 2) RUW(del 6 al 2) RHW RHH(R-90) Sin Cubierta | 6 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 23 | 36 | 48 | 62 | |
| | 4 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 17 | 27 | 36 | 47 | |
| | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 15 | 23 | 31 | 40 | |
| | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 13 | 20 | 27 | 34 | |
| | 1 | | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 14 | 19 | 25 | |
| | 110 | | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 18 | |
| | 210 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 | |
| | 310 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 | |
| | 410 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 | |
| | 250 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| | 300 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| | 350 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| | 400 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | |
| | 500 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | |
| | 600 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| | 700 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | 750 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | THWN, THHN, XHHW (del 4 AWG al 500 MCM) | 14 | 13 | 24 | 39 | 69 | 94 | 154 | | | | |
| | | 12 | 10 | 18 | 29 | 51 | 70 | 114 | 164 | | | |
| 10 | | 6 | 11 | 18 | 32 | 44 | 73 | 104 | 160 | | | |
| 8 | | 3 | 5 | 9 | 16 | 22 | 36 | 51 | 79 | 106 | 136 | |
| 6 | | 1 | 4 | 6 | 11 | 15 | 26 | 37 | 57 | 76 | 98 | |
| 4 | | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 16 | 22 | 35 | 47 | 60 | |
| 3 | | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 19 | 29 | 39 | 51 | |
| 2 | | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 18 | 25 | 33 | 43 | |
| 1 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 32 | |
| THWN, THHN, XHHW (del 4 AWG al 500 MCM) | 110 | | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 15 | 21 | 27 | |
| | 210 | | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 13 | 17 | 22 | |
| | 310 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 14 | 18 | |
| | 410 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 | |
| | 250 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 12 | |
| | 300 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 | |
| | 350 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 9 | |
| | 400 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 8 | |
| | 500 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | |
| | 600 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| | 700 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| 750 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| XHHW | 6 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 21 | 30 | 47 | 63 | 81 | |
| | 600 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| | 700 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| | 750 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| RHW (RW-75) RHH (R-90) Con Cubierta | 14 | 3 | 6 | 10 | 18 | 25 | 41 | 58 | 90 | 121 | 155 | |
| | 12 | 3 | 5 | 9 | 15 | 21 | 35 | 50 | 77 | 103 | 132 | |
| | 10 | 2 | 4 | 7 | 13 | 18 | 29 | 41 | 64 | 86 | 110 | |
| | 8 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 16 | 22 | 35 | 47 | 60 | |
| | 6 | 1 | 1 | 2 | 5 | 6 | 11 | 15 | 24 | 32 | 41 | |
| | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 18 | 24 | 31 | |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 18 | 22 | 28 | |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 9 | 14 | 19 | 24 | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 14 | 18 | |
| | 1/0 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 | |
| | 2/0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | |
| | 3/0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 | |
| | 4/0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| | 250 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 | |
| | 300 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 | |
| | 350 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | |
| | 400 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | |
| | 500 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | |
| | 600 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | 700 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | |
| | 750 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | |

Bibliografía

[1] Norma oficial Mexicana (**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización)**),

[2] Manual de alumbrado 4º edición

Autor: Westinghouse

Noriega editores

[3] Instalaciones eléctricas industriales

Autor: Pedro Camarena M.

CECSA Editores