



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“MEJORAS OPERATIVAS DE LA PLANTA DE
EMERGENCIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL
INSTITUTO DE GEOFÍSICA”

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO
P R E S E N T A N:

SANTA PAOLA CENTENO ROSALES
JAVIER SALAZAR LINARES

DIRECTORA DE TESIS:
M.I. TANYA MORENO CORONADO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

ABRIL 2008



AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, a la Facultad de Ingeniería y mis profesores por darme los conocimientos necesarios para poder formarme profesionalmente.

Al Instituto de Geofísica por permitirme realizar el levantamiento eléctrico de sus instalaciones. Gracias a la Ing. Lucila M. Cortina Urrutia por creer en nosotros para efectuar este trabajo y al Arq. Oscar Edgar López García por darnos todo su apoyo.

Al programa Proyectos de Ahorro de Energía y todas las personas que nos ayudaron a terminar esta tesis.

-A nuestra directora de tesis M.I. Tanya Moreno Coronado por creer en nosotros y darnos sus consejos y amistad.

-Al Ing. Luis Fernando Flores Álvarez que nos ayudo con el levantamiento y no explico todas las dudas que tuvimos en la realización del levantamiento.

A mis amigos de la Universidad por permitirme conocerlos y ser parte de su vida. Por ayudarme y estar conmigo a lo largo de la carrera, y aun después. Gracias Carolina, Jorge, Mónica, Belem, Itzé, Ale, Hugo, Borrego.

A Iván por estar siempre y confiar en mí.

A mi compañero de tesis Javier Salazar Linares por todo el apoyo que me brindó a lo largo de la realización de la tesis, por el tiempo juntos y por la amistad que construimos.

A mis padres Pilar Rosales y Joaquín Centeno por todo el apoyo y confianza que me han brindado y por hacer de mí la persona que soy ahora.

A mis hermanos Lalo, Jesús, Jacobo por siempre haber estado conmigo y a ti Felicitas por haber sido el mejor modelo a seguir.

Santa Paola Centeno Rosales

AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a mis padres Victoria Linares Rojas y Adán Salazar Patricio, gracias a su apoyo incondicional y enseñanzas que me otorgaron fue posible realizar toda mi trayectoria académica y llevar a cabo la realización del presente trabajo. Quiero agradecer a mis hermanos Adán, Ismael y Edgar a quienes aprecio bastante.

Agradezco también a mi novia Claudia Ortiz por estar ahí en todo momento y a mis amigos de la facultad que siempre estuvieron conmigo Arturo, Mauro, Fabiola, Richard, Gabriela, a mi amiga y compañera de tesis Paola, a todos los amigos y compañeros de la carrera.

Otorgó un agradecimiento especial a todos los profesores de la facultad de Ingeniería por transmitir sus valiosos conocimientos y a la UNAM por ser la máxima casa de estudios, me siento muy orgulloso por pertenecer a esta Universidad.

Extiendo mis agradecimientos a los colaboradores de esta tesis, a la M.I. Tanya Moreno Coronado directora de tesis, al Ing. Luis Flores por sus conocimientos y apoyo en la realización de este trabajo, al Ing. Augusto Sánchez Cifuentes, a todos los miembros del PAE de la F.I., a la Ing. Lucila M. Cortina Urrutia y al Arq. Edgar López García por su colaboración y la oportunidad que otorgaron de realizar el trabajo respaldado por esta tesis en el Instituto de Geofísica y en general a todo el personal del instituto por su apoyo y participación. Un agradecimiento también a los sinodales que evaluaron esta tesis.

Por último, quiero agradecer a todos aquellos que me apoyaron y ayudaron de alguna forma, sea directa o indirectamente.

Muchas Gracias a todos!

Javier Salazar Linares

Í N D I C E

	Página
Prefacio	1
1. Antecedentes.	2
2. Descripción del sistema eléctrico del Instituto de Geofísica.	5
2.1. Suministro de energía eléctrica del Instituto de Geofísica.	6
2.2. Sistema de Iluminación.	9
2.2.1. Iluminación fluorescente.	9
2.2.2. Iluminación fluorescente compacta.	10
2.2.3. Iluminación incandescente.	11
2.2.4. Iluminación de alta intensidad de descarga (HID).	12
2.3. Sistema de Aire Acondicionado (Clima).	12
2.3.1. Mini Split.	13
2.3.2. Unidad de Ventana.	13
2.3.3. Unidad de paquete.	13
2.3.4. Unidad de aire lavado.	14
2.3.5. Unidad Chiller.	14
2.4. Sistema de Fuerza.	15
2.5. Otros Sistemas Eléctricos.	17
2.5.1. Montacargas	17
2.5.2. Extractores e inyectores.	17
2.5.3. Cámara frigorífica.	18
2.5.4. Sistema Hidroneumático.	18
2.6. Plantas de Emergencia.	18
2.6.1. Planta de emergencia de 150 kW.	19
2.6.2. Planta de emergencia de 60 kW.	21
2.6.3. Tablero de transferencia.	23
2.6.4. Importancia de la planta de emergencia.	23
3. Levantamiento eléctrico.	26
3.1. Metodología.	28
3.2. Edificio Principal (I).	30
3.3. Edificio (II).	33
3.4. Anexo.	34
4. Resultados.	36
4.1. Cuadros de Carga.	36
4.2. Planos Eléctricos.	39
4.3. Diagrama Unifilar.	39

4.4. Planta de Emergencia, estado actual.	40
4.4.1. Sistema de enfriamiento.	42
4.4.2. Sistema de lubricación.	42
4.4.3. Sistema eléctrico de arranque.	43
4.4.4. Sistema de combustible y aire de admisión.	43
4.5. Monitoreos.	43
5. Propuestas.	49
5.1. Planta de Emergencia.	49
5.1.1 NOU-DEL-07 Sistemas de Emergencia.	49
5.1.2 Mantenimiento preventivo.	53
5.1.2.1. Sistema de Admisión.	55
5.1.2.2. Sistema de Escape.	55
5.1.2.3. Sistema de Enfriamiento.	56
5.1.2.3.1. Alta temperatura o bajo nivel de agua en el radiador.	56
5.1.2.4. Sistema de Lubricación.	57
5.1.2.4.1. Presión de aceite.	57
5.1.2.5. Sistema de Combustible.	57
5.1.2.6. Sistema Eléctrico.	58
5.1.2.7. Sistema de Gobernación.	58
5.1.2.7.1. Sobrecarga.	58
5.1.2.7.2. Sobre velocidad o baja velocidad.	58
5.1.2.7.3. Falla de Generación o alto voltaje	59
5.1.2.7.4. Falla de arranque.	59
5.1.3. Seguimiento de fallas.	59
5.1.4. Pruebas y mantenimiento (NOM-001-SEDE-2005)	60
5.2. Otras sugerencias.	60
5.2.1. NOM-001-SEDE-2005 y NOU-DEL	60
6. Conclusiones.	64
7. Anexos.	69
Anexo A. Datos de Placa.	69
Anexo B. Diagrama Unifilar.	73
Anexo C. Planos Eléctricos.	74
Anexo D. Cuadros de Carga.	92
Anexo E. Oficio de DGOC y reporte de mantenimiento.	97
Anexo F. Áreas del Instituto de Geofísica.	100
8. Bibliografía.	107

P R E F A C I O

El objetivo de la presente tesis es realizar un estudio integral del Instituto de Geofísica analizando la carga instalada del Instituto a través de la realización de los planos eléctricos, el diagrama unifilar y los cuadros de carga, así como la identificación de los tableros generales y derivados, el monitoreo de consumos y la evaluación de la planta de emergencia para dar propuestas para que se tenga una mejor operación.

En el Capítulo 1 hablaremos un poco de la historia del Instituto de Geofísica, objetivos, actividades y como esta constituido para darnos cuenta de porque necesita un adecuado suministro de energía eléctrica.

En el Capítulo 2 se hará una descripción del sistema eléctrico del Instituto y una explicación de como fue clasificado en cuatro sistemas.

En el Capítulo 3 veremos como se fue realizando el levantamiento eléctrico del Instituto, desde la revisión de las características de los equipos hasta su ubicación en los planos arquitectónicos.

En el Capítulo 4 revisaremos la información que se generó en el levantamiento eléctrico, además de los monitoreos realizados a la subestación y la planta de emergencia.

En el Capítulo 5 mencionaremos las propuestas de las mejoras operativas que se pueden tomar en cuenta para que la planta de emergencia y la instalación eléctrica del Instituto funcione en óptimas condiciones.

En el Capítulo 6 daremos las conclusiones y recomendaciones a las que llegamos.

En los Anexos se podrá encontrar los datos de placa de los equipos, así como los planos que se generaron con el levantamiento eléctrico.

1. ANTECEDENTES.

El Instituto de Geofísica fue aprobado por el H. Consejo Universitario el 21 de febrero de 1945 e inició sus actividades el 21 de febrero de 1949 bajo la dirección del Ing. Ricardo Monges López. El 29 de noviembre de 1976 se hizo la inauguración del Instituto de Geofísica (figura 1.1) en Ciudad Universitaria (figura 1.2) por el rector de la UNAM, Dr. Guillermo Soberón Acevedo.



Figura 1.1. Entrada principal del Instituto de Geofísica

El Instituto de Geofísica tiene como objetivos fundamentales:

- Realizar investigación en Geofísica y Ciencias Planetarias.
- Formar y capacitar personal especializado.
- Asesorar a otras dependencias de la universidad, sectores gubernamentales y privados del país en aplicaciones de técnicas geofísicas.
- Dar difusión de los resultados de las investigaciones y avances científicos en geociencias.

Las actividades del Instituto abarcan un amplio espectro de las Ciencias de la Tierra y Espaciales, que incluyen estudios teóricos y experimentales en el contexto de las investigaciones y programas internacionales de Geofísica y estudios básicos y aplicados de carácter regional y local, con particular énfasis en las características, recursos minerales y energéticos y fenómenos geológico-geofísicos del país.¹

¹ <http://www.igeofcu.unam.mx/general/objetivos.html>

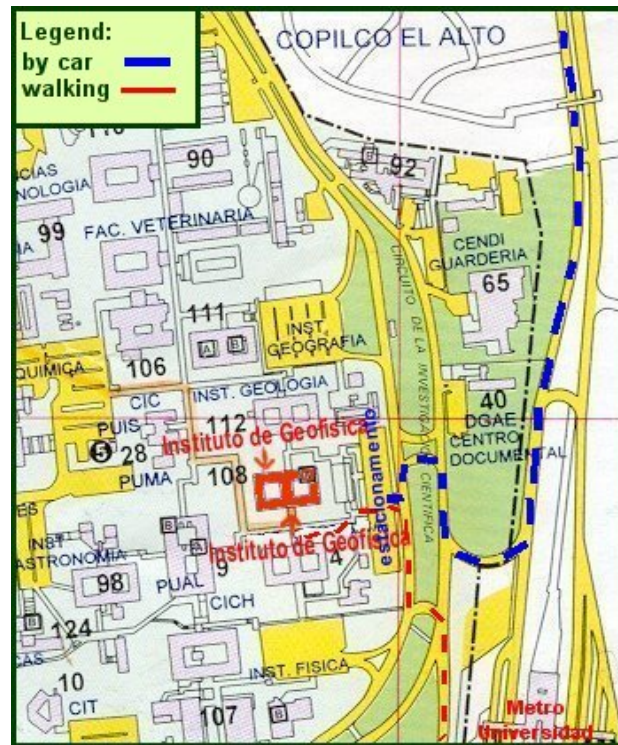


Figura 1.2. Ubicación del Instituto de Geofísica en Ciudad Universitaria

El Instituto está constituido por 6 departamentos, 1 sección, un conjunto de observatorios y laboratorios, 3 servicios geofísicos nacionales y varios servicios de apoyo académico (Anexo F):

- Departamento de Física Espacial, Investigaciones Solares y Planetarias, Geomagnetismo y Exploración, Recursos Naturales, Sismología y Vulcanología,
- Sección de Radiación Solar.
- Observatorio Magnético de Teoloyucan, Observatorio de Radiación Cósmica, Observatorio de Radiación Solar, Estación de Radio Sondeo e Interferómetro,
- Laboratorio Universitario de Petrología (LUP), Laboratorio de Cartografía Digital, Laboratorio de Paleolimnología, Laboratorio de espectrometría de Plasmas, Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Laboratorio de Paleomagnetismo, Laboratorio de Radioactividad Natural y Activación, Laboratorio de Termoluminiscencia, Laboratorio de Química Analítica, Laboratorio de Petrografía y Microtermometría.
- Servicio Sismológico Nacional, Servicio Mareográfico y Servicio Magnético.
- Dirección, Secretaría Académica, Secretaría Técnica y Secretaría Administrativa.

Todos estos laboratorios y en general el Instituto, con sus diferentes áreas requieren modificaciones y actualizaciones constantes, debido a los avances tecnológicos que en la actualidad vivimos, es por ello que es muy importante el adecuado suministro de energía eléctrica del cual se alimentan todos los equipos eléctricos y electrónicos que hacen posible los análisis y experimentos.

Debido al crecimiento acelerado del Instituto y a la falta de planos actualizados, el Instituto se ha visto sujeto a deficiencias en el suministro y calidad de la energía eléctrica, es por ello que se debe contar con planos reales para ver el estado actual de la instalación eléctrica, y así a partir de estos tener una buena base para el desarrollo de las ampliaciones eléctricas que requiere el Instituto.

El Instituto de Geofísica no puede depender de la disponibilidad del suministro eléctrico comercial, debido a que las ausencias prolongadas de energía eléctrica pueden poner en riesgo a las investigaciones que deben de tener sus equipos encendidos permanentemente.

La planta de emergencia por sí misma, no resuelve los problemas que se llegan a presentar en el suministro eléctrico y que son los causantes de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras, servidores, pérdida de información importante que se traduce en altos costos. Cuando hay una falla en la línea comercial la planta tarda en transferir a la carga varios segundos, es por esto que una solución integral se compone tanto de una planta de emergencia que, ante la ausencia de energía eléctrica, le permita operar durante largos tiempos de respaldo a bajos costos, como de un UPS (Uninterrumpible Power Supply) fuente de alimentación ininterrumpible, que ante cualquier eventualidad que se presente en la línea comercial le proporcione protección y seguridad para sus equipos e información. Como respuesta a esto, el Instituto cuenta con dos plantas de emergencia y cuatro UPS.

El objetivo de la presente tesis es realizar un estudio integral del Instituto de Geofísica analizando la carga instalada del Instituto a través de la actualización de los planos arquitectónicos, realización de planos eléctricos, diagrama unifilar y cuadros de carga, así como la identificación de los tableros generales y derivados, monitoreo de consumos y evaluación de la planta de emergencia para dar propuestas para que tenga mejoras operativas.

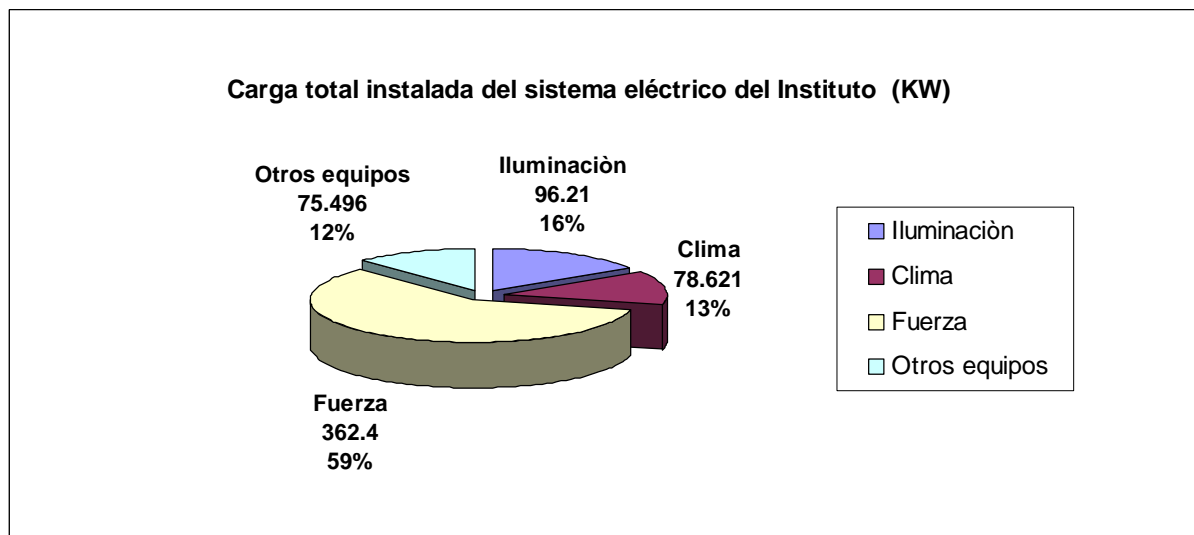
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA.

El sistema eléctrico del Instituto es de relevante importancia ya que sin energía eléctrica no se podrían llevar a cabo muchas de las actividades que se realizan en estas instalaciones. Con el sistema eléctrico se iluminan todas las áreas del Instituto así como también funcionan los equipos eléctricos y electrónicos como computadoras, equipo de laboratorio, máquinas, etc.

El sistema eléctrico del Instituto comprende los siguientes sistemas:

- Sistema de Iluminación
- Sistema de Aire Acondicionado (Clima)
- Sistema de Fuerza
- Otros Sistemas

La carga total instalada del sistema eléctrico es de 612.73 kW distribuidos en los diferentes sistemas tal y como podemos observar en la gráfica 2.1.



Gráfica 2.1. Distribución de carga instalada en kW.

El sistema de iluminación está comprendido principalmente por iluminación fluorescente (figura 2.1) en áreas internas e iluminación de alta intensidad de descarga (HID) en áreas externas. Las condiciones de operación del sistema no son del todo adecuadas ya que existen lámparas que ya no encienden correctamente o no funcionan y luminarias que se encuentran en mal estado.

El sistema de aire acondicionado lo conforman varios tipos de unidades que cubren diferentes necesidades en el Instituto, teniendo un total de 20 de éstas. Las condiciones de operación de las unidades de aire son excelentes, y esto se debe al mantenimiento preventivo/correctivo que se les proporciona cada mes ya que su funcionamiento es primordial por lo que no deben de fallar.

El sistema de fuerza está conformado por contactos eléctricos de diferentes tipos dentro de los cuales encontramos los contactos monofásicos de 127 volts (200 W), los bifásicos de 220 volts (500 W) y los trifásicos de 220/440 volts (1000 W). Estos datos de carga se asignaron de acuerdo a las

convenciones de carga que se tienen en el Programa de Ahorro de Energía (PAE), del área de Sistemas Energéticos.



Figura 2.1 Iluminación fluorescente en áreas interiores

Dentro de otros sistemas se encuentran clasificados a los extractores e inyectores, dos montacargas, dos sistemas hidroneumáticos y una cámara de refrigeración. Estos sistemas se encuentran en buen estado y las condiciones de operación son óptimas.

También se mencionará a las plantas de emergencia pero no como carga instalada, sino como elementos del sistema eléctrico, además del tablero de transferencia, haciendo referencia a sus características e importancia.

2.1 Suministro de energía eléctrica del Instituto de Geofísica.

El sistema eléctrico del Instituto comienza desde el seccionador *5-CIV-CIII*² de la red eléctrica interna de Ciudad Universitaria en media tensión. De este seccionador se toma la alimentación principal (acometida) que se conecta a la subestación pasando antes por cortafusibles como medios de protección. Esta subestación transforma el voltaje de red de media tensión (6000 volts) a baja tensión (220/127 volts) para suministro eléctrico del Instituto mediante un transformador tipo pedestal sumergido en aceite con capacidad de 500 kVA que es mostrado en la figura 2.2. Recordemos que un transformador tiene un lado de alta tensión y uno de baja tensión y cómo podemos ver en las figura 2.3 el lado de alta tensión es el izquierdo y el de baja tensión el derecho. Las características de este transformador se muestran en el anexo A y fueron tomadas directamente de los datos de placa del transformador.

² *Nomenclatura de la Dirección General de Obras y Conservación*



Figura 2.2 Subestación



Figura 2.3 Alta y Baja tensión de la subestación

El lado de baja tensión de la subestación se conecta a un tablero de distribución marca SIEMENS con un interruptor principal master pack de 3X1600 amperes; lo que indica que cada fase puede tener una corriente de 1600 amperes como máximo. De este tablero principal se alimentan dos tableros de transferencia para cada planta de emergencia con las que cuenta el Instituto.

El primero de ellos es el tablero de transferencia marca ZENITH que se encuentra en el cuarto de máquinas del edificio principal y se conecta a la planta de emergencia de 150 kW marca OTTOMOTORES DALE ELECTRIC y al tablero de emergencia 1E. El tablero 1E alimenta a dos UPS (sistema de energía ininterrumpible) marca MITSUBISHI de 20 kVA y 100 kVA que a su vez alimentan al tablero principal de distribución de energía regulada R. Para mayor referencia ver el diagrama unifilar en el anexo B.

El otro tablero de transferencia marca IGSA se encuentra en el cuarto de máquinas del edificio anexo y alimenta a la planta de emergencia de 60 kW marca IGSA y al tablero de emergencia 2E. Este tablero alimenta a un UPS de 12 kVA marca BALANCE POWER ADVANTAGE que suministra energía regulada al tablero 2ER y un UPS de 20 kVA que hasta el momento del levantamiento no estaba operando. En la figura 2.4 se muestra una imagen del cuarto de máquinas de este edificio.

Debido a que el Instituto de Geofísica ha ido creciendo a lo largo del tiempo en cuanto a investigación y por consecuencia en infraestructura, se han hecho los cambios de acuerdo a las necesidades que se requieren. En cuanto al sistema eléctrico del Instituto, este también ha sufrido muchos cambios ya que las instalaciones eléctricas con las que originalmente contaba el Instituto hoy en día ya han sido remodeladas para ajustarlas de acuerdo a las necesidades.

Cuando se construyó el edificio principal no se tenía la gran cantidad de equipos eléctricos y electrónicos con los que hoy cuenta el Instituto, tales como equipos de cómputo, microscopios electrónicos de alta definición, aparatos con tecnología de punta (la microsonda, el espectrómetro de masas, entre otros), sin embargo en la actualidad estas unidades requieren de una instalación eléctrica adecuada, además de una buena calidad de la energía para un funcionamiento correcto, porque de lo contrario, se reducirá la vida útil de los mismos o en algunos casos se pueden dañar totalmente.



Figura 2.4 Cuarto de máquinas en el edificio anexo. Se puede observar a la izquierda el tablero general SIEMMENS, al frente la planta de emergencia de 60 kW, al fondo a la derecha el tablero de transferencia IGSA y detrás de este se encuentra el tablero 2E.

El sistema eléctrico del Instituto suministra energía normal, pero también cuenta con energía de respaldo o emergencia con la ayuda de las plantas eléctricas. También se suministra energía regulada por medio del UPS que contiene un regulador de voltaje y está respaldada por la energía de emergencia.

La energía comercial proviene directamente de la alimentación de la red eléctrica interna de Ciudad Universitaria y en caso de alguna falla en el sistema no se cuenta con respaldo de energía eléctrica. Este tipo de energía alimenta aparatos y equipos eléctricos/electrónicos que no son de mucha importancia como lo son cafeteras, refrigeradores, motores e iluminación de áreas no importantes.

La energía de emergencia proviene de una planta de generación eléctrica o planta de emergencia que entra en operación cada que se detecta que no se tiene alimentación de energía normal mediante un tablero de transferencia, si hay energía normal esta misma es la que se utiliza para energizar todo el tablero de emergencia. La planta de emergencia deja de operar después de un determinado tiempo de suministro de energía normal; el intervalo de tiempo debe ser suficiente para verificar que la energía no se verá interrumpida de nuevo (generalmente de 3-6 minutos). Este tipo de energía debe suministrar alimentación a sistemas de iluminación o fuerza en las áreas críticas (pasillos, salidas, escaleras) y a los equipos, necesarios para la seguridad de la vida humana, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica o de los elementos del sistema. También deben proveer la energía necesaria para equipos tales como: ventiladores, sistemas de alarmas y detección de incendios, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación y otros con funciones similares donde la interrupción de la energía eléctrica podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana.

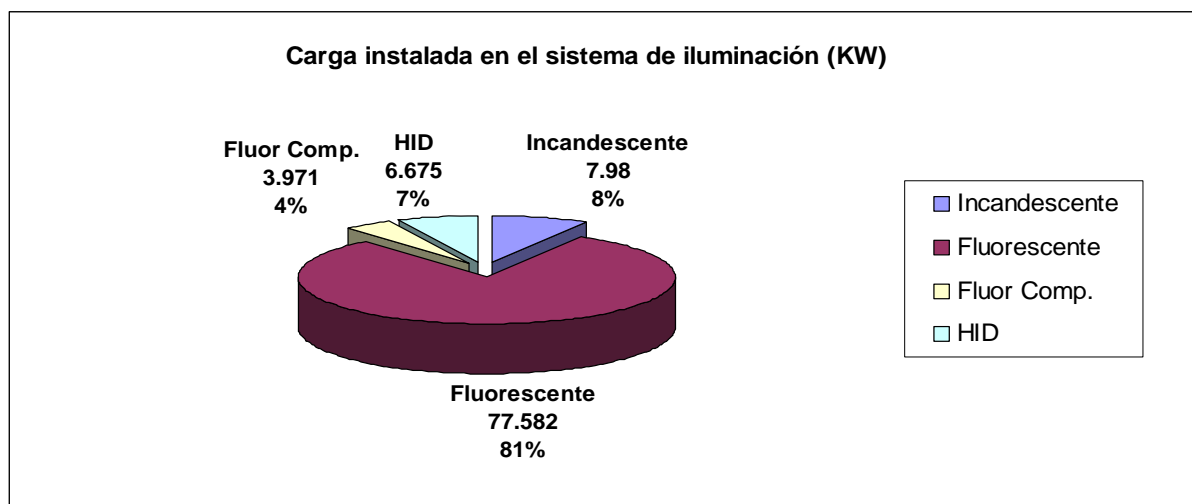
La energía regulada es la que nunca se ve interrumpida y esto es gracias a los UPS, los cuales están conectados a la energía de emergencia y debido a que está respaldada por la planta de emergencia nunca habrá una interrupción en la alimentación de energía eléctrica. Aquí están conectados todos los equipos de cómputo tanto los servidores como las computadoras que existen en cada uno de los cubículos, también todos los equipos eléctricos que tienen que estar trabajando las 24 horas sin ninguna interrupción, además de los equipos con alta sensibilidad que requieren un rango de operación más específico y no soportan cambios bruscos en la variación de voltaje y que son utilizados para la investigación, en simulaciones o cálculos donde el equipo pasa gran cantidad de tiempo trabajando.

2.2 Sistema de Iluminación.

Como elementos de un sistema de iluminación tenemos:

- *Fuente de luz:* Tipo de lámpara utilizada, que nos permitirá conocer las necesidades eléctricas.
- *Luminaria:* Sirve para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y está condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.
- *Sistema de control y regulación de la luminaria.* Utilizados para controlar el encendido-apagado de la iluminación, además de modificar las necesidades de intensidad del flujo luminoso en algunas lámparas. Pueden ser manuales o automáticos.

El sistema de iluminación del Instituto tiene una carga total instalada de 96.21 kW con un gran porcentaje por parte de la iluminación fluorescente (figura 2.5) tal y como podemos observar en la gráfica 2.2.



Gráfica 2.2. Distribución de carga por tipo de iluminación en kW.

2.2.1 Iluminación fluorescente.

La tecnología de iluminación fluorescente es la más utilizada en el Instituto pero con unidades poco eficientes. La mayoría son lámparas T12 en diferentes potencias (75 W, 40 W, y 20 W.) tanto lineales como curvalum. Los balastos de estos sistemas son electromagnéticos y las luminarias utilizadas varían dependiendo de la potencia y número de lámparas. Por ejemplo, iluminación con lámparas fluorescentes de 2X40 W en luminaria tipo sobreponer de 1.2X0.3 metros y difusor prismático de acrílico. Se encuentra ubicada en cubículos, oficinas, laboratorios, pasillos y áreas generales.

Solo el edificio anexo del Instituto cuenta con iluminación con lámparas fluorescente T8 de 32 W en luminaria de 1.2X0.3 metros de tipo sobreponer o empotrar con reflector louver para aumentar la eficiencia del sistema y balastro electromagnético. Estos sistemas de iluminación se encuentran en cubículos, laboratorios, oficinas, pasillos y áreas generales del edificio.

La tabla 2.1 muestra los sistemas de iluminación fluorescentes que se encuentran existentes en ambos edificios del Instituto.

Como ya mencionamos, las condiciones de operación no son del todo correctas por lo que algunas de las lámparas fluorescentes ya no encienden correctamente, parpadean mucho, la luminaria se encuentra en mal estado o sucia lo que impide una buena iluminación. Debido a que el 81% de la iluminación está comprendida por este tipo, es necesario darle un buen mantenimiento a este sistema, además de tenerlo en óptimas condiciones de operación.



Figura 2.5 Iluminación fluorescente e incandescente en una oficina.

2.2.2 Iluminación fluorescente compacta.

Este tipo de iluminación se encuentra en el edificio anexo del Instituto en sistemas modulares de 2X17 W que permite cambiar la lámpara compacta fluorescente cuando sea necesario sin necesidad de cambiar el balastro ya que tienen balastro integrado. Estos sistemas son utilizados para la iluminación de pasillos y áreas generales del edificio.

También se encuentran algunas en el área de la entrada del edificio principal del Instituto en sistemas integrales de 23 W.

Las condiciones de operación de estas lámparas son mejores que las fluorescentes y solo se encontraron algunas lámparas que ya no encienden por lo que es cuestión de cambiarlas. El porcentaje de carga instalada de este tipo de iluminación es muy pequeño comparado con la iluminación fluorescente pero de igual manera, hay que mantener un estado de operación óptimo.

2.2.3 Iluminación incandescente.

Este tipo de iluminación está comprendido por lámparas incandescentes con potencia de 60 y 75 W, que son utilizados como iluminación de algunos laboratorios y en el auditorio. Dentro de estos sistemas también se encuentran los comprendidos por lámparas dicroicas (figura 2.5) de 60 W que están instalados en las oficinas y auditorios.

Cabe señalar que durante el levantamiento se encontró que las lámparas incandescentes instaladas en el auditorio del edificio principal y las que se encuentran en la parte superior del cubo de las escaleras en el segundo nivel están fundidas, por lo que solo las que se encuentran en los laboratorios y zona de oficinas cuentan con condiciones de operación adecuadas.

Tipo de Luminaria	Tipo de Lámparas	Tipo de Balastro	Potencia [Watts]	Frecuencia [Hertz]	Voltaje [Volts]
Luminaria tipo sobreponer de 2.3x0.1 metros.	Fluorescente T12 de 1X75 W.	Electro-magnético	90	60	127
Luminaria tipo empotrar de 2.3x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X75 W.	Electro-magnético	187.5	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 2.3x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X75 W.	Electro-magnético	187.5	60	127
Luminaria tipo empotrar de 1.2x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 2X40 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo empotrar de 1.2x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 4X40 W.	Electro-magnético	200	60	127
Luminaria tipo empotrar de 1.2x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X40 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 1.2x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X40 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo empotrar de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 2X20 W.	Electro-magnético	50	60	127
Luminaria tipo empotrar de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 4X20 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 2X20 W.	Electro-magnético	50	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 de 4X20 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo empotrar de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 curvulum de 2X40 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 0.6x0.6 metros.	Fluorescente T12 curvulum de 2X40 W.	Electro-magnético	100	60	127
Luminaria tipo empotrar de 0.6x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X20 W.	Electro-magnético	50	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 0.6x0.3 metros.	Fluorescente T12 de 2X20 W.	Electro-magnético	50	60	127
Luminaria tipo empotrar de 1.2x0.3 metros.	Fluorescente T8 de 2X32 W	Electro-magnético	80	60	127
Luminaria tipo sobreponer de 1.2x0.3 metros.	Fluorescente T8 de 2X32 W.	Electro-magnético	80	60	127

Tabla 2.1 Tipos de iluminación fluorescente.

La potencia de las lámparas que se muestra en la tabla 2.1 es la del sistema lámpara-balastro considerando un 20% más de carga por consumo de energía del balastro electromagnético sobre la que consume la lámpara.

2.2.4 Iluminación de alta intensidad de descarga (HID).

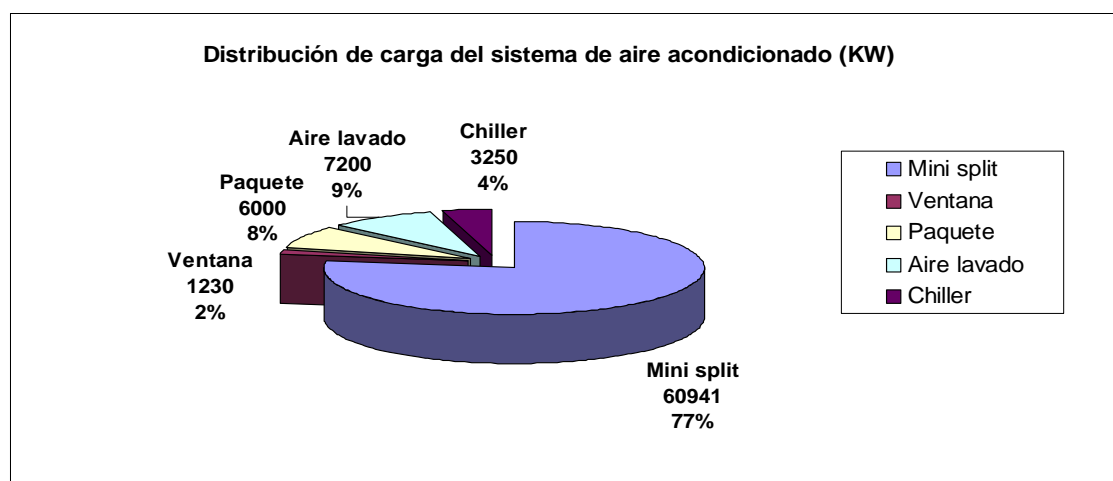
La iluminación HID está comprendida por luminarias para uso exterior con lámparas de aditivos metálicos, vapor de mercurio y vapor de sodio en potencias de 250 y 450 W. Se ubican en el área de azotea del Instituto para la iluminación perimetral del edificio, así como también en la zona general exterior y del jardín. Son controladas por fotoceldas, que al detectar la insuficiente luz natural activan a un contactor que energiza a las lámparas y las desenergiza cuando el nivel de luz natural es suficiente.

Las condiciones de operación no son muy buenas para las lámparas que se encuentran en la azotea, pues varias de ellas ya no encienden y las luminarias ya están viejas o deterioradas.

Los sistemas de control para los sistemas de iluminación en el Instituto comprenden desde apagadores sencillos y de escalera para los cubículos, oficinas, laboratorios y auditorios; atenuadores (dimmers) en laboratorios y auditorios; fotoceldas para la iluminación exterior; temporizadores (timers) para el control de los sistemas de iluminación en los pasillos y áreas generales, además del control directamente desde el tablero de alimentación.

2.3 Sistema de Aire Acondicionado (Clima).

El Instituto cuenta con varios tipos de aire acondicionado destinados para diferentes aplicaciones, generalmente se utilizan para climatizar el ambiente dentro del edificio y aunque solo representan el 13% de la carga eléctrica total instalada si representan un gran porcentaje de energía demandada ya que muchos de estos aires permanecen funcionando las 24 horas del día. Los tipos de aire que se encuentran en el Instituto son mini split en su mayoría, paquetes, aire lavado, chiller y unidad de ventana que describiremos más adelante. En total se tienen 20 unidades de aire acondicionado con una carga total de 78.62 kW distribuida como se muestra en la gráfica 2.3.



Gráfica 2.3. Distribución de carga del sistema de aire acondicionado en kW.

Más específicamente, los sistemas de aire acondicionado controlan el ambiente del espacio interior (temperatura, humedad, circulación y pureza del aire) para la comodidad de sus ocupantes o para conservar los materiales que ahí se manejen o almacenen.³ Las condiciones de operación de todas estas unidades son muy buenas, a excepción de un mini split que se encontró descompuesto.

³ <http://www.suva.com.mx/suva/productos/chillers/chillers.aspx>

2.3.1 Mini Split.

El aire acondicionado mini split (figura 2.6) cuenta con un condensador-compresor y un evaporador. El primero de ellos es una unidad externa en la cual se condensa y comprime el refrigerante, mientras que la unidad evaporadora, instalada en el interior (generalmente en la pared) del área a climatizar, hace la función de un intercambiador de calor enfriando el aire del área. Ambas unidades están conectadas entre si por medio de conductos por los que circula el refrigerante.

Estos equipos se encuentran instalados en áreas como los centros de cómputo en los cuales la temperatura aumenta considerablemente debido al funcionamiento de las computadoras y de los servidores. El Instituto cuenta con 8 unidades tipo mini split con potencia de 3900 W (datos de placa) para climatizar los centros de cómputo, el área del Servicio Sismológico Nacional, el Laboratorio Universitario de Petrología y el área de Cartografía Digital. Para mayor referencia se puede consultar la tabla 2.2.



Figura 2.6 Iluminación fluorescente e incandescente en una oficina.

2.3.2 Unidad de Ventana.

Este aire está constituido por una sola unidad en donde se llevan a cabo las funciones de evaporización y condensación. Ésta diseñada para colocarse en un hueco o espacio que dé hacia el exterior, como bien lo es una ventana. Debido a que su tamaño es más compacto en comparación con otros su capacidad también se ve disminuida, por lo que solo se coloca para climatizar áreas pequeñas.

En el Instituto existe solo una unidad de ventana que se utiliza para climatizar el servidor del centro de cómputo del área de recursos naturales, tal y como puede observarse en la tabla 2.2.

2.3.3 Unidad de paquete.

Este tipo de aire acondicionado se caracteriza por tener la unidad condensadora y evaporadora en un mismo paquete que se encuentra en el exterior. Toma aire del exterior, la enfría y luego a través de ductos se descarga el aire frío al área que se requiere.

En el Instituto existe una unidad de paquete, que se utiliza para climatizar el UPS de 100 kVA y el de 20 kVA que se encuentran en el sótano del edificio principal (figura 2.7).

2.3.4 Unidad de aire lavado.

Este equipo esta conformado por una sola unidad exterior donde se encuentran uno o varios condensadores y también el evaporador. Se caracteriza por tener una red de ductos por los cuales se extrae el aire caliente y por otros se descarga el aire frío a través de rejillas o difusores en techo.

El auditorio del edificio anexo del Instituto cuenta con una unidad de aire lavado con un solo condensador. El aire frío se transporta por ductos y sale por rejillas en el techo. La unidad exterior se encuentra en la azotea del auditorio.

También se cuenta con otra lavadora de aire en la azotea del edificio principal. Está conformada por dos unidades condensadoras de 1500 W cada una y un motor de 2 H.P. que en conjunto forman un sistema de aire acondicionado que es utilizado para climatizar el laboratorio de Espectrometría.

2.3.5 Unidad Chiller.

El equipo chiller es una unidad enfriadora de líquidos. Utiliza el mismo principio de refrigeración que el aire acondicionado. Cuenta con un condensador- evaporador exterior y transporta el líquido por pequeños ductos hacia donde se requiere. La unidad chiller que se encuentra en el Instituto enfría agua para entregarla al equipo ICP que se encuentra en el Laboratorio Universitario de Geoquímica (LUGIS). Dicho equipo utiliza agua helada para llevar a cabo la función de traza y ultraza para espectrometría de masas. La figura 2.7 muestra la unidad condensadora del chiller que se encuentra a la izquierda de la imagen y su carga eléctrica es de 3250 watts y 220/440 volts, información tomada de los datos de placa del equipo.



Figura 2.7 Condensador de la unidad Chiller (izquierda). Unidad de paquete para el cuarto de los UPS en el sótano del edificio principal (derecha).

La tabla 2.2 muestra una relación de todos los equipos de aire acondicionado que existen en el Instituto incluyendo sus características. Para mayor referencia de la ubicación se pueden consultar los planos.

	Número de unidades	Descripción del equipo	Potencia [Watts]	Frecuencia [Hertz]	Voltaje [Volts]	Area que climatizan
	3	Mini split LG	3900	60	220	Servicio Sismológico Nacional
	2	Mini split LG	3900	60	220	Cómputo general
	1	Mini split LG	3900	60	220	Laboratoio de Cartografía Digital
	1	Mini split LG	3900	60	220	Cómputo de Sismología
	1	Mini split York	3900	60	220	Laboratorio Universitario de Petrología
	1	Mini split Trane	2400	60	220	Laboratorio de ICP
	4	Mini split York	5469	60	220/440	Auditorio del edificio pricipal
	1	Mini split York	1950	60	220	Cuarto de máquinas, anexo
	1	Mini split Carrier	3516	60	220	Cuarto UPS anexo
	1	Unidad de ventana York	1230	60	220	Cómputo de Recursos Naturales
	1	Unidad de paquete Lennox	6000	60	220/440	Cuarto UPS principal
	1	Unidad Chiller	3250	60	220/440	Laboratorio de ICP
	1	Unidad de aire lavado	1200	60	220	Auditorio del edificio anexo
	1	Unidad de aire lavado York	6000	60	220/440	Laboratorio de Espectrometría
Total	20		78622			

Tabla 2.2 Unidades de aire acondicionado y su ubicación.

2.4 Sistema de fuerza

Este sistema está constituido por los contactos eléctricos que se encuentran instalados en el Instituto y que están destinados para suministrar energía a cualquier equipo eléctrico-electrónico como lo son computadoras, impresoras, equipos de laboratorio e instrumentación, equipo de taller, equipo de audio y video, cafeteras, calefactores eléctricos, ventiladores, etc. La carga total instalada de este sistema es de 362.4 kW que representa el mayor porcentaje de carga.

Los contactos pueden ser monofásicos, bifásicos y trifásicos, con una potencia de 200, 500 y 1000 watts respectivamente, de acuerdo a la convención ocupada en el PAE. A su vez, los contactos monofásicos pueden ser sencillos y dobles polarizados (figura 2.8), además de que estos últimos en su mayoría suministran energía regulada. La tabla 2.3 muestra esta clasificación:



Figura 2.8 Contactos monofásicos

Tipo de contacto		Energía que suministran		
		Comercial	Emergencia	Regulada
Monofásicos	Sencillos	173	0	0
	Doble polarizado	426	89	482
Bifásicos		29	3	22
Trifásicos		3	0	3
Total		631	92	507
Total carga kW		137.3	19.3	205.8

Tabla 2.3 Clasificación de los contactos.

Como se observa en la tabla anterior, los contactos monofásicos dobles polarizados que suministran energía regulada son los que predominan en el sistema de fuerza y esto es debido al gran número de equipos de cómputo con los que cuenta el Instituto en todas sus áreas de estudio y trabajo.

Los contactos bifásicos y trifásicos que suministran energía regulada son utilizados para alimentar a los equipos de laboratorio de alta tecnología que requieren de energía eléctrica todo el tiempo debido a los procesos que desarrollan.

El estado en el que se encuentra el sistema de fuerza es en general bueno pero solo en los que suministran energía regulada. Falta mantenimiento en los contactos que suministran energía normal y de emergencia.

2.5 Otros Sistemas Eléctricos

El Instituto de Geofísica, además de los sistemas de iluminación y aire acondicionado, cuenta con otros sistemas eléctricos que son importantes considerar. La mayoría de estos sistemas son conformados por motores en diferentes capacidades que son utilizados para desempeñar diferentes funciones de acuerdo al área en la que se encuentran.

Todos estos sistemas son indispensables y consumen una importante cantidad de energía y aunque en algunas ocasiones pasan desapercibidos por el personal del Instituto es necesario tomarlos en cuenta y verificar que se les proporcione un mantenimiento adecuado para lograr su correcto funcionamiento.

Dentro de estos sistemas tenemos:

- **2.5.1 Montacargas:** En el Instituto se tienen dos montacargas para desplazar equipos pesados dentro de los edificios.
 - a) El primero se ubica en el edificio principal y está comprendido por un motor trifásico de 4 H.P. (3000 W), 220 volts, 60 Hz.
 - b) El segundo se encuentra en el edificio anexo y está compuesto por un motor trifásico de 4 H.P., 220/440 volts y 60 Hz.

- **2.5.2 Extractores e inyectores:** Son utilizados en los laboratorios para extraer aire de campanas o en la destilación de ácidos. Algunos inyectores de igual forma son utilizados en las áreas de destilación de ácidos para ventilar el lugar y evitar una concentración de gases.

En el área de Química Ultrapura, los dos inyectores de aire existentes tienen la función de introducir aire con alta pureza, pues es necesario para llevar a cabo las tareas del lugar y por lo tanto es un área muy restringida y limpia.

Los extractores de menor capacidad están instalados en áreas como baños y laboratorios para ventilación del lugar. La tabla 2.4 muestra los sistemas de extracción e inyección presentes en el Instituto en los dos edificios.

Número de Equipos	Tipo de sistema	Motor [H.P.]	Carga [Watts]	Voltaje [Volts]	Frecuencia [Hertz]
1	Inyector de aire	2 H.P., 3	1500	220/440	60
2	Inyector de aire	5 H.P., 3	7500	220/440	60
14	Extractor de aire	1/20 H.P., 1	525	127	60
1	Extractor de aire	1/8 H.P., 1	93.75	127	60
4	Extractor de aire	1/6 H.P., 1	500	127	60
7	Extractor de aire	1/4 H.P., 1	1312	127	60
4	Extractor de aire	1/2 H.P., 1	1500	127	60
2	Extractor de aire	3/4 H.P., 1	1125	127	60
2	Extractor de aire	1 H.P., 3	1500	220/440	60
1	Extractor de aire	1.5 H.P., 3	1125	220/440	60
5	Extractor de aire	2 H.P., 3	7500	220/440	60
43			24,180.75		

Tabla 2.4 Inyectores y extractores

- **2.5.3 Cámara frigorífica:** en la Nucleoteca del Instituto se encuentra este sistema que prácticamente es para refrigeración y conservación de muestras de laboratorio. Cuenta con un compresor y dos ventiladores que en total suman una capacidad de 3000 W.
- **2.5.4 Sistema hidroneumático:** el Instituto cuenta con dos sistemas hidroneumáticos que abastecen de agua a todos las áreas donde se requiera dentro de cada uno de los edificios.
 - a) El primero se encuentra en el sótano del edificio principal y esta formado por una bomba trifásica de 5 H.P., 220/440 Volts y un compresor trifásico de 7.5 H.P., 220/440 Volts tal y como se muestra en la (figura 2.9).
 - b) El segundo se encuentra en el área de máquinas del edificio anexo y esta compuesto por un compresor trifásico de 5 H.P., 220/440 Volts y una bomba de vacío trifásica de 3/4 H.P. 127/220 V mostrado en la (figura 2.10).



Figura 2.9 Sistema hidroneumático del edificio anexo



Figura 2.10 Del edificio principal

2.6 Plantas de Emergencia.

El Instituto cuenta actualmente con dos plantas de emergencia que operan cuando el servicio normal de energía eléctrica es interrumpido.

Como ya hemos mencionado, la finalidad de la planta de emergencia es la de suministrar la energía eléctrica necesaria cuando existe una falla en la red normal de suministro. Debido a que el Instituto cuenta con muchos equipos sofisticados y de alta tecnología se requiere de una alta confiabilidad en el suministro eléctrico, una buena calidad de la energía y que no existan variaciones de voltaje para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, además de evitar pérdidas en cuanto a información o investigación.

A continuación veremos las características de cada una de las plantas de emergencia.

2.6.1 Planta de emergencia de 150 kW.

Esta planta de emergencia se encuentra ubicada en el cuarto de máquinas (sótano) del edificio principal del Instituto de Geofísica. Empezó a operar en febrero de 2001 con una capacidad continua de 150 kW a 2240 m.s.n.m, tensión de 220 V, frecuencia de 60 Hz, 3 fases, marca *Ottomotores Dale Electric*. Esta planta se encuentra aislada por una caseta acústica que minimiza el ruido provocado por la misma. En la figura 2.11 se puede observar una imagen de la planta en cuestión.



Figura 2.11 Vista general de la planta de emergencia de 150 kW.

Motor: La planta tiene un motor CUMMINS, modelo *6CTA83G2*. Es un motor de 4 tiempos y control electrónico de velocidad, lo que asegura un bajo consumo de combustible y se enfría por agua (tipo de inyección directa). Tiene 6 cilindros en línea de 16 V con aspiración natural o turbo cargados con post-enfriamiento. El sistema eléctrico es de 24 volts, incluyendo marcha y alternador de carga de baterías. El motor está provisto de las protecciones contra sobre velocidad, baja presión de aceite y alta temperatura y bajo nivel de agua en el radiador. Su temperatura máxima es de 100°C.

Generador: Está acoplado directamente al motor con discos flexibles de acero y sin escobillas (figura 2.12). Cuenta con regulador de voltaje externo, tipo transistorizado, que mantiene el voltaje entre vacío y plena carga al $\pm 1\%$. Está diseñado para trabajar a 1800 rpm, frecuencia de 60 Hz, 3 fases, 4 hilos, un factor de potencia de 0.8 y aislamiento NEMA clase F/H. Su temperatura máxima es de 150° C.



Figura 2.12 Vista del generador de la planta de emergencia de 150 kW.

Construcción: El motor y generador están acoplados directamente formando una sola unidad asegurando una correcta alineación. Están montados sobre una base de acero estructural tipo patín.

Accesorios: La planta de emergencia cuenta con silenciador y tramo de tubo flexible, baterías para servicio pesado de 12 volts y un tanque de combustible diesel de día cilíndrico de 1000 litros. La tabla 2.4 muestra algunos datos técnicos acerca de esta planta.

La planta de emergencia de 150 kW funciona en conjunto con un tablero de transferencia automático marca ZENITH, 3 fases, 400 A, 120/220 V, modelo ZTG2K40EX-41 que contiene la unidad de transferencia, los instrumentos de medición, equipos de control y equipos de protección.

Modelo motor	Capacidad continúa [kW]	Potencia máxima [H.P.]	Consumo combustible a carga plena [lts/hora]	Dimensiones máximas Aproximadas [cms]			Peso Aprox. [Kgs.]
				L	AN	AL	
6CTA8.3G2	150	277	53	235	86	132	1240

Tabla 2.5 Datos técnicos de la planta de emergencia de 150 kW.

El tablero de transferencia (figura 2.13) esta separado de la planta de emergencia y están conectados entre sí por los alimentadores (3H-400 KCM, 1H-250 KCM y 1H-2/0 AWG; fase, neutro y tierra). La salida del tablero de transferencia alimenta al tablero de emergencia 1E que suministra energía a todos los sistemas de emergencia del edificio principal tanto de iluminación como de fuerza.

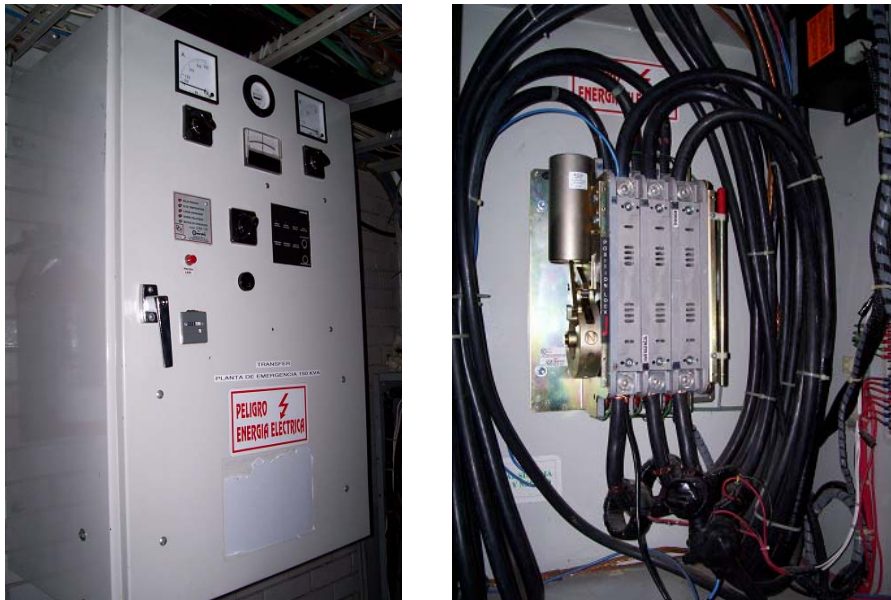


Figura 2.13 Tablero de transferencia de la planta de emergencia de 150 kW.

2.6.2 Planta de emergencia de 60 kW.

La planta de emergencia se encuentra ubicada en el cuarto de máquinas del edificio anexo del Instituto de Geofísica. Tiene una capacidad continua de 60 kW, tensión de 220 V, frecuencia de 60 Hz, 3 fases, marca *Igsa*. Esta planta se encuentra sin una caseta acústica, como lo es en el caso de la planta de 150 kW, y se puede observar en la figura 2.14.



Figura 2.14 Vista general de la planta de emergencia de 60 kW.

Motor: La planta tiene un motor CUMMINS, modelo 4BT3.9G4, es un motor de 4 tiempos con control electrónico de velocidad que asegura un bajo consumo de combustible y se enfría por agua. Tiene 4 cilindros en línea de 12 V, con aspiración natural o turbo cargados con post-enfriamiento. El sistema eléctrico es de 12 volts, incluyendo marcha y alternador de carga de baterías. El motor está provisto de las protecciones contra sobre velocidad, baja presión de aceite, alta temperatura y bajo nivel de agua en el radiador.

Generador: Está acoplado directamente al motor con discos flexibles de acero y sin escobillas (figura 2.15). Cuenta con regulador de voltaje externo, tipo transistorizado, que mantiene el voltaje entre vacío y plena carga al $\pm 1\%$. Está diseñado para trabajar a 1800 rpm, frecuencia de 60 Hz, 3 fases, 4 hilos, un factor de potencia de 0.8 y aislamiento NEMA clase F/H. Su temperatura máxima es de 125° a 150° C.



Figura 2.15 Vista del generador de la planta de emergencia de 60 kW.

Accesorios: La planta de emergencia cuenta con baterías para servicio pesado de 12 volts y un tanque de combustible diesel de día cilíndrico de 250 litros. La tabla 2.6 muestra algunos datos técnicos acerca de esta planta.

Modelo motor	Capacidad continúa [kW]	Potencia máxima [H.P.]	Consumo combustible a carga plena [lts/hora]	Dimensiones máximas Aproximadas [cms]			Peso Aprox. [Kgs.]
				L	AN	AL	
4BT3.9G4	60	102	19	175	68	114	711

Tabla 2.6 Datos técnicos de la planta de emergencia de 60 kW.

La planta de emergencia de 60 kW funciona en conjunto con un tablero de transferencia automático marca IGSA con contactores marca TELEMECANIQUE, 3 fases, 400 A, 120/220 V, modelo LC1F150 que contiene la unidad de transferencia, los instrumentos de medición, equipos de control y equipos de protección.

El tablero de transferencia está separado de la planta de emergencia y están conectados entre sí por los alimentadores (4H-2/0 AWG, 1H d 8 AWG; 3 de fase, neutro y tierra desnuda). La salida del tablero de transferencia alimenta al tablero de emergencia 2E que suministra energía a todos los sistemas de emergencia del edificio anexo tanto de iluminación, fuerza y alarma contra incendio.



2.16 Tablero de transferencia de la planta de emergencia de 60 kW.

2.6.3 Tablero de transferencia.

El tablero de control y transferencia es el encargado de desarrollar las funciones de operación, monitoreo y protección del equipo. Cuenta con una unidad de control la cual es la encargada de proporcionar las señales de arranque automáticamente cuando se presenta una falla de la energía comercial. Así mismo proporciona señales a la unidad de transferencia para transferir la carga y vigilar el regreso de la red normal y durante la operación vigilar el equipo para que en caso de que se presente cualquier falla este se proteja evitando de esta manera daños mayores, una vez que regresa la red comercial esta se detecta y el módulo proporciona señal para realizar la retransferencia y el paro de la planta, quedando en condición de espera en caso de un nuevo evento de falla de la red comercial.

La unidad de transferencia debe contar con bloqueo mecánico y eléctrico para evitar que los dos interruptores cierren ya sea automática o manualmente al mismo tiempo evitando daños al equipo o a la carga. Todas las unidades de transferencia tienen la posibilidad de realizar la transferencia en forma manual en caso de fallo automático.

Adicionalmente se cuenta con una serie de componentes auxiliares para el correcto desempeño de sus funciones y protección como son interruptores de protección, contactores auxiliares, medidores de frecuencia, voltaje, corriente, selector de operación, contador de horas, etc.

2.6.4 Importancia de la planta de emergencia

Las plantas de emergencias son sumamente útiles, ya que son capaces de generar energía cuando el suministro normal falla durante tiempos prolongados.

La planta de emergencia por sí misma, no resuelve los problemas que se llegan a presentar en el suministro eléctrico y que son los causantes de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras, servidores; pérdida de información importante y valiosa que se traduce en altos costos. De

la misma manera, cuando hay una falla en la línea normal la planta tarda en transferir energía a la carga varios segundos. Por esto una solución integral se compone tanto de una planta de emergencia como de un Sistema de Energía Ininterrumpida (UPS) que, ante cualquier eventualidad que se presente en la línea normal, le proporcione protección y seguridad para sus equipos e información.

Los UPS garantizan una alta confiabilidad y continuidad en el suministro eléctrico, además de que la energía que suministran está libre de perturbaciones eléctricas (caídas bruscas de tensión, la baja tensión, los picos y sobretensiones). Los equipos de comunicaciones, de instrumentación y procesamiento de datos son muy sensibles a las perturbaciones eléctricas es por ello que deben estar conectados a la red de energía ininterrumpible o energía regulada. El funcionamiento de estos equipos será muy confiable si se cuenta con un suministro de energía de este tipo.

Las dos plantas de emergencia suministran energía a cuatro UPS que tienen la finalidad de proporcionar energía regulada (no-break). Por una parte, la planta de emergencia de 150 kW alimenta a dos UPS. El primero es de 100 kVA marca MITSUBISHI cuyos datos técnicos se muestran en el anexo A. El otro es de 20 kVA (figura 2.17) marca MITSUBISHI y cuyos datos se muestran también en el anexo A. El UPS de 100 kVA tiene conectados dos transformadores (figura 2.18) ya que el voltaje con el cual suministra la energía de salida es de 440 volts entre fases y este voltaje tiene que transformarse a 220 Volts entre fases para que pueda ser suministrado a la red de energía regulada (ver diagrama unifilar en el anexo B). Estos transformadores tienen una capacidad de 150 kVA y de 112.5 kVA y cuyas características técnicas se encuentran en el anexo A.



Figura 2.17 UPS de 20 kVA.

Ambos UPS alimentan al tablero general de energía regulada R. Este tablero es el que alimenta a los 10 tableros derivados de energía ininterrumpida y a algunos equipos específicos como el ICP-MS.

Por otra parte, la planta de emergencia de 60 kW alimenta a otros dos UPS. El primero es de 12 kVA marca BALANCE POWER ADVANTAGE que a su vez suministra energía regulada para el tablero 2ER que es el que energiza al Laboratorio de Paleomagnetismo en el edificio anexo. El otro UPS es de 20 kVA y se encuentra ubicada en el edificio II y al momento del levantamiento eléctrico no estaba operando, por lo que no tiene carga conectada. Ver diagrama unifilar en el anexo B.

Los UPS pueden suministrar energía regulada sin estar conectadas a la planta de emergencia o a la red eléctrica, pero solo por un determinado tiempo de acuerdo con la capacidad de las baterías y la carga demandada en ese lapso de tiempo.



Figura 2.18 Transformadores conectados a UPS de 100 kVA.

3. LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO

Un levantamiento eléctrico es un reconocimiento físico de los componentes que forman el sistema eléctrico de un lugar determinado. Durante esta actividad se revisan las características eléctricas de los elementos y dispositivos, además de que se hace referencia de su ubicación en planos arquitectónicos utilizando una simbología para cada elemento. El objetivo primordial de un levantamiento eléctrico es el de conocer cada uno de los elementos eléctricos para lograr la elaboración de planos o en su defecto, una actualización de los mismos, así también como para poder realizar el análisis de la carga eléctrica total instalada y la carga conectada a cada una de las plantas de emergencia.

De acuerdo con la Dirección General de Obras y el Instituto de Geofísica, no se contaba con planos eléctricos de la dependencia, con excepción del edificio anexo que por su reciente construcción sí cuenta con planos eléctricos originales, pero tampoco se cuenta con un diagrama unifilar que representa, de forma general, el sistema eléctrico del Instituto. Debido a esta situación y también a que constantemente se han realizado actualizaciones y cambios al sistema eléctrico del Instituto, se prefirió hacer un levantamiento eléctrico de todo el Instituto para conocer los elementos del sistema, su ubicación y la carga que representan, entre otras características.

El Instituto solo contaba con planos arquitectónicos, pero después de una inspección visual tuvieron que ser actualizados ya que había modificaciones no registradas en algunos cubículos, laboratorios y otras áreas.

Para llevar a cabo lo anterior, se pidió apoyo a la Secretaría Técnica de la dependencia para girar un oficio e informar a todas las áreas acerca de la realización del levantamiento eléctrico y de las facilidades que deberían de otorgar.

Como apoyo para el levantamiento eléctrico, se utilizaron dos tipos de trazador de corriente (*current tracer*), analizador de redes eléctricas, además de walkie talkie y herramientas como desarmadores, pinzas y lámpara.

Trazador de corriente Amprobe P23: este dispositivo permite rastrear e identificar de manera rápida, fácil y segura circuitos eléctricos (interruptores termo magnéticos) en el tablero. Genera una señal de corriente de alta frecuencia (6.25 KHz.) sobre la línea energizada y puede ser utilizado en un rango de voltajes de 9 a 600 VCA (figura 3.1). Consta de un emisor y un receptor. La unidad emisora se conecta a un enchufe, equipo o elemento eléctrico el cual se quiere identificar y manda la señal por los cables de alimentación que van hacia el tablero de suministro de energía. La unidad receptora detecta la señal en el tablero e identifica el circuito, ya sea en la "pastilla" o en el conductor.

Tiene tres modos de operación: hilos (*wires*), rastreo (*scan*) e interruptor (*circuit breakers*). Cada una de estas funciones puede utilizarse para mejorar la sensibilidad del equipo y así identificar los circuitos ya que en muchas ocasiones no fue tan fácil esta labor en el tablero. En el modo *wires* se pueden identificar los circuitos localizando la señal directamente en los cables. En el modo *scan*, se pueden localizar alimentadores a una distancia determinada, por ejemplo entre la pared, por tuberías y conductos. En el modo *circuit breakers* se identifica el circuito directamente sobre el interruptor termomagnético.



Figura 3.1. Trazador de corriente Amprobe P23.

El modo *wires* fue utilizado para identificar la conexión entre tableros, pues debido a la distancia de separación entre ellos es mejor utilizar esta opción ya que se debe de estar completamente seguros de que el equipo indique lo correcto y este modo fue el más confiable. Por otra parte, la función *circuit breakers* fue utilizada para la identificación de contactos y algunos equipos directamente en el tablero, sin necesidad de abrirlos para poder rastrear la señal en los alimentadores.

El equipo anterior fue un apoyo elemental para el levantamiento eléctrico, pues con él se identificaron todos los tableros de distribución y derivados, grandes equipos, alimentación en laboratorios, motores y otros elementos de gran importancia. Las figuras 3.2 y 3.3 muestran la utilización de este equipo.



Figura 3.2 Identificación de circuitos



Figura 3.3 Emisor del trazador de corrientes

Trazador de corriente Amprobe B250 : este dispositivo funciona y se utiliza de igual manera que el anterior, la diferencia radica en la sensibilidad, ya que rastrea el circuito con mayor dificultad pero de manera segura. Debido a esta situación, este equipo solo fue utilizado para el levantamiento eléctrico de los cubículos. Las figuras 3.4 y 3.3 muestran la utilización de este equipo.



Figura 3.4 identificación de circuitos



Figura 3.5 Emisor del trazador de corrientes

En cuanto a los sistemas de iluminación, la técnica empleada para identificar los circuitos fue la puesta en "off" directamente de los interruptores de cada circuito en el tablero, pero solo cuando se tuvo conocimiento de que el tablero correspondía a la alimentación eléctrica de la iluminación. Cuando no se tenía esta información, se utilizaba el trazador de corrientes conectándolo en los apagadores para detectar el circuito.

El analizador de redes hace un monitoreo de los parámetros más importantes de un sistema eléctrico, tales como voltaje, frecuencia, demanda de energía, factor de potencia y consumos. De acuerdo al propósito del monitoreo, se programa para monitorear en un intervalo de tiempo durante cierto periodo. Entre más datos se recaben por día, mejor será el monitoreo y los resultados serán más óptimos.

Cabe señalar que el levantamiento eléctrico se llevó a cabo durante el periodo de junio – octubre del año 2006 por lo que hasta ésta fecha estarán actualizados tanto los planos arquitectónicos como los eléctricos y no se registrarán modificaciones hechas después de esta fecha.

3.1 Metodología

El primer paso que se dio en la elaboración del levantamiento eléctrico fue la inspección visual de los aspectos arquitectónicos del lugar para verificar que fuesen los correctos, para esto se realizó el levantamiento arquitectónico para después hacer la actualización en los planos. Así también se generaron símbolos para cada elemento eléctrico que existiera en el Instituto para que se fueran dibujando en los planos al momento de realizar el levantamiento.

Una vez que la parte arquitectónica estuvo lista, el paso siguiente fue ubicar la subestación que alimenta a todo el Instituto. Se procedió a tomar nota sobre sus características eléctricas, datos técnicos, ubicación y se visualizó la instalación del mismo con especial observación en la alimentación. Las características importantes son:

Alimentación derivada: conexión en estrella con 20 conductores de 500 KCM y 1 conductor desnudo de 1/0 AWG. Cada fase y el neutro llevan 5 conductores que van por una tubería de pvc de 5 pulgadas de diámetro exterior. La tierra física se conecta al gabinete metálico del transformador y también al neutro.

Después de lo anterior, se inspeccionó el tablero general trifásico en baja tensión, que como ya hemos mencionado, es marca siemens, con un interruptor master pack de 3X1600 amperes y 43 circuitos derivados. También se registraron características como las siguientes:

Alimentación: 20 conductores de 500 KCM y 1 conductor desnudo de 1/0 AWG.

Solera: barras de cobre de 7.6x0.9 cm. para las tres fases y el neutro.

Ubicación: cuarto de máquinas del edificio anexo, a un costado de la subestación.

De este tablero general, se procedió a identificar la alimentación correspondiente para cada tablero de distribución y de estos la alimentación de todos los tableros derivados utilizando siempre el trazador de corriente con la debida precaución. También se revisó la alimentación de las plantas de emergencia, los UPS, los sistemas hidroneumáticos y equipos grandes que estuvieran conectados directamente a los tableros de distribución. Todo esto nos ayudo para empezar a generar el diagrama unifilar anotando para cada elemento el número y calibre de conductores que le suministran la energía, además del número de fases, voltaje y potencia.

Para cada tablero eléctrico se siguió la siguiente metodología:

1. Inspección visual del tablero tomando como información la marca, número de serie, fases, capacidad del interruptor general y la conexión de tierra física o tierra aislada, si contaba con ella. Se anotó su localización en los planos.
2. En un formato de cuadro de carga se anotó la información con respecto al número de polos, los interruptores existentes, su capacidad de protección y el número de conductores por circuito.
3. Se inspeccionó y anoto el estado físico del tablero, así como la situación del cableado al interior del gabinete.
4. Se le dio un nombre a cada tablero, colocando una etiqueta para el control personalizado con la ubicación y área en donde se encuentra.

Una vez que se tuvieron identificados todos los tableros y su ubicación, se procedió a realizar el levantamiento eléctrico en los cubículos, laboratorios y demás áreas del Instituto, procurando siempre no causar ningún disgusto con el personal académico y también ningún incidente con algún equipo de cómputo o del laboratorio.

Para el levantamiento eléctrico de los demás elementos del sistema, se anotó la siguiente información:

Iluminación:

Tipo de luminaria.

Número de lámparas y tipo.

Voltaje y frecuencia de operación.

Potencia de las lámparas.

Control de las lámparas.

Tablero y circuito de alimentación.

Ubicación en planos.

Contactos:

Tipo de contacto (sencillo, doble polarizado, regulado, bifásico ó trifásico).

Potencia del contacto.

Tablero y circuito de alimentación.

Ubicación en planos.

Motores:

Marca del motor.

Número de fases.

Voltaje y frecuencia de operación.

Potencia del motor.

Control manual, en caso de tener.

Tablero y circuito de alimentación.

Ubicación en planos.

Aire acondicionado:

Marca del aire.

Número de fases.

Voltaje y frecuencia de operación.

Potencia del equipo.

Tablero y circuito de alimentación.

Ubicación en planos.

Otros equipos:

Voltaje y frecuencia de operación.

Potencia.

Tablero y circuito de alimentación.

Ubicación en planos.

3.2 Edificio Principal (I)

El levantamiento eléctrico en este edificio como en los demás, se llevó a cabo durante las horas de trabajo de los académicos, personal administrativo y personal de mantenimiento ya que no era conveniente acceder a las áreas sin el permiso de los responsables del lugar para evitar problemas.

Se comenzó por la planta baja, seguido por los niveles del sótano, nivel 1, nivel 2 y azotea. En el sótano es donde se encuentra la planta de emergencia de 150 kW y los UPS de 100 y 20 kVA.

El edificio principal (figura 1.1) cuenta con los siguientes tableros:

Tiene 4 tableros de distribución (1E, R, B, C). El tablero 1E (ubicado en el sótano) suministra energía de emergencia a todo el edificio, el tablero R (ubicado en el sótano) suministra energía regulada a todo el Instituto (contando edificio anexo y edificio II), el tablero B (ubicado en el nivel 1) suministra energía normal al nivel 1 y 2, y el tablero C ubicado en la planta baja, alimenta a la misma y sótano con energía normal.

También tiene 47 tableros derivados que se encuentran distribuidos en todos los niveles del edificio tal y como se muestra en la tabla 3.1.

NIVEL	TIPO DE ENERGÍA QUE SUMINISTRAN		
	NORMAL	EMERGENCIA	REGULADA
SOTANO	1	0	0
PLANTA BAJA	11	6	4
NIVEL 1	9	0	3
NIVEL 2	4	4	4
AZOTEA	1	-	-

Tabla 3.1 Numero de tableros distribuidos por tipo de energía y nivel para el edificio principal.

Para la ubicación correcta y el tipo de carga que suministran dichos tableros, se pueden consultar los planos y cuadros de carga correspondientes.

Algunas de las características del levantamiento eléctrico en este edificio son:

- Debido a la antigüedad del edificio, la gran parte de los tableros ya presentan un estado deteriorado, algunos de ellos no cuentan con la tapa o sobre tapa, tal y como se muestra en la figura 3.6.
- En la figura 3.7 se puede observar que el alimentador del neutro tiene un empalme con dos placas metálicas y no está aislado, por lo que esta en riesgo de presentarse un corto circuito.



Figura 3.6 Tablero sin tapa del edificio principal.



Figura 3.7 Alimentador del neutro con empalme mal hecho.

- Se presenta la falta de aislamiento o "parches" de aislamiento en alimentadores principales como se muestra en la figura 3.8.
- La barra de neutro del tablero que se muestra en figura 3.9 esta sulfatada (presenta oxidación y corrosión).
- Algunos tableros presentan empalmes muy gruesos que no son apropiados pues reducen el área libre al interior del tablero, además de que el empalme de los conductores no es del mismo calibre (figura 3.10).
- Otros más presentan conductores sueltos que no están conectados a ningún circuito dentro del tablero tal y como se observa en la figura 3.11.



Figura 3.8 Parche en el alimentador

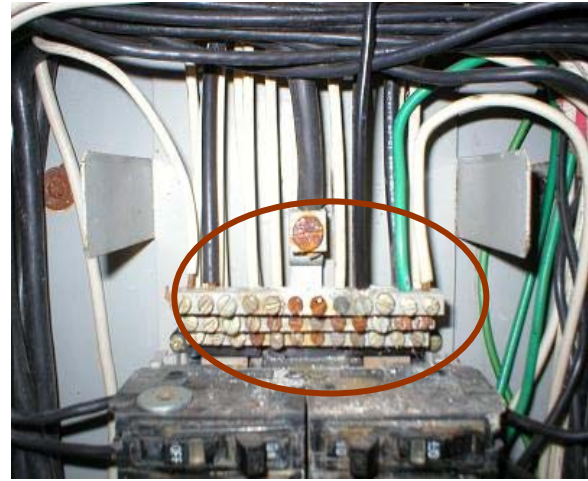


Figura 3.9 Barra del neutro sulfatada

- Algunos tableros presentan poca carga siendo que el número de polos es mucho mayor, además de que existen pastillas colocadas que no tienen alimentadores.



Figura 3.10 Tablero con empalme grueso



Figura 3.11 Cables sueltos dentro del tablero

- En las tuberías existen conductores que ya no están en uso o que no están conectados a ningún elemento. Además en algunas instalaciones la tubería visible (*conduit*) está mal conectada y no protege totalmente a los conductores.
- Muchos de los tableros no cuentan con todos sus tornillos y a veces solo están sujetos por dos de ellos. También se presentaron casos de tableros que por el exceso de cables en su interior la tapa ya no embona correctamente y se tiene que colocar a presión, por lo que en casos como este se pueden rasgar los conductores y quedar libres del aislamiento.
- En algunos laboratorios, cubículos u otras áreas no se tuvo fácil acceso a las instalaciones eléctricas del lugar, por lo que fue imposible identificar algún contacto ya que estos, se encuentran cubiertos por equipos grandes, pesados y delicados o en el caso de contactos bifásicos se encontraba un equipo funcionando que no podía ser desconectado. En otros casos, había muebles grandes como estantes o libreros que impedían la identificación de los

contactos. En algunas bodegas fue casi imposible identificar los contactos debido a la gran cantidad de objetos que se almacenan en el lugar.

- El tablero de energía regulada 4R, ubicado en el cubo del nivel 1 presenta un exceso de carga y esto se ve reflejado en el calentamiento de sus alimentadores principales, además de que la tubería por la cual van protegidos dichos alimentadores se siente caliente. El tablero 4R es marca SQUARE D, con número de catálogo QOC4-20L, 20 polos, tres fases, 220 V, sin interruptor general y 4 alimentadores del 6 AWG. Tiene una carga instalada de 40400 W repartidos en 18 polos que suministran energía a computadoras. La corriente total demandada es de 117.8 amperes. La carga que se tiene es continua por lo que no se debe superar el 80% de la capacidad nominal en los circuitos derivados.
- La iluminación de pasillos generales y escaleras esta automatizada por medio de timer's que están programados para encender las lámparas a partir de las 4:00 de la tarde. Para la iluminación exterior, tanto de la azotea del edificio I, anexo y jardín esta controlada por fotoceldas que al momento de detectar la ausencia de luz natural, actúan para encender las lámparas.

En general el estado de las instalaciones del edificio principal necesita de un buen mantenimiento y una revisión para asegurar la continuidad y suministro de la energía eléctrica.

3.3 Edificio (II)

Para el edificio II (Ciencias de la Atmósfera figura 3.12), solo se hizo el levantamiento eléctrico de las áreas pertenecientes al Instituto. En estas áreas solo se suministra energía regulada proveniente del sistema eléctrico del Instituto, por lo que no se hizo el levantamiento de los sistemas de iluminación, ni de otro tipo. En el nivel 1 del edificio se localiza el tablero derivado 3R que está alimentado por el tablero de distribución R. El tablero 3R abastece de energía regulada a contactos dobles polarizados que se encuentran distribuidos en varios cubículos. Así también, se abastece de este tipo de energía al centro de cómputo general de Ciencias de la Atmósfera donde se encuentra servidores y equipos de la red.



Figura 3.12 Entrada principal del Edificio II (Ciencias de la Atmósfera).

En este edificio se encontró un UPS instalado en uno de los “cubos” de la planta baja que va a ser alimentada directamente del tablero de emergencia 2E, pero al momento del levantamiento se verificó que aún no estaba conectado y apenas se estaba realizando la instalación de la alimentación derivada de la misma.

En este edificio solo se presentaron problemas pequeños como la falta de tornillos en algunos contactos o la utilización de placas que no indican que el contacto suministra energía regulada.

3.4 Anexo

En el edificio anexo (figura 3.13), aunque ya se tenían planos eléctricos de iluminación y contactos, se realizó el levantamiento para después corroborar con la información contenida en los planos ya existentes. Se encontró que la instalación ha sufrido cambios en algunas áreas, sobre todo en el auditorio y el área del laboratorio de Petrología ya que en esta última se instaló la “microsonda” y se tuvo que adaptar la instalación a las necesidades del equipo.



Figura 3.13 Entrada principal del Anexo.

También en la planta alta, el área que estaba destinada para “sala de juntas” se convirtió en el laboratorio universitario de Paleomagnetismo y todos los contactos eléctricos suministran energía regulada y están alimentados por un UPS de 12 kVA que se encuentra en el edificio anexo.

Por lo anterior, se hizo una actualización de los planos ya existentes, además de que también se tomó en cuenta los equipos de aire acondicionado, motores y otros dispositivos que no estaban contemplados en los planos existentes o que en otro caso, fueron instalados tiempo después de que la instalación ya estaba terminada.

Las generalidades del levantamiento eléctrico para este edificio son las siguientes:

En el cuarto de máquinas, localizado a un costado de la subestación, se encuentra el tablero general de distribución (A), la planta de emergencia de 60 kW, un sistema hidroneumático de 6 H.P. y un UPS de 12 kVA.

El edificio cuenta con un tablero de distribución de energía de emergencia (2E) ubicado en el cuarto de maquinas del edificio anexo.

También tiene 11 tableros derivados con una distribución como se muestra en la tabla 3.2.

NIVEL	TIPO DE ENERGÍA QUE SUMINISTRAN		
	NORMAL	EMERGENCIA	REGULADA
Nivel 1	3	6	1
Nivel 2	-	-	1

Tabla 3.2 Numero de tableros por tipo de energía para el edificio anexo.

Los tableros tienen una buena distribución de la carga, tienen un adecuado cableado interno, sin empalmes, bien peinados y no presentan anomalías en comparación con los tableros del edificio principal. La figura 3.14 muestra la imagen de estos tableros.

El edificio anexo no presentó dificultad para el levantamiento ya que la instalación es muy reciente y se encuentra de forma ordenada, en buenas condiciones y de fácil acceso.

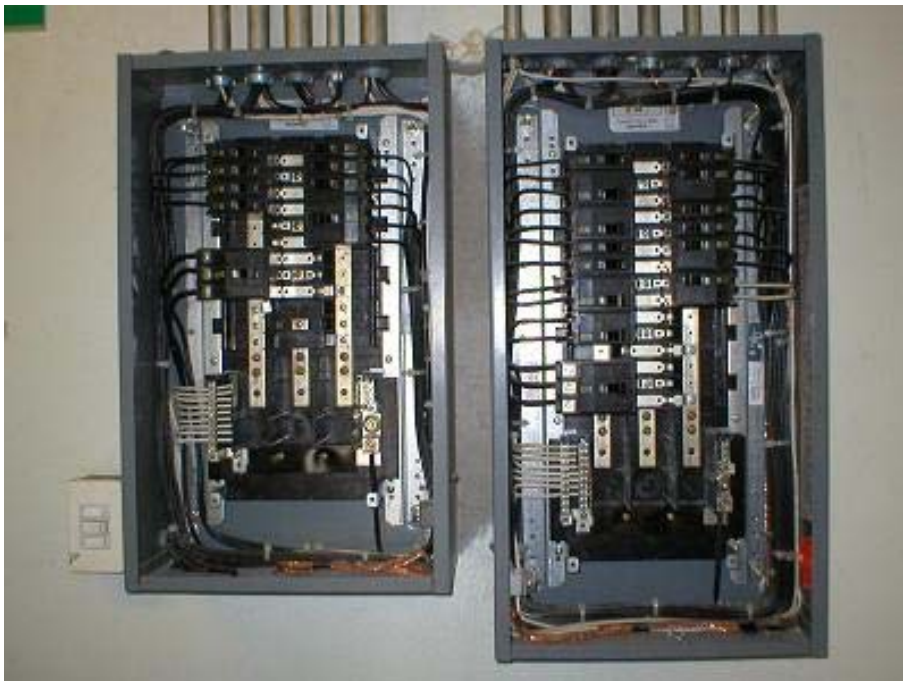


Figura 3.14 Tableros con un adecuado cableado interno, sin empalmes ni deterioro en sus partes.

4. RESULTADOS

El presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer la información obtenida durante el levantamiento eléctrico al Instituto de Geofísica, así como también el análisis de dicha información para posteriormente llevar a cabo las propuestas de mejoramiento operativo de la planta de emergencia y en general de las instalaciones eléctricas del Instituto.

4.1 Cuadros de carga

Los cuadros de carga nos ayudan a ordenar y plasmar la información obtenida en cada tablero. En estos se anotan las características técnicas y eléctricas del centro de carga, así como también los datos de cada uno de los circuitos derivados con los que cuenta el tablero. También se indican los elementos conectados a cada circuito y la potencia de los mismos, para posteriormente hacer un análisis de la carga instalada en cada tablero.

Con la información registrada en los cuadros de carga se obtuvo la siguiente información con respecto al sistema eléctrico del Instituto.

La carga total instalada en el Instituto es de 614,084 W, de la cual se puede hacer la siguiente clasificación de energía contenida en la tabla 4.1.

	Carga (W)	%
Energía regulada	228,555	37.22%
Energía de emergencia	92,763	15.11%
Energía normal	292,766	47.67%
Carga Total	614,084	100%

Tabla 4.1 Carga Instalada por tipo de energía.

La carga conectada a las plantas de emergencia se muestra en la tabla 4.2.

Planta de emergencia	Carga (W)
150 kW	296,443
60 kW	24,875
Total	321,318

Tabla 4.2 Carga Instalada para cada una de las plantas de emergencia

La tabla 4.3 muestra una sección del cuadro de carga del tablero 3C (figura 4.1) en donde se especifican las características generales del tablero con referencia al plano del diagrama unifilar (plano DUIGF-01).

En la tabla 4.4 se puede observar detalladamente el cuadro de carga para el tablero trifásico 3C que suministra energía normal. Con la información contenida en el cuadro de carga del tablero 3C se puede observar que la carga total instalada en este tablero es de 15 kW repartidos en 13 circuitos monofásicos derivados que suministran energía a contactos sencillos, contactos dobles y secadora de manos, pero la demanda de energía varía dependiendo del número de equipos conectados a los

contactos por lo que debe ser menor a 15 kW. El tablero cuenta con un interruptor principal de 3X50 A y presenta un desbalance de energía de 25% entre sus fases, por lo que se encuentra desequilibrado.

DIAGRAMA UNIFILAR	DUIGF-01
ALIMENTACION	C
INTERRUPTOR PPAL.	3X50A
VOLTAJE	120/208 V
FASES	3
No. de polos	20
HILOS	4-4 AWG.
MRCA	SQUARE-D
CATALOGO	NQO/44AB
DESBALANCE	25%

Tabla 4.3 Características generales del tablero 3C.



Figura 4.1 Tablero 3C

IRCUITO	INTERRUPTOR	CONDUCTORES	C.SENCILLOS	C.DOBLES	SECADORA	CARGA	FASE A	FASE B	FASE C
No.	POLO-AMP.	HILOS-CAL.	200 W.	200 W.	1200 W.	W.	W.	W.	W.
1	1X40A	1H-10 AWG	4	1		1000	1000		
2	1X20A	1H-10 AWG	3	7		2000	2000		
3	1X30A	1H-10 AWG	3	4		1400		1400	
4	1X30A	1H-10 AWG	1	6		1400		1400	
5	1X30A	1H-10 AWG							
6	1X15A	1H-10 AWG		6		1200			1200
7	1X30A	1H-10 AWG		8		1600	1600		
8	1X20A	1H-10 AWG		5		1000	1000		
9	1X30A	1H-10 AWG		10		2000		2000	
10	1X30A	1H-10 AWG		2		400		400	
12	1X30A	1H-10 AWG		3		600			600
13	1X30A	2H-10 AWG			2	2400			2400
15,17,19	3X50A	INT. PRINCIPAL							
TOTAL			11	52	2	15000	5600	5200	4200

Tabla 4.4 Cuadro de carga del tablero 3C.

En el cuadro de carga también se encuentran disponibles las características de cada circuito derivado, tales como la protección, número de polos, hilos y calibre de los conductores además de la posición que ocupa cada circuito en las barras del tablero.

Las posiciones de los circuitos derivados en las barras de alimentación de cada tablero trifásico utilizada para los cuadros de carga, son como sigue:

Los circuitos 1 y 2 se conectan a la barra de la fase A,

Los circuitos 3 y 4 se conectan a la barra de la fase B

Los circuitos 5 y 6 se conectan a la barra de la fase C

Los circuitos 7 y 8 se conectan a la barra de la fase A nuevamente y así sucesivamente.

Este arreglo se muestra en la figura 4.2

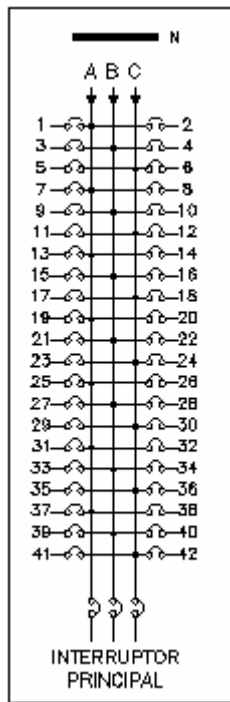


Figura 4.2 Posición de los circuitos derivados en las barras de alimentación

Los cuadros son útiles para observar la carga conectada y la disponibilidad de los circuitos derivados que estén libres para el caso de que se requiera conectar más carga eléctrica a un determinado tablero. También en el caso de agregar carga a un circuito que ya la tiene, se puede realizar un análisis previo con los cálculos necesarios para determinar si se puede conectar a dicho circuito, tomando en cuenta la información ya establecida en los cuadros de carga.

Los cuadros de carga se realizaron para cada uno de los tableros existentes en los edificios desde monofásicos, bifásicos y trifásicos, obteniendo sólo el desbalance en los tableros trifásicos. Este parámetro eléctrico es importante pues repercute en el equilibrio del sistema eléctrico. Un sistema eléctrico funcionará adecuadamente si esta bien equilibrado, pero tiende a desequilibrarse o desbalancearse, en conjunto con otros parámetros, y por consecuencia esto hace que se disminuya la eficiencia del mismo.

El porcentaje de desbalance del sistema se calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ Desbalance} = \frac{\text{Fase con carga mayor} - \text{Fase con carga menor}}{\text{Fase con carga mayor}} \times 100$$

El desbalance del sistema eléctrico del Instituto se puede observar en el cuadro del tablero general A y es de 7.4%. Si se observa la carga por fase, se presenta una mayor carga en la fase A que en las otras dos y esto es lo que provoca un alto porcentaje de desbalance. Este tablero general solo cuenta con un circuito trifásico disponible (libre), por lo que en un aumento de carga eléctrica posterior se tendrá que analizar la capacidad de cada circuito para poder conectar más carga.

Para una mayor referencia y consulta de todos los cuadros de carga del Instituto ver el anexo D de esta tesis.

4.2 Planos eléctricos

En los planos eléctricos se muestra la ubicación de cada uno de los elementos que conforman el sistema eléctrico, tales como los tableros, los equipos de aire acondicionado, motores, iluminación, contactos, entre otros, así también como algunas de las características eléctricas de los mismos.

Ya que uno de los objetivos de esta tesis es el de elaborar y presentar los planos eléctricos del Instituto de Geofísica, estos solo estarán actualizados hasta la fecha de Octubre de 2006 presentada en el pie de plano, por lo que cualquier modificación al sistema eléctrico tendrá que ser registrado en los planos para que en todo momento se encuentren actualizados, esto es función del área de mantenimiento del Instituto.

Como ya hemos mencionado, cada elemento tiene un símbolo característico que se detalla en la zona de simbología que se encuentra en la parte superior derecha del plano eléctrico. En estos planos, el principal objetivo fue el de identificar la alimentación de cada elemento en los tableros y además de que fue solo un levantamiento eléctrico, no se especifica en los planos las características de los hilos ni de la tubería de los alimentadores.

Los planos eléctricos están separados por sistemas de iluminación y por sistemas de fuerza (se incluyen contactos eléctricos, motores, aire y equipos eléctricos). En total son 18 planos eléctricos de los tres edificios que comprenden el Instituto, de los cuales 8 son de iluminación y 10 son de fuerza. Cada plano tiene su descripción y el número de plano al cual corresponde, además de otros datos que forman parte del pie de plano.

Los planos eléctricos se muestran en el anexo C de esta tesis para consulta y referencia.

4.3 Diagrama unifilar

El diagrama unifilar es un esquema de conexiones a través de un solo hilo de los principales dispositivos y equipos que conforman la instalación eléctrica, desde la subestación hasta tableros derivados, equipos de aire acondicionado y motores.

En el diagrama unifilar se especifica el número de alimentadores entre cada dispositivo, así como también la capacidad de protección con la que cuenta el dispositivo.

Este diagrama nos proporciona una visión general en forma sencilla de lo que es el sistema eléctrico del Instituto, pues se puede observar y deducir inmediatamente que dispositivos o que tableros están conectados a un tablero de distribución o a algún dispositivo.

El plano del diagrama unifilar contiene una sección de simbología donde se describen todos los símbolos usados en el mismo y una descripción en la cual se especifican las generalidades de los equipos de mayor importancia junto con sus características.

El diagrama unifilar completo se muestra en el anexo B de esta tesis para consulta y referencia.

Tanto los planos eléctricos como diagrama unifilar son esenciales para conocer un sistema eléctrico. Funcionan como un "mapa" para localizar o conocer como está constituido dicho sistema. En este caso para el Instituto, son de gran importancia ya que en ocasiones se presenta la situación de que personal de limpieza y mantenimiento de los edificios no encuentra el interruptor que controla las lámparas, es más, no sabían de que tablero están alimentadas y cuando requerían hacer algún cambio

o mantenimiento de estas lámparas u otros equipos probaban con varios interruptores hasta dar con el indicado.

Así mismo, el jefe de mantenimiento no tenía conocimiento de cómo y donde se energizan ciertos equipos a los que tiene que dar mantenimiento o arreglar algún desperfecto; o simplemente cuando hacía modificaciones en cubículos u otras áreas, se tuvo que modificar también la instalación eléctrica del lugar y según las necesidades del mismo en cuanto a energía de emergencia y regulada se conectaban desde el punto más cercano que encontraba.

Por las razones anteriores, el sistema eléctrico del edificio principal se encuentra en una situación de mala planeación, pues hay tableros con mucha carga conectada y otros que casi no tienen. Además hay circuitos que no están funcionando (sin carga), cuyos cables de alimentación junto con los que si están energizados (con carga) hacen un gran cúmulo de alimentadores desordenados y revueltos que entorpecen la identificación y/o detección de alimentadores cuando así se requiere.

4.4 Plantas de emergencia, estado actual

El estado de las dos plantas de emergencia al término del levantamiento eléctrico es el siguiente:

La planta de emergencia de 150kW tiene una carga total de 296,443 W que podemos observar en el cuadro de carga de la tabla 4.5 y un desbalance de 11.85% que podemos ver en las características del tablero en la tabla 4.6.

TABLERO 1E												
CIRCUITO No.	INTERRUPTOR POLO-AMP.	CONDUCTORES HILOS- CAL.	TABLERO	C. DOBLES 200 W.	MOTOR 750 W.	LF. 2X20 50 W.	LF. 2X20 50 W.	AM 175 W.	CARGA W.	FASE A W.	FASE B W.	FASE C W.
1,3,5	3X400A	3H-3/0 AWG	R						226455	82375	70475	73605
2,4,6	3X150A	3H-2 AWG	R									
7,9,11	3X200A	3H-8 AWG	1EA						9910	1775	2962,5	5172,5
8,10,12	3X40A	3H-6 AWG	1EB						6400	1000	1000	4400
13,15,17	3X70A	3H-3/0 AWG	1EC						15200	4550	3350	4500
14,16,18	3X50A	2H-8, 1H-2 AWG										
19,21,23	3X40A	3H-8 AWG	1EE		8				10900	4750	4050	2100
20,22,24	3X100A	3H-2AWG	1EF		0,5				27053	8905	9375	8773
25,27,29	3X20A	2H-10, 2H-2 AWG		1		1	2	1	525	287,5	150	87,5
TOTAL				1	8,5	1	2	1	296443	103643	91363	98638

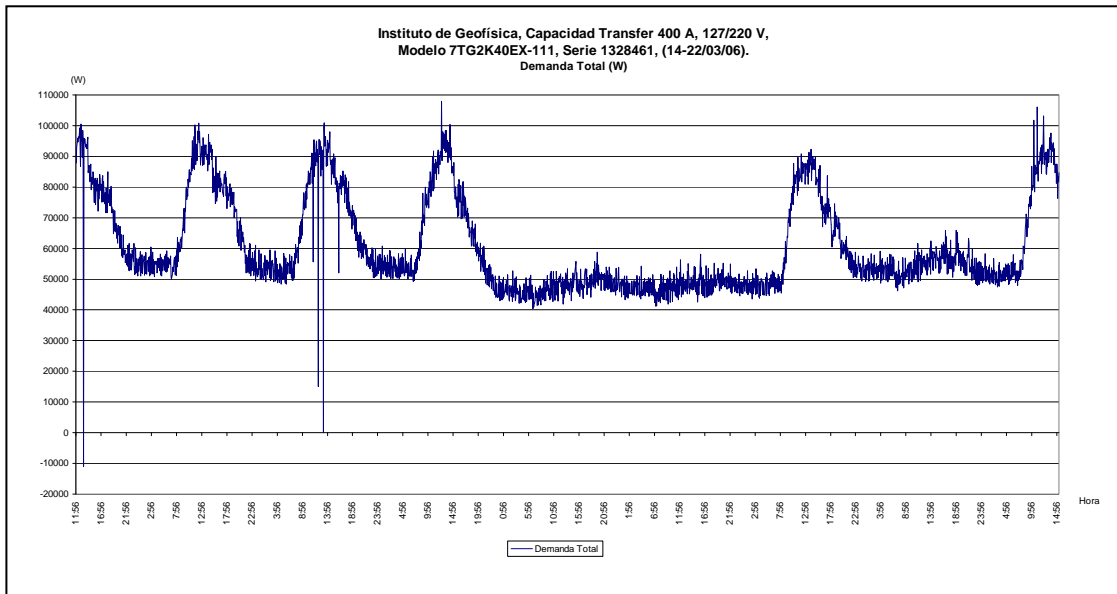
Tabla 4.5 Cuadro de carga del tablero 1E

DIAGRAMA UNIFILAR	DUIGF-01
ALIMENTACION	A
INTERRUPTOR PPAL.	3X500 A.
VOLTAJE	220 V.
FASES	3
No. de polos	30
HILOS	3-400, 1-250 KCM
MARCA	FPE
CATALOGO	
DESBALANCE	11,85

Tabla 4.6 Características del tablero 1E

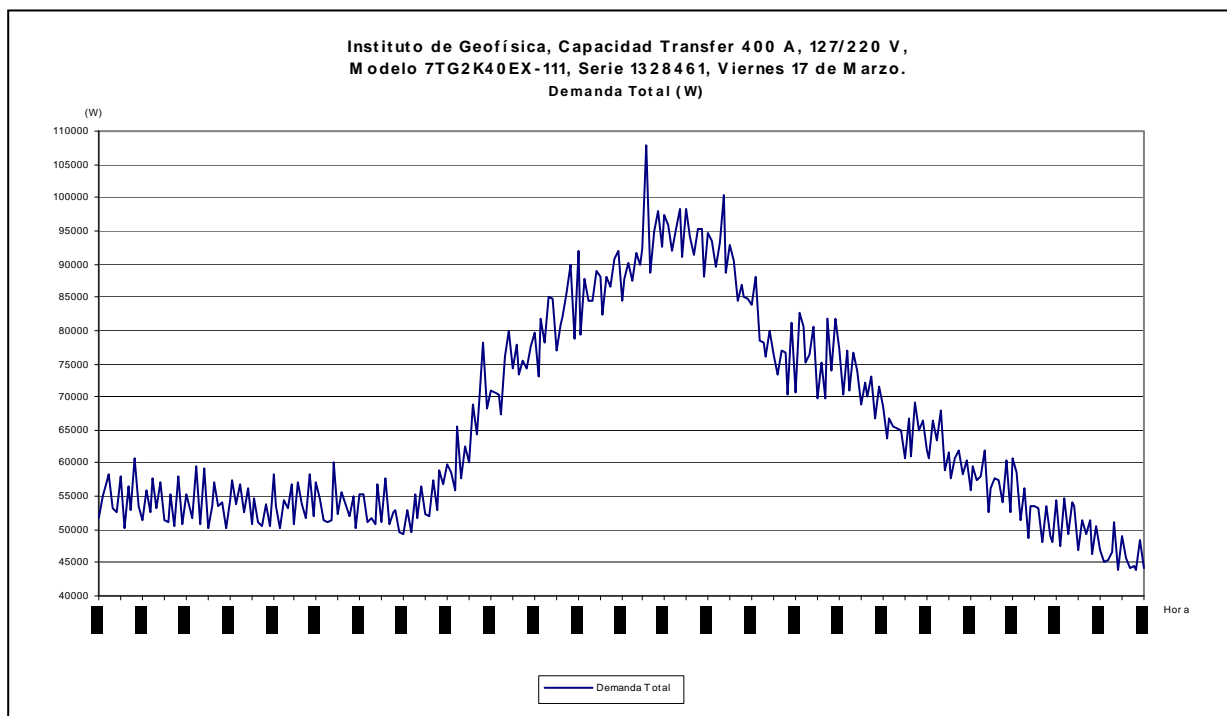
Del 14 al 22 de marzo de 2006 se realizó un monitoreo al sistema de transferencia de la planta de emergencia de 150 kW, debido a los problemas de sobrecalentamiento que presentaba. En este

monitoreo se observó que la demanda máxima registrada era de 108 kW (gráfica 4.1), es decir se encontraba al 72% de su capacidad.



Gráfica 4.1 Monitoreo de la planta de emergencia de 150 kW los días 14 al 22 de marzo de 2006

Como podemos observar en la gráfica 4.2 se tiene una demanda máxima entre las 11:00 y 15:00 horas. Cuando la planta de emergencia tiene una demanda máxima se encuentra al 72% de su capacidad. La planta no debe de exceder del 80% de su capacidad por que de esto depende su correcta operación, además de asegurar un menor número de fallas, una vida útil más larga y menores costos de reparación. Se considera que no debe exceder del 80% ya que influye la corriente de arranque de los motores y el Instituto cuenta con varios motores.



Gráfica 4.2 Monitoreo de planta de emergencia de 150 kW el día 17 de marzo del 2006

La planta de emergencia de 60 kW tiene una carga total de 24,875 W que podemos observar en el cuadro de carga de la tabla 4.7 y un desbalance de 44.38% que podemos ver en las características del tablero en la tabla 4.8.

TABLERO 2E								
CIRCUITO No.	INTERRUPTOR POLO-AMP.	CONDUCTORES HILOS- CAL.	TABLERO	MOTOR 750 W.	CARGA W.	FASE A W.	FASE B W.	FASE C W.
1	1X50A	1H-4 AWG	2EA		3694	3694		
2,4,6	3X20A	2H-4 AWG	2EB		5058	1180		3878
3,5,7	3X30A	3H-8 AWG	2EC		5089	2114	1635	1340
8,10	2X20A	2H-8 AWG	2ED		990	740	250	
9,11,13	3X15A	3H-10 AWG	COMPRESOR	5	3750	1250	1250	1250
14,16,18	3X15A	3H-10 AWG	BOMBA VACIO	0,75	562,5	187,5	187,5	187,5
15,17,19	3X40A	3H-10 AWG	REFRIGERACION	4	3000	1000	1000	1000
21,23,25	3X30A	2H-10 AWG	2EF		632		632	
22,24,26	3X40A	2H-8 AWG	2ER		2100	900	1200	
28,30,32	3X70A	3H-4 AWG	UPS 20KVA					
TOTAL				9,75	24875	11065	6155	7656

Tabla 4.7 Cuadro de carga del tablero 2E

DIAGRAMA UNIFILAR	DUIGF-01
ALIMENTACION	A
INTERRUPTOR PPAL.	3X225 A
VOLTAJE	600 V
FASES	3
No. de polos	42
HILOS	4-2/0 AWG.
MARCA	SQUARE-D
CATALOGO	KA225M121A
DESBALANCE	44.38

Tabla 4.8 Características del tablero 2E

Al término del levantamiento eléctrico en Octubre del 2006 las dos plantas funcionaban correctamente y se les realizan trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo periódicamente.

El Instituto de Geofísica tiene un contrato con la empresa Epsilon Ingeniería y Conectividad que realiza una visita al mes para dar mantenimiento preventivo al equipo, cambio de componentes necesarios (bandas, filtros, fusibles, limpieza general y rutinas de mantenimiento preventivo), así como todas las visitas necesarias para mantenimiento correctivo las 24 horas, los 365 días del año.

Las rutinas de mantenimiento abarcan los siguientes sistemas: enfriamiento, lubricación, eléctrico, combustible y aire de admisión. Se hace una comprobación de cada sistema y se verifica su adecuada operación. En todos los sistemas se revisa que los niveles estén correctos y así mismo que no existan fugas, conexiones flojas o defectuosas.

4.4.1 Sistema de enfriamiento

- Revisar el estado general de mangueras y conexiones y realizar el cambio de las mismas cuando sea necesario, verificando que la alineación y tensión sea la adecuada, así como reajuste de conexiones.
- Prueba de la operación correcta del dispositivo de paro automático en caso de alta temperatura de agua de enfriamiento.
- Verificación de la operación correcta del precalentador.

4.4.2 Sistema de lubricación

- Cambio de aceite, lubricante en la primera visita y después cada 150 horas de operación o cada tres meses.

- Reemplazo de elemento filtrante de aceite en la primera visita y después de cada 300 horas o cada tres meses.
- Prueba de operación correcta de dispositivo de paro automático en caso de baja presión de aceite.

4.4.3 Sistema eléctrico de arranque

- Verificación del nivel líquido del acumulador y el estado del mismo.
- Cambio del acumulador cuando por su estado así lo requiera.
- Inspección del cableado, así como el estado general de: motor de arranque, alternador de carga de batería, incluyendo regulador y cargador de baterías.

4.4.4 Sistema de combustible y aire de admisión

- Verificar el estado correcto de: bomba de inyección, inyectores, bomba de cebado, filtro primario, filtro secundario y operación general.
- Limpieza del elemento filtrante de combustible cada 150 horas o cada 2 meses.
- Cambio de elemento filtrante de combustible en la primera visita y después cada 300 horas o cada 3 meses.
- Limpieza y drene del tanque de combustible
- Limpieza de filtro de aire del motor
- Calibración de inyectores cada doce meses.

El reporte de servicio de las plantas de emergencia se muestra en el Anexo E. En este podemos apreciar las condiciones actuales de las dos plantas de emergencia del Instituto y las rutinas de mantenimiento preventivo que se llevan acabo.

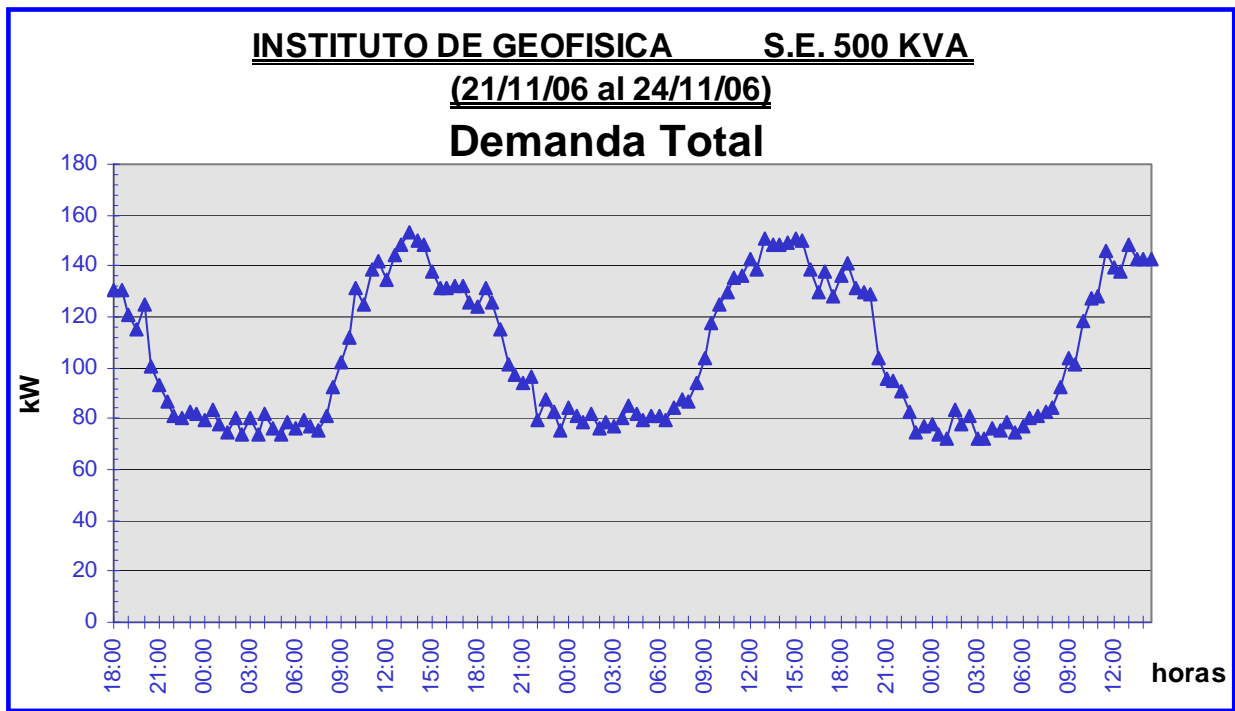
Reporte del estado de las plantas de emergencia el 7 de Febrero del 2007

- Los niveles de agua en el radiador, combustible, aceite y electrolito en baterías son buenos en las dos plantas.
- Ninguna de las dos presenta fugas de: agua de radiador, combustible, aceite, electrolito en baterías y escape.
- Las condiciones de bandas, mangueras, filtro de aire, filtro de aceite y precalentador son buenas.
- Las dos tienen limpieza en filtros de aire, batería, tablero, motor y generador.
- Se les realizaron pruebas de baja presión de aceite, alta temperatura, arranque, paro automático.
- La planta de 150 kW lleva 140.2 horas trabajadas y la de 60 kW lleva 263.44 horas.

4.5 Monitoreos

Los monitoreos que se hicieron en el Instituto de Geofísica fueron hechos con un analizador de redes marca AEMC Instruments modelo 3950.

El monitoreo se hizo para la subestación eléctrica de 500 kVA del Instituto en la fecha del 21 de Noviembre de 2006 al 24 de Noviembre de 2006. La gráfica 4.3 muestra la demanda total de energía de dicha subestación y como se puede observar, empieza a las 6:00 horas del día 21 y termina a las 15:00 hrs del día 24 de noviembre.



Grafica 4.3 Demanda total de energía eléctrica del Instituto de Geofísica.

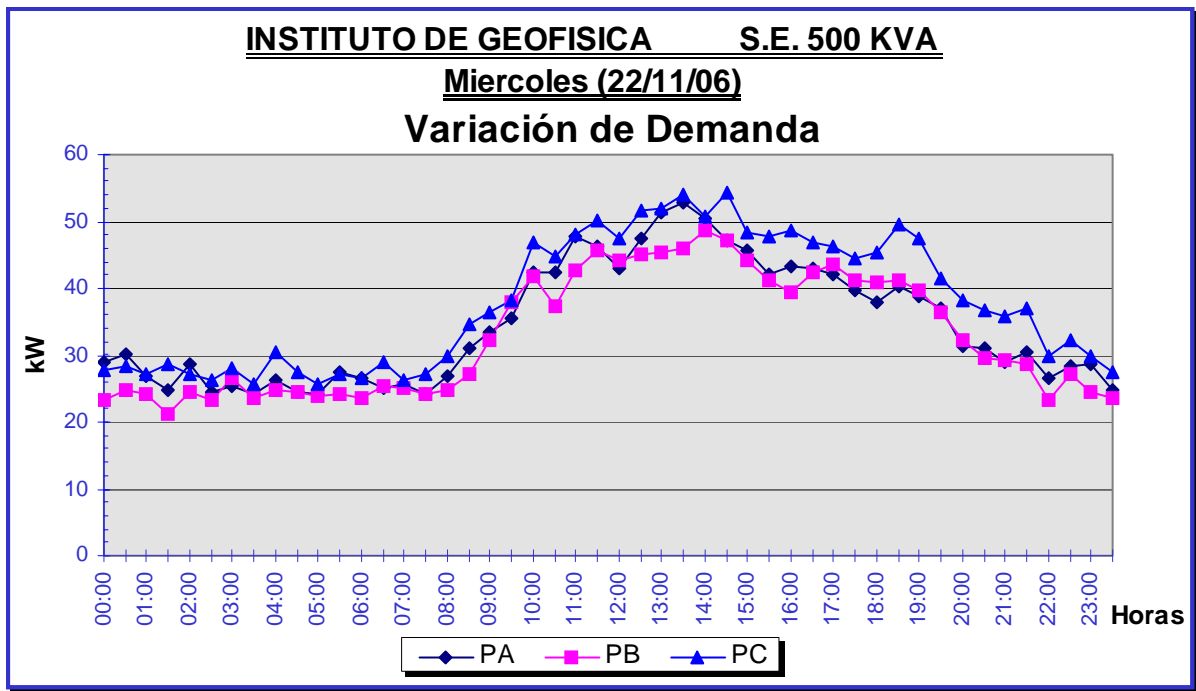
La grafica 4.3 muestra que la demanda máxima en el día se registra entre las 13:00 y 13:30 horas con una demanda promedio de 150 kW. La demanda mínima se registra entre las 23:30 horas y las 6:00 horas del día siguiente con un promedio de 80 kW de demanda. La demanda mínima que se registra es por los sistemas de iluminación que permanecen encendidos en la noche y por los equipos de laboratorio que funcionan las 24 horas, además de los servidores y estaciones de trabajo.

Esta demanda es total, por lo que la subestación del Instituto está muy sobrada.

El analizador de redes capturó todas las variables eléctricas en los días antes mencionados, pero solo vamos a revisar las del día miércoles 22 de Noviembre de 2006 ya que como se puede observar en la grafica 4.3 la demanda de potencia es periódica.

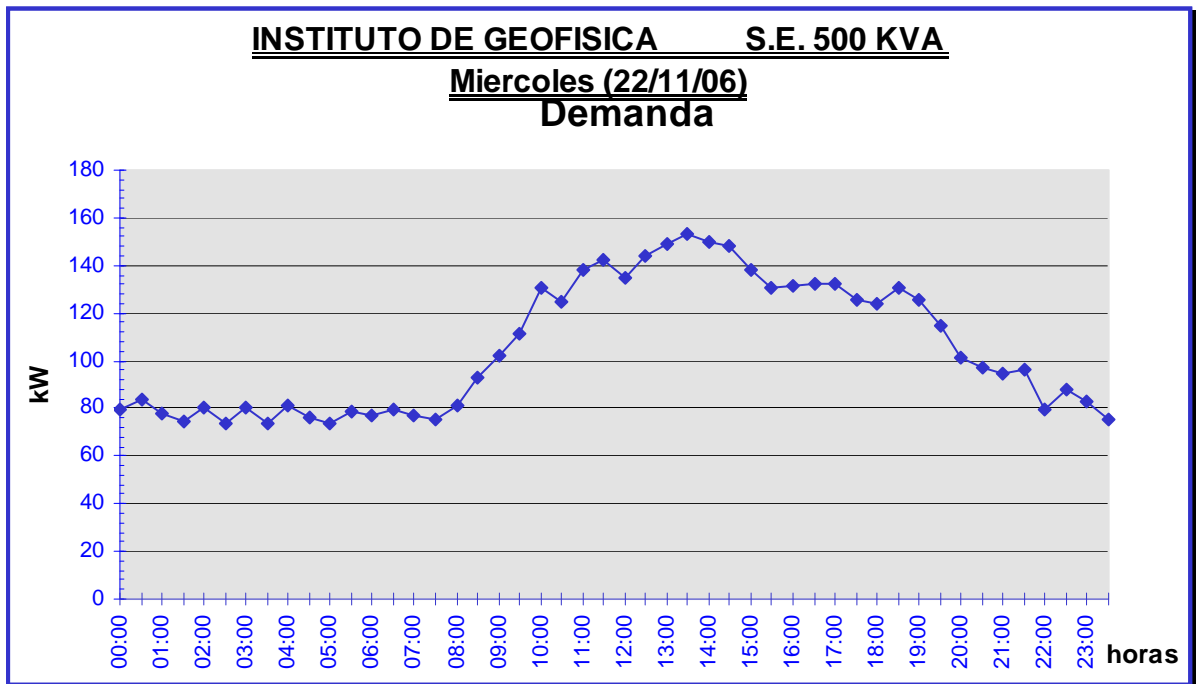
La gráfica 4.4 muestra la variación de demanda del día miércoles 22 en cada una de las fases de la subestación. En esta gráfica se observa mejor el rango en que la demanda aumenta o disminuye.

La demanda mínima comienza a las 0:00 horas con un promedio de 26 kW por fase y hasta las 7:30 horas comienza a incrementarse llegando a los 50 kW de demanda promedio por fase entre las 12:30 y 14:30 horas del día y disminuye en el transcurso de la tarde hasta llegar nuevamente a los 25 kW promedio a las 24 Horas.



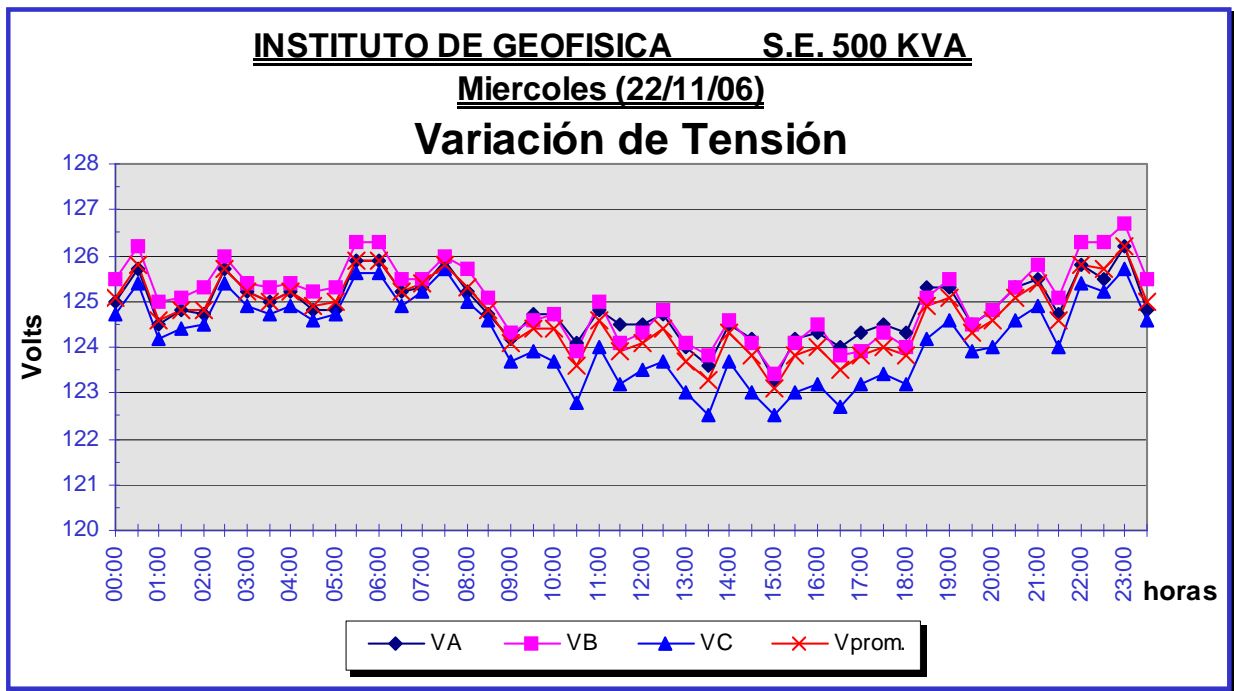
Grafica 4.4 Demanda de energía eléctrica por fase para el día 22/11/2006

La suma de demanda de consumo eléctrico de las fases de la gráfica 4.4 da como resultado la gráfica 4.5 que muestra la demanda total del mismo día.

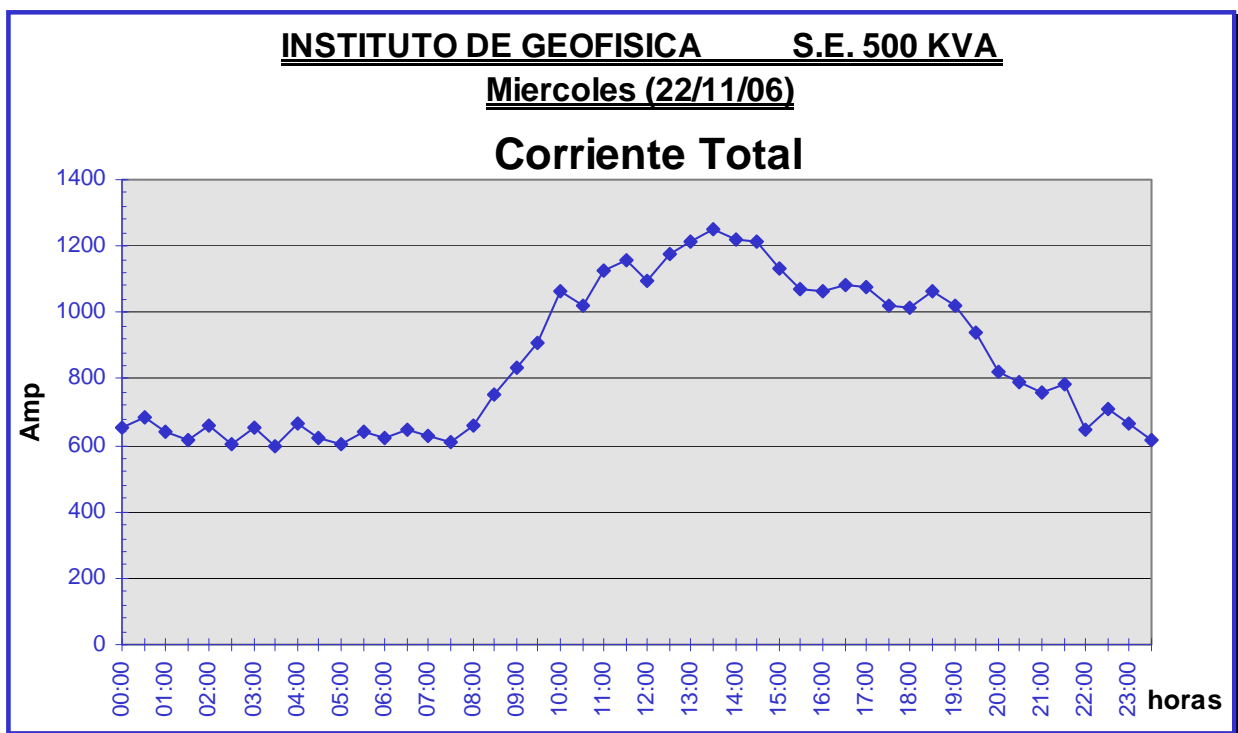


Grafica 4.5 Demanda total de energía eléctrica para el día 22/11/2006

La NOM-001-SEDE-2005 Art-110-4 indica que un sistema puede tener variaciones de tensión de $\pm 10\%$ y los datos de placa de la subestación indican que el voltaje en baja tensión que entrega es de 127 Volts. La gráfica 4.6 muestra la variación de tensión del sistema eléctrico del Instituto. Como se puede observar, la variación abarca los rangos de 122.5 a 126.5 volts, por lo tanto tiene un máximo de variación de tensión de 4%.

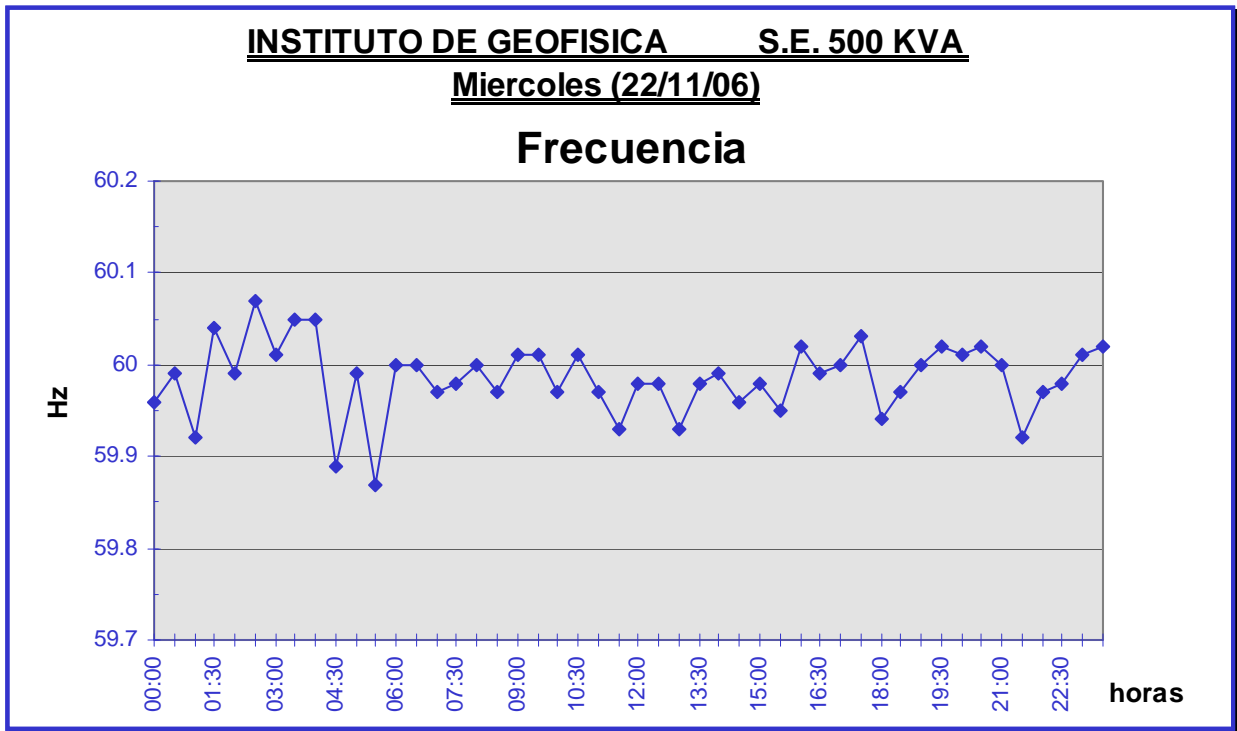


Grafica 4.6 Variación de tensión por fase para el día 22/11/2006

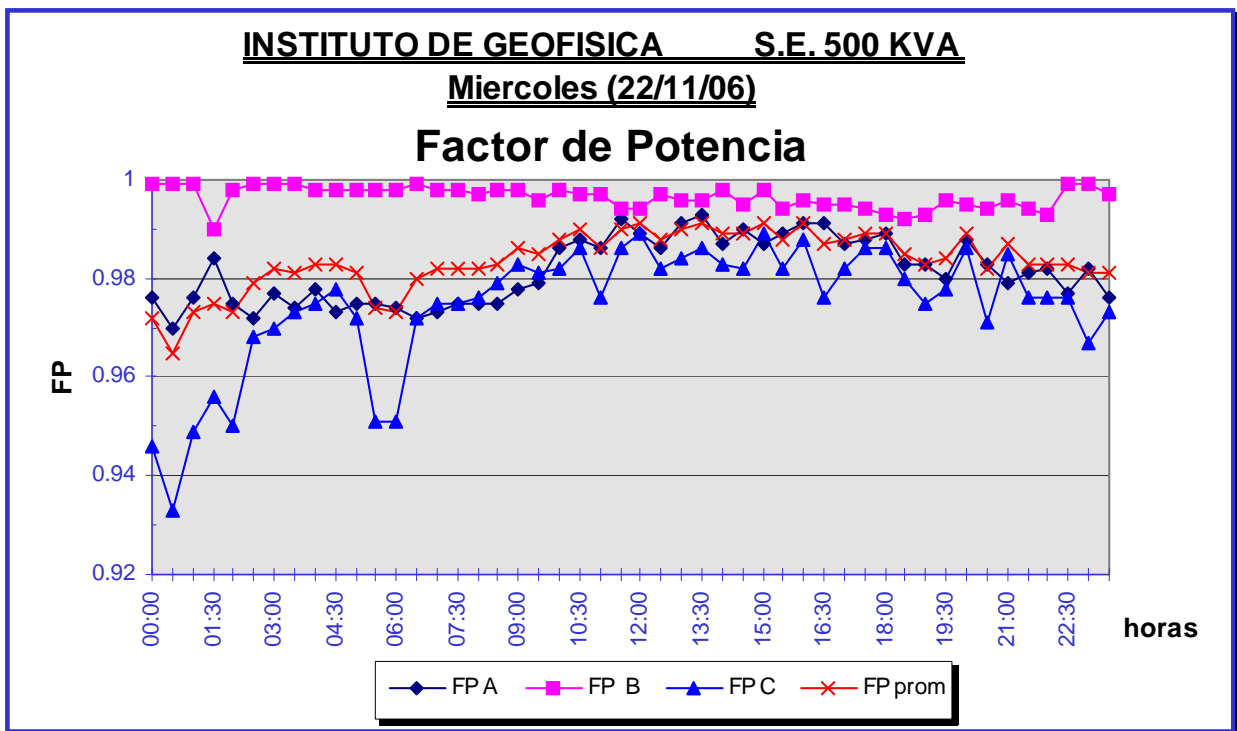


Grafica 4.7 Corriente total demandada para el día 22/11/2006

La gráfica 4.7 muestra la corriente total demandada por el Instituto para el día miércoles 22. Como podemos observar, la curva es idéntica a la curva de demanda total, pues al aumentar la carga se requiere más corriente eléctrica. La gráfica 4.8 y 4.9 muestran el comportamiento de la frecuencia y factor de potencia respectivamente.



Grafica 4.8 Comportamiento de la frecuencia de la subestación para el día 22/11/2006



Grafica 4.9 Comportamiento del factor de potencia de la subestación para el día 22/11/2006

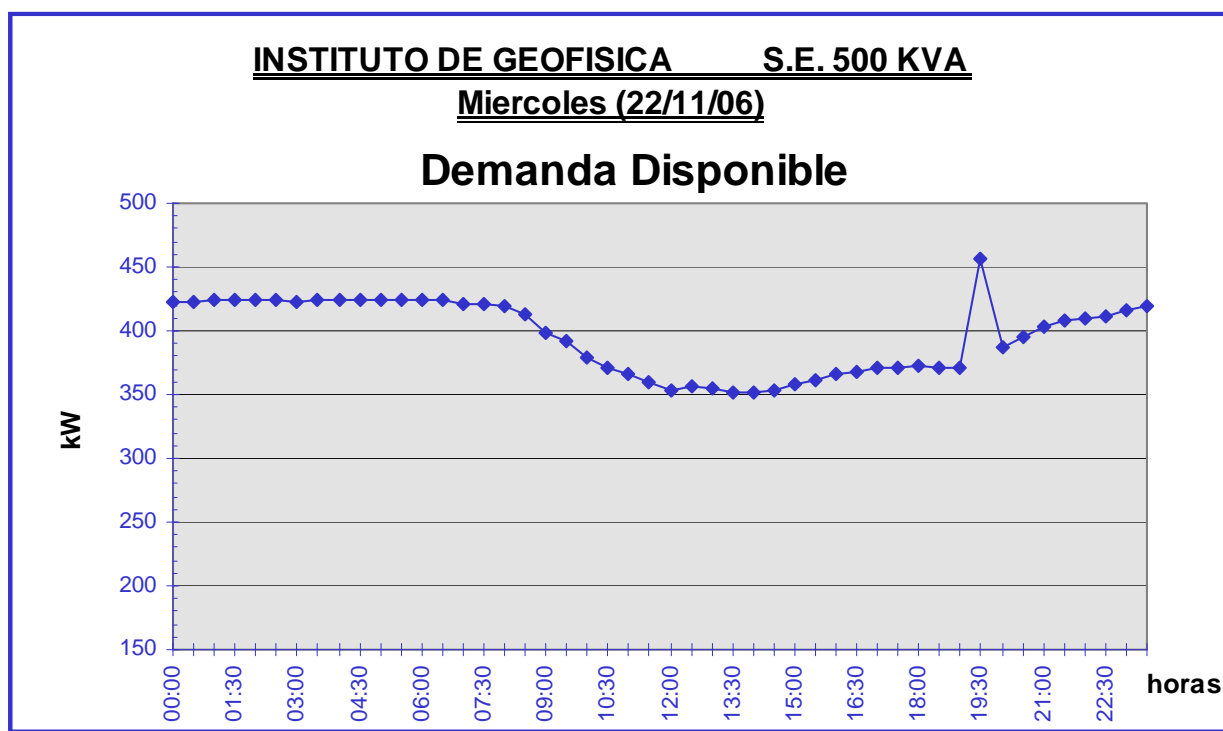
Para la gráfica de la frecuencia, esta varía a lo máximo 0.1 Hz en ambos extremos pero la mayoría de las veces se encuentra dentro del rango ideal de variación de frecuencia que va de 59.95 a 60.05 Hz. Cabe señalar que si la frecuencia varía mucho o fuera del rango antes mencionado es perjudicial para los aparatos electrónicos, pues todo equipo o aparato está diseñado para trabajar a 60 Hz y 127/220 volts de corriente alterna, de lo contrario se pueden ocasionar daños a los mismos. Para eso existe la regulación de la energía que mantiene constante la tensión eléctrica, la frecuencia y forma de onda.

La gráfica del factor de potencia muestra cuatro curvas, una de cada fase del sistema eléctrico y la otra indica el total o el fp trifásico. Esta curva total tiene rangos de 0.965 a 0.991 pero en la mayoría de los casos se sitúa por encima de 0.98 por lo que podemos tomar este valor como estándar.

Estos parámetros de voltaje, corriente, frecuencia y factor de potencia son los esenciales para analizar en un sistema eléctrico, pues de ellos depende un óptimo y confiable funcionamiento del mismo.

La gráfica 4.10 muestra la curva de demanda disponible para el mismo día miércoles 22 de noviembre de 2006. Esta curva es opuesta a la curva de demanda total de la gráfica 4.5 pues es la demanda que se encuentra disponible en la subestación. Como se puede apreciar en la gráfica, el rango de demanda disponible es de 350 kW que representa un 70% de la capacidad gráfica, por lo que actualmente solo se ocupa a lo mucho un 30% de esta capacidad.

Aunque esta curva es de solo un día, no debe variar mucho con respecto a otros días o meses del año, ya que en el mes de noviembre se registra un aumento de carga por el uso de calefactores eléctricos en cubículos y zonas administrativas.



Grafica 4.10 Curva de demanda disponible de la subestación para el día 22/11/2006

5. PROPUESTAS.

En este capítulo veremos las propuestas que pueden tomarse en cuenta para tener mejoras operativas en las plantas de emergencia, con el objetivo de asegurar las condiciones óptimas de operación de éstas. Así mismo detectar oportunamente los posibles desperfectos o deficiencias del funcionamiento que evidencien la necesidad de llevar a cabo trabajos de mantenimiento correctivo, así como también propuestas para el buen funcionamiento de la instalación eléctrica del Instituto de Geofísica.

5.1. Planta de emergencia.

La aplicación de las Normas Oficiales Universitarias de Diseño de Ingeniería Electromecánica (NOU-DEL) es obligatoria en el diseño de las instalaciones eléctricas de la UNAM tanto en remodelaciones como rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

A continuación se explican los criterios relacionados a la planta de emergencia del Instituto de Geofísica con respecto a la NOU-DEL-07⁴:

5.1.1 NOU-DEL-07 Sistemas de Emergencia.

7.1 Planta de emergencia

7.1.1 Características del local

- a. El local será destinado especialmente para la Planta de Emergencia.
- b. Será de acuerdo a las dimensiones de la planta y a su capacidad.

La planta de emergencia de 150 kW se encuentra en el cuarto de máquinas del edificio principal (figura 5.1) y la de 60 kW en el cuarto de máquinas del edificio anexo (figura 5.2). Cabe señalar que el local donde se encuentran no está destinado especialmente para éstas. En el caso de la planta de 150 kW situada en el sótano se encuentran ubicados otros dos cuartos uno para los UPS y el otro para un sistema hidroneumático. En la planta de 60 kW situada en el anexo también se encuentran un sistema hidroneumático, el tablero general del Instituto y el tanque de día.



Figura 5.1 Cuarto de máquinas del edificio principal.



Figura 5.2 Cuarto de máquinas del anexo.

En el caso de las dos plantas no hay un espacio destinado para poder ubicarlas pero se pueden tener libres de obstáculos que impidan el libre paso a éstas.

- c. Debe aislarse acústicamente para obtener un valor máximo de 75 decibeles en el interior del local, y no permitir salir ruido al exterior del mismo.

⁴ http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/electric/sistdeem.html

La planta de emergencia de 150 kW tiene una caseta acústica con la cual evita el mayor ruido posible, la planta de 60 kW no se encuentra aislada acústicamente, pero su puerta de acceso se encuentra en la parte trasera del anexo haciendo que no lastime el ruido que provoca.

f. Debe considerarse un espacio mínimo de 0.80 m. a los costados y en la parte trasera de la planta con respecto a los muros.

g. La altura mínima del piso a la losa debe ser de 2.90 m.

j. Debe contener una base de concreto armado que sobresalga 0.10 m. del nivel de piso terminado del local, y las dimensiones deben ser a la planta de emergencia, y aislada del piso para no transmitir ninguna vibración a este o a la estructura.

Las dos plantas cuentan con el espacio mínimo que se requiere a los costados que es de 0.80 m (figura 5.3), altura mínima de 2.90 m, así como de una base de concreto armado que sobresale 0.10m del nivel de piso terminado (figura 5.4).



Figura 5.3 Espacio mínimo requerido a los costados



Figura 5.4 Base de concreto armado de 0.10m.

k. Debe contar con una puerta de acceso que comunique con el exterior para maniobras, con un ancho de 2.0 m.

l. En la construcción de los muros del local se debe considerar la preparación para la salida del tubo de escape.

Ambas plantas cuentan con una puerta de un ancho mayor a 2.0 m. para maniobras (figura 5.5) y la salida del tubo de escape se encuentra en la parte superior de la puerta (figura 5.6).



Figura 5.5 Puerta de acceso a planta de emergencia



Figura 5.6 Salida del tubo de escape

h. Debe considerarse el alumbrado del local con un nivel de 200 luxes.

i. El alumbrado del local, así como el contacto de servicio deben estar conectados al tablero de emergencia.

El alumbrado del local de la planta de emergencia de 150 kW se alimenta del tablero 4C' (normal) y la caseta acústica de la planta se alimenta del tablero 1E (emergencia). El alumbrado de la planta de emergencia de 60 kW se alimenta del tablero 2ED (emergencia).

Se recomienda que el alumbrado del local de la planta de 150 kW este conectado en el tablero 1E, ya que si ocurre una interrupción en el servicio, el alumbrado quedará conectado a una línea de emergencia conforme lo indique la norma para la seguridad de poder circular en el local.

n. La ubicación del local debe ser anexo al local de la subestación eléctrica, comunicados por una puerta de 0.90 m. de ancho.

La subestación eléctrica se encuentra a un costado del cuarto de máquinas del edificio Anexo, pero no están comunicadas por ninguna puerta.

d. Debe contar con ventilación necesaria para asegurar la expulsión del aire caliente del radiador al exterior.

e. Debe contar con una toma de aire fresco del exterior al 100% con un área mínima de 2.00 m²., la cual estará ubicada en el muro opuesto o lateral a la descarga del aire caliente del radiador.

Hacemos mención especial a estos incisos porque la planta de emergencia de 150 kW presento problemas de sobrecalentamiento. Se realizó un monitoreo en el tablero de transferencia de la planta de emergencia de 150 kW de los días 14 al 22 de marzo del 2006 donde se observó que la demanda máxima registrada era de 108 kW (gráfica 4.1), es decir se encontraba al 72% de su capacidad.

Según el oficio No. DGOC/DI/165/2006 (Anexo E) enviado por la Dirección General de Obras y Conservación que fue recibido por el Instituto de Geofísica el 07 de abril del 2006 se recomendó realizar un proyecto de reubicación de la planta de emergencia por la falta de una ventilación adecuada en el espacio ocupado por ésta.

El espacio de la planta de emergencia de 150 kW se encuentra muy reducido provocando que no se tenga una buena entrada y salida de aire, es por eso que se necesita una ventilación adecuada para que no se sobrecalentara la planta. Tomando en cuenta que por el momento no es posible reubicar la planta, se puede basar en la NOU-DEL-007 para realizar mejoras operativas con los incisos 7.1.1 incisos d y e que mencionamos anteriormente. El responsable de mantenimiento, el Arq. Oscar Edgar López García, propuso la fabricación y colocación de un sistema de tolva de captación de aire frío y tolva de captación y desalojo de aire caliente proveniente del radiador de la planta (figura 5.7).

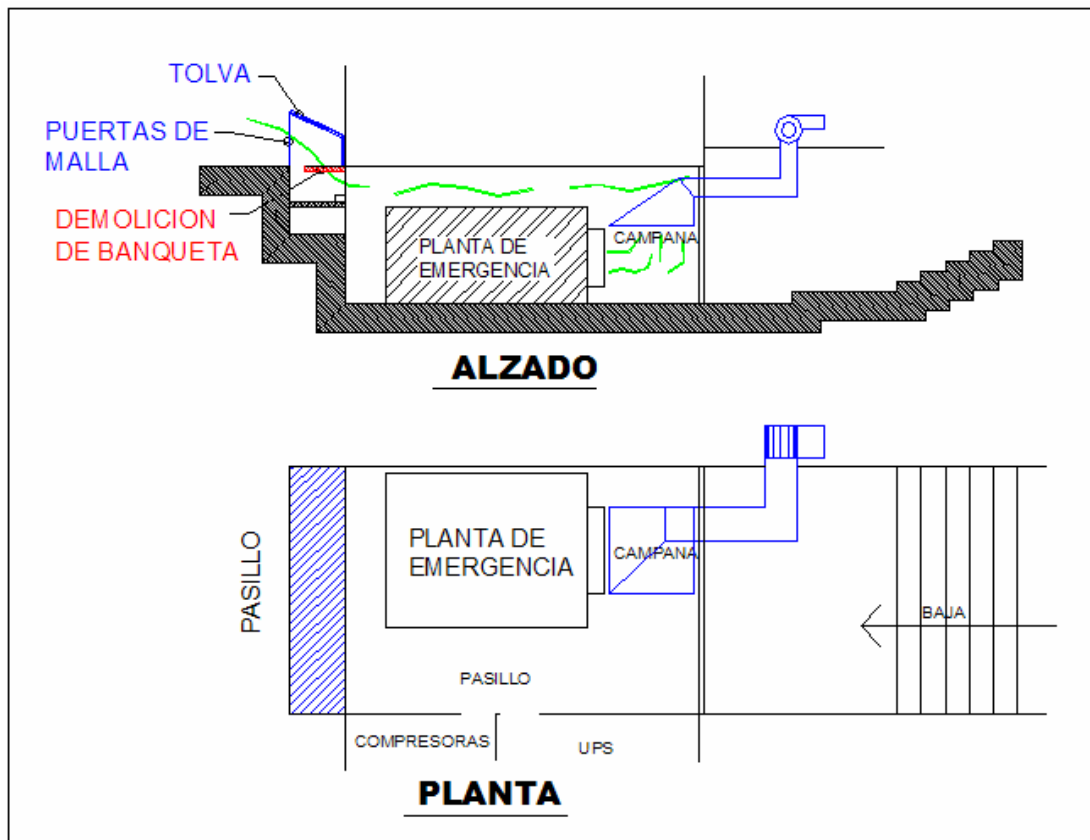


Figura 5.7 Propuesta de ventilación a planta de emergencia de 150 kW

Para contar con una toma de aire fresco del exterior que estuviera opuesta a la descarga del aire caliente del radiador, se hizo una demolición en concreto de 2.10 X 0.70 m. (figura 5.8) y la fabricación de una tolva de captación de aire frío de 2.10 X 0.70 X 1.00 m. (figura 5.9).

Para contar con la ventilación necesaria a fin de asegurar la expulsión del aire caliente del radiador al exterior, se colocó una tolva de desalojo de aire caliente proveniente del sistema de radiador de la planta de emergencia "campana de extracción" (figura 5.10)



Figura 5.8 Demolición de concreto



Figura 5.9 Tolva de captación de aire frío



Figura 5.10 Campana de extracción de aire caliente



Figura 5.11 Entrada de aire frío

A pesar de que se colocó la tolva de captación de aire frío y la campana de extracción de aire caliente la planta continuó con sobrecalentamiento, ya que a pesar de que se tenía un área mayor a 2 m², no entraba directamente a la planta (figura 5.11). Para que el aire frío entrará solo a la planta se colocó una lámina negra calibre 22 (figura 5.12 y 5.13).

Con esta última mejora, la planta de emergencia opera correctamente sin ningún problema de sobrecalentamiento.



Figura 5.12. Lámina negra calibre 22



Figura 5.13. Entrada de aire frío directamente a la planta

Como ya hemos mencionado, las propuestas a la planta de emergencia tienen como objetivo asegurar las condiciones de operación de ésta, así como detectar oportunamente las posibles fallas mecánicas, con el propósito de que la planta funcione siempre automáticamente cuando existan interrupciones de energía eléctrica.

Como vimos anteriormente, la planta de emergencia está destinada a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o fuerza, cuando se interrumpe el suministro normal de energía eléctrica. Es por eso que tiene como requisito el mantenimiento preventivo de ésta.

5.1.2 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es una actividad a desarrollar periódicamente en una planta de emergencia de acuerdo a las instrucciones indicadas en los manuales de operación ya que de este depende su correcta operación, además de asegurar un menor número de fallas, una vida útil más larga, menores costos de reparación y lo más importante evitar las interrupciones de energía eléctrica en la carga.

El mantenimiento preventivo deberá ser realizado por técnicos capacitados empleando los materiales y refacciones especificados por el fabricante, así como deberán respetarse los tiempos indicados para el mantenimiento en el manual de operación del motor.

El mantenimiento preventivo básico consiste de los siguientes pasos:

- Inicialmente verificar que no existan fugas o derrames de agua, aceite o combustible diesel.
- Revisar el estado de mangueras y bandas.
- Revisar que no existan objetos extraños sobre o por debajo del equipo.
- Así mismo verificar que todas las tapas y guardas de protección se encuentren debidamente instaladas.
- Y no se deberá permitir el acceso a la operación del equipo a personal no autorizado.

A partir del levantamiento eléctrico que se realizó en el Instituto de Geofísica se analizó la carga instalada de las plantas de emergencia (fig. 5.14 y 5.15) ya que éstas son las que dan respaldo prolongado de energía eléctrica cuando el suministro normal falla; es por eso que la planta de emergencia deberá de estar completamente bien instalada dentro de un cuarto de máquinas, este deberá de estar siempre limpio y deberá de tener una ventilación adecuada para una combustión y un enfriamiento correcto del equipo.



Figura 5.14. Planta de emergencia de 60 kW.



Figura 5.15. Planta de emergencia de 150 kW.

Basados en la NOU-DEL-07 la planta de emergencia se compone de:

- motor de combustión interna generalmente diesel
- generador de corriente alterna
- sistema de control automático
- sistema de transferencia
- tanque de día
- sistema de escape

El motor de combustión interna aprovecha la energía térmica desprendida del combustible para realizar un trabajo mecánico. En un motor de combustión interna se aprovecha un 30% del valor calorífico del combustible aproximadamente. El 70% se rechaza como calor.

Existen los siguientes sistemas para el motor de combustión interna:

- Admisión - Aire
- Escape - Humo
- Enfriamiento - Radiador
- Lubricación - Aceite
- Eléctrico
- Gobernación

5.1.2.1 Sistema de Admisión.

El *sistema de Admisión* está compuesto por: filtro de aire, turbocargador, post-enfriador, válvula de admisión, múltiple de admisión e indicador de restricción.

Las fallas que se presentan en el *sistema de Admisión* son:

- El aire contaminado puede provocar: desgaste prematuro del motor, consumo excesivo de aceite, amarre del pistón, pérdida de potencia y humo excesivo.
- Por restricción de aire puede provocar: pérdida de potencia, excesivo humo negro y la altitud afecta la potencia.
- La alta temperatura de aire provoca: pérdida de potencia, sobrecalentamiento y humo excesivo.

Para prevenir las fallas en el *sistema de Admisión* se recomienda:

- Revisar los filtros de aire periódicamente cambiándolos por filtros adecuados según el tiempo estipulado en el manual de mantenimiento del motor.
- Examinar la válvula de admisión y que el turbocargador inyecte adecuadamente el aire a presión.

5.1.2.2 Sistema de Escape.

El *sistema de Escape* está compuesto por: turbina, codo de escape, silenciador, junta de expansión, válvula de escape y múltiple de escape.

Las fallas que se presentan en el *sistema de Escape* son: contrapresión, reducción de potencia, sobrecalentamiento, humo negro, desgaste prematuro del motor, aumento en consumo de combustible y daños severos en turbocargador. La mala selección y/o colocación del escape puede provocar: calentamiento del motor, entrada y acumulación de agua, pérdida de potencia, exceso de ruido y mayor vibración.

Se recomienda que el tubo de escape se incremente en su diámetro una pulgada cada 7 m, en la planta de emergencia de 150 kW el diámetro del tubo es del mismo tamaño desde que sale del sótano hasta la azotea (figura 5.16).

En la planta de 60 kW tampoco se sigue la recomendación, ya que el tubo de escape a los 2 m aumenta y se vuelve a reducir al diámetro inicial (figura 5.17)



Figura 5.16 Salida del tubo de escape de planta de 150 kW.



Figura 5.17 Salida del tubo de escape de planta de 60 kW.

5.1.2.3 Sistema de Enfriamiento.

El *sistema de Enfriamiento* esta compuesto por: filtro DCA's, precalentador y termostato, enfriador de aceite, tapón, radiador, ventilador, termostatos internos, bomba de agua, mangueras y accesorios.

Las fallas que se presentan en el *sistema de Enfriamiento* son: sobrecalentamiento, paro del motor, radiador sucio o tapado, fallo del termostato interno del motor, fuga del refrigerante, falla de la bomba de agua, falla del precalentador y sistema de agua sin purgar.

Para prevenir las fallas en el *sistema de Enfriamiento* se recomienda:

- Verificar periódicamente el nivel de agua en el radiador, que este contenga el nivel adecuado de anticongelante y anticorrosivo.
- Revisar la correcta operación del precalentador y termostato verificando la temperatura de la planta.
- Verificar la limpieza del panel del radiador y la tensión de las bandas.

5.1.2.3.1 Alta temperatura o bajo nivel de agua en el radiador.

Revisar la lectura de temperatura del agua, el nivel de agua en el radiador, la ventilación del cuarto de máquinas, la limpieza del radiador y que no existan fugas. Así mismo la correcta operación del sensor de nivel de agua instalado en el radiador. La temperatura de operación del motor varía dependiendo de

las condiciones de operación y la temperatura ambiente pero en ningún caso deberá exceder de 98°C. La temperatura de falla por alta temperatura es 104°C.

5.1.2.4 Sistema de Lubricación.

El *sistema de Lubricación* esta compuesto por: varilla de inspección, carter, lubricante, bomba de aceite y filtro de aceite.

Las fallas que se pueden presentar en el *sistema de Lubricación* son:

- Origen de un elevado consumo de aceite por: fugas de aceite, aceite inadecuado, sobrecalentamiento del motor, tiempos largos en cambio de aceite.
- Origen de una baja presión por: bajo nivel de aceite, daños en la bomba, daños en ductos y tuberías, lubricante inadecuado y daños en juntas.
- Origen de una alta temperatura de aceite por: enfriamiento inadecuado del aceite, motor sobrecalentado, aceite con agua y lubricante inadecuado.
- Si hay alto nivel de aceite entonces puede provocar: fugas de aceite, aceite quemado y mala lubricación.

Para prevenir las fallas en el *sistema de Lubricación* se recomienda:

- Verificar el estado y el nivel de aceite del carter por medio de la balloneta indicadora, el nivel deberá estar entre las marcas máximo y mínimo respectivamente.
- Efectuar los cambios de aceite y filtros de aceite por el tipo especificado según el tiempo estipulado en el manual de mantenimiento del motor.

5.1.2.4.1 Presión de aceite

Revisar la lectura de presión de aceite, el nivel de aceite y que no existan fugas. La presión del aceite en operación varia dependiendo del tipo de motor, el valor de falla por baja presión de aceite es 18 Lbs/Pulg².

5.1.2.5 Sistema de Combustible.

El *sistema de Combustible* esta compuesto por: bomba de inyección, bomba de alimentación, filtros de combustible, ductos de alimentación y retorno de combustible, tanque de Diesel, inyectores y combustible.

Las fallas que se pueden presentar en el *sistema de Combustible* es por: aire en mangueras, mala calidad de combustible, restricción, combustible contaminado, combustible con agua, falla de arranque, arranque lento, oscilación y pérdida de potencia.

Para prevenir las fallas en el *sistema de Combustible* se recomienda:

- El empleo de combustible diesel limpio y centrifugado garantiza una correcta operación del equipo.
- Se recomienda tener el nivel del tanque de combustible cerca del 100% de la capacidad para evitar condensaciones.
- Efectuar la purga del tanque y filtros para drenar los residuos sedimentados y el agua condensada.
- Limpiar y drenar el tanque de combustible.

5.1.2.6 Sistema Eléctrico.

El *sistema Eléctrico* esta compuesto por: marcha, alternador, solenoide de arranque, batería, válvula de combustible y gobernador electrónico.

Las fallas que se pueden presentar en el *sistema Eléctrico*: la planta no arranca, bajo voltaje de baterías, la marcha no entra y la válvula de combustible no energiza.

Para prevenir las fallas en el *sistema Eléctrico* se recomienda:

- Revisar el estado físico de las baterías, el nivel y densidad del líquido, así como las conexiones que no estén flojas o sulfatadas.
- Examinar la correcta operación del cargador de baterías electrónico montado en el tablero y la operación del alternador de carga de baterías montado en la planta.

5.1.2.7 Sistema de Gobernación.

El generador principal normalmente no requiere mantenimiento solamente limpieza periódica, este cuenta con un regulador de voltaje de estado sólido inmune a las vibraciones, el cual una vez ajustado no requiere ajustes posteriores.

El generador se encuentra acoplado al motor diesel por medio de discos flexibles los cuales tampoco requieren mantenimiento.

El generador deberá mantener una velocidad constante para que la generación de voltaje se mantenga dentro de la frecuencia adecuada para la carga. Recordemos que la frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del motor.

- Para generadores de 2 polos el generador debe girar a 3600 r.p.m. para generar 60 Hz.
- Para generadores de 4 polos el generador debe girar a 1800 r.p.m. para generar 60 Hz.

5.1.2.7.1 Sobrecarga

Revisar la calibración de la protección por sobrecarga en el modulo de control y verificar la corriente real que consume la carga por fase para verificar que no se este sobrepasando la capacidad del equipo

5.1.2.7.2 Sobre velocidad o baja velocidad

- Revisar el ajuste del gobernador electrónico en caso que la planta cuente con este, en caso que este desajustado o que se tenga una operación errática de la máquina proceder a ajustarlo acorde a las instrucciones del manual de operación del mismo
- Revisar el estado de filtros, calidad del combustible, que éste no tenga agua ni impurezas y que no existan fugas en las mangueras de alimentación de combustible al motor.
- Verificar que el equipo no reciba cargas súbitas mayores a 75% de su capacidad.
- Examinar que el interruptor del generador se encuentre cerrado.

5.1.2.7.3 Falla de generación o alto voltaje

- Revisar la calibración, conexiones y fusible del regulador de voltaje. En caso de requerir ajustes proceder a realizarlos acordes a las instrucciones del manual de operación del mismo y verificar que el interruptor de protección montado en el generador se encuentre cerrado.

5.1.2.7.4 Falla de arranque

- Revisar que exista combustible en el tanque de alimentación.
- Verificar la correcta operación de él o los precalentadores de la máquina.
- La temperatura del equipo en la condición de automático deberá ser de 60 a 65°C.
- Verificar el estado y voltaje de las baterías de arranque.

5.1.3 Seguimiento de fallas

Cuando se tiene un correcto mantenimiento preventivo el índice de fallas puede reducirse a valores muy bajos, ya que periódicamente se están revisando todos los sistemas de operación de la planta, detectando con prontitud cualquier problema que pudiera presentarse durante el evento de una operación real al fallar la red comercial.

Es recomendable que el equipo se pruebe periódicamente en forma manual observando que no exista vibración o ruidos anormales, verificando todos los valores y parámetros de operación como son: voltaje, corriente, frecuencia, presión de aceite, temperatura, etc., registrando estos en una bitácora de mantenimiento indicando horarios, fechas y nombre de la persona responsable del mantenimiento (Anexo E). Aún así, es posible que se presenten problemas durante la operación del equipo y una acción rápida y oportuna reducirá el tiempo que la carga quede fuera de servicio.

Los puntos más importantes a revisar durante una falla del equipo son: primero verificar la falla reportada en el modulo de control y verificar los interruptores de protección montados en el tablero que no se encuentren abiertos, verificar la correcta operación de los mismos y restablecerlos en caso necesario, si el equipo no arranca automáticamente revisar que el modo de operación se encuentre en automático y que el equipo no se encuentre bloqueado, en caso afirmativo inspeccionar la falla y su causa.

En caso de que se hayan revisado todos los sistemas descritos y la falla siga aún presente se procede a la revisión del cableado de control que no se encuentre algún cable flojo o aterrizado y verificar la operación del modulo de control, en caso de ser necesario sustituirlo por uno en buen estado.

Los manuales de operación de los equipos proporcionan una indicación más detallada del seguimiento de fallas por lo cual es recomendable su lectura. Se deberá tener siempre presente que de un buen mantenimiento depende la correcta operación del equipo, la seguridad de la instalación y se deberán de observar las precauciones de seguridad y códigos aplicables vigentes.

Dentro del tablero y el generador existen voltajes peligrosos, es por eso que no se deben operar o exceder el equipo sin el previo conocimiento y autorización para evitar daños que pueden poner en riesgo la vida o la operación y seguridad del sistema.

5.1.4 Pruebas y mantenimiento (NOM-001-SEDE-2005).

Las pruebas y mantenimiento que se deben realizar según la NOM-001-SEDE-2005 en el Art. 700 Sistemas de emergencia versículo a Pruebas y mantenimiento son la siguientes:

Verificación del sistema. Se realizará una prueba con carga del sistema completo al ser instalado, y posteriormente a intervalos periódicos.

Pruebas periódicas. Los sistemas se deben probar periódicamente por el usuario, para asegurar que los trabajos de mantenimiento son los adecuados para mantener las condiciones apropiadas de funcionamiento.

Mantenimiento de sistemas de baterías. Los sistemas de baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, deben tener mantenimiento periódico.

Registros escritos o bitácora. Se debe mantener un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

Prueba con carga. Se deben proveer medios necesarios para la prueba de sistemas de emergencia de alumbrado y fuerza, en condiciones de carga máxima.

5.2. Otras propuestas.

5.2.1 NOM-001-SEDE-2005 Y NOU-DEL

En el Instituto de Geofísica se realizó la actualización arquitectónica, elaboración de planos eléctricos, diagrama unifilar y cuadros de carga, así como la identificación de los tableros generales y derivados para dar propuestas para tener una instalación eléctrica que cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas y la Norma Oficial Universitaria NOU-DEL, Ingeniería Electromecánica.

El Instituto de Geofísica cuenta con 65 tableros incluyendo al general, los de distribución y los derivados. Estos tableros distribuyen tres tipos de energía: normal, de emergencia y regulada, que no están identificados, lo cual no cumple con lo recomendado en la NOU-DEL-12⁵.

NOU-DEL-12 Métodos de instalación.

12.9 Tableros de alta y baja tensión.

12.9.1 En todos los tableros, los interruptores deben identificarse indicando el área que alimentan.

12.9.2 Todos los tableros se deben identificar de acuerdo al tipo de servicio que alimentan (alumbrado, contactos, emergencia, etc.).

Se recomienda que a partir del levantamiento eléctrico realizado los tableros se identifiquen con el tipo de energía que distribuyen y se rotulen cada uno de éstos, así como que en los tableros se indique que alimenta cada interruptor.

Se propone que así como se da mantenimiento preventivo a otros equipos como: plantas de emergencia, UPS, aire acondicionado, montacargas, etc., se realizara un mantenimiento correctivo con la instalación eléctrica ya que como vimos en el capítulo 3 el Instituto presenta un deterioro en la mayoría de sus tableros.

Las recomendaciones generales para todos los tableros es que estén limpios y libres de cualquier obstrucción, que las tapas estén bien puestas con todos sus tornillos, en general que se les

⁵ http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/electric/inst.html

de un mantenimiento preventivo y correctivo si es que así lo requieren. Especialmente a los tableros 4B y 6B se recomienda poner su tapa interna.

Como vimos en el tablero 5C de la figura 3.7 el alimentador del neutro tiene un empalme con dos placas metálicas y no está aislado, por lo que representa riesgo de presentarse un corto circuito. Se recomienda quitar las placas y aislar el cable.

En el tablero 1EFB la alimentación trae cables de calibre 2 y se empalman con unos de calibre 6. Gran parte de los tableros cuenta con empalmes mal hechos. Se recomienda hacer los empalmes como lo dice la NOM-001-SEDE-2005.

NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones eléctricas.

110-14. Conexiones eléctricas.

b) Empalmes. Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado. Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados para ese uso.

Dentro de los tableros 4C, 2E y 4BA se encuentran cables sueltos y aislados, sin ninguna utilidad, se recomienda desinstalarlos ya que al parecer se encuentran energizados y podrían ocasionar algún accidente como cortocircuito, accidente al personal que opera el tablero o daño al equipo instalado a este tablero.

En general los tableros del Instituto no están bien peinados ni encinchados. Se recomienda que todos los cables estén encinchados para que no estén apilados y que sean peinados correctamente como lo podemos ver en la figura 3.14.

Los cables de alimentación del tablero C no tienen canalización, es decir no vienen por tubería, se recomienda que todos los cables lleguen por tubería al tablero.

En algunos tableros del Instituto el color de los conductores eléctricos no es el correcto (figura 5.18) como lo recomienda la NOU-DEL-12

NOU-DEL-12 Métodos de instalación

12.4.2 El código de colores para los conductores eléctricos será de acuerdo a la tabla 5.1

Tipo de Conductor	Color
Fases	Rojo, negro y azul
Neutro	Blanco o gris.
Tierra física	Desnudo.
Tierra aislada	Verde

Tabla 5.1 Código de colores para conductores eléctricos



Figura 5.18 Tablero con el color de las fases incorrecto

En la tabla 5.2 se muestran los tableros que se encuentran instalados en el Instituto de Geofísica y no cuentan con la barra y cable de sistema de tierra física, lo cual no cumple con lo recomendado en la NOM-001-SEDE-2005 en su artículo 250-43 a) y 250-74.

NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones eléctricas.

250-43. Equipo fijo o conectado de forma permanente-específico. Deben ser puestos a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación ((a) a (j)), y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envolventes descritas en (k) y (l):

a) Armazones y estructuras de tableros de distribución. Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

250-74. Conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja. Se debe realizar una conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja de conexiones efectivamente puesta a tierra.

Excepción 4: Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite un receptáculo en el que la terminal de puesta a tierra esté aislada intencionadamente de los medios de montaje del contacto. El receptáculo debe ser puesto a tierra por medio de un conductor aislado que vaya con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra puede pasar a través de uno o más tableros de alumbrado y control sin necesidad de conectarlo a las terminales de puesta a tierra de los mismos, como se permite en 384-20, excepto que termine dentro del mismo edificio o estructura, directamente en la terminal de un conductor de puesta a tierra de equipo de la correspondiente acometida o del sistema derivado separadamente.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

Se recomienda instalar un cable de cobre desnudo en cada tablero de acuerdo a la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005. De acuerdo al tablero se necesita (Tabla 5.2):

TABLERO	CALIBRE AWG
3C	10
4BE	10
4C´	8
8CB	10
8CD	10
8CDC	10
8CE	10
8CH	10
1EA	6
1ECA´	10
1EE	10
1EFC	10
2EB´	12
2EF	10

Tabla 5.2 Calibre de cable desnudo de cobre que se requiere ser instalado

Se recomienda instalar una barra de tierra física, para que se instalen los cables de cobre desnudos que deben aterrizar a las cajas metálicas de los receptáculos.

Se propone que todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y es por eso que todos los cables con daño en su aislamiento (agrietados) deben estar aislados correctamente.

Existen algunos tableros que presentan poca carga por lo cuál el número de polos es mucho mayor al necesitado, es por eso que se recomienda que al hacer nuevas instalaciones se haga uso de la capacidad de estos tableros y que se revise en los cuadros de carga como se encuentra la carga de cada fase, para que cuando se hagan instalaciones nuevas no exista un desequilibrio de carga en las fases del sistema

El tablero 4R de energía regulada presenta un exceso de carga y sufre un calentamiento en sus alimentadores principales, tiene una carga de 40400W y un desbalance de 31.58%, como podemos ver en el cuadro de carga de este tablero en el anexo D, la fase A tiene una carga de 15200 W y la fase C una de 10400 W. Se recomienda que a partir de estos valores se realice un equilibrio del tablero para que las fases tengan la misma carga.

Se recomienda realizarle un mantenimiento correctivo a todos los tableros para poder eliminar posibles fallas de suministro de energía y en consecuencia evitar algún daño a los equipos que se encuentran instalados a éste.

6. CONCLUSIONES.

El Instituto de Geofísica requiere modificaciones y actualizaciones constantes, debido a los avances tecnológicos, es por ello que es muy importante el adecuado suministro de energía eléctrica que depende de un funcionamiento adecuado y óptimo del sistema eléctrico, del cual se alimentan todos los equipos eléctricos y electrónicos que hacen posible los análisis y experimentos que éste realiza.

Debido al crecimiento acelerado del Instituto y a la falta de planos actualizados, el Instituto se ha visto sujeto a deficiencias en el suministro y calidad de la energía eléctrica, es por ello que el objetivo de la presente tesis fue realizar un estudio integral del Instituto de Geofísica analizando la carga instalada a través de la actualización de planos eléctricos, diagrama unifilar y cuadros de carga, así como la identificación de los tableros generales y derivados, monitoreo de consumos y evaluación de la planta de emergencia para dar propuestas enfocadas hacia una mejor operación y así, a partir de estos, tener una buena base para el desarrollo de las ampliaciones eléctricas que requiere el Instituto.

Al realizar la descripción del sistema eléctrico del Instituto se llevo a cabo la clasificación de la carga eléctrica en los sistemas ya mencionados. Ésta nos indica que la carga eléctrica predominante es la de fuerza (contactos eléctricos) con un 59% de la carga total instalada, En la clasificación de los contactos los de energía regulada son los que tienen la mayor carga instalada (con un 56% sobre la carga de fuerza) ya que como se ha mencionado a lo largo de esta tesis, existen muchos equipos de cómputo y servidores que requieren de energía regulada, así también como los equipos de laboratorio que además de energía regulada requieren que la energía no sea interrumpida. Después se tiene la carga eléctrica por iluminación que en la gran mayoría es fluorescente con un 16%, la de aire acondicionado con 13% y por último la de otros equipos con un 12% de carga instalada. De lo anterior concluimos que la carga total instalada es de 614, 084 watts repartida en cada uno de los sistemas.

El Instituto de Geofísica, no contaba con planos eléctricos del edificio principal, con excepción del edificio anexo que por su reciente construcción si cuenta con planos eléctricos originales, debido a esta situación y también a que constantemente se han realizado actualizaciones y cambios al sistema eléctrico del Instituto, se decidió llevar a cabo un levantamiento eléctrico de todo el Instituto para conocer todos los elementos del sistema, su ubicación y la carga que representan, entre otras características.

Para realizar el levantamiento eléctrico realizamos la inspección visual de los aspectos arquitectónicos del lugar para verificar que fuesen los correctos, para esto se realizó el levantamiento arquitectónico para después hacer la actualización en los planos. Así también se generaron símbolos para cada elemento eléctrico que existiera en el Instituto para que se fueran dibujando en los planos al momento de realizar el levantamiento.

Una vez que la parte arquitectónica estuvo lista, el paso siguiente fue ubicar la subestación que alimenta a todo el Instituto. Se procedió a tomar nota sobre sus características eléctricas, datos técnicos, ubicación y se visualizó la instalación del mismo con especial observación en la alimentación. Posteriormente se inspeccionó el tablero general trifásico en baja tensión identificando la alimentación correspondiente para cada tablero de distribución y de estos la alimentación de todos los tableros derivados utilizando siempre el trazador de corriente con la debida precaución. También se revisó la alimentación de las plantas de emergencia, los UPS, los sistemas hidroneumáticos y equipos grandes que estuvieran conectados directamente a los tableros de distribución. Todo esto nos ayudo para empezar a generar el diagrama unifilar anotando para cada elemento el número y calibre de conductores que le suministran la energía, además del número de fases, voltaje y potencia.

Para cada tablero eléctrico se tomo como información la marca, número de serie, fases, capacidad del interruptor general y la conexión de tierra física o tierra aislada, si contaba con ella. Se

anotó su localización en los planos. En un formato de cuadro de carga se anotó la información con respecto al número de polos, los interruptores existentes, su capacidad de protección y el número de conductores por circuito. Se inspeccionó y anotó el estado físico del tablero, así como la situación del cableado al interior del gabinete. Se le dio un nombre a cada tablero, colocando una etiqueta para el control personalizado con la ubicación y área en donde se encuentra. Una vez que se tuvieron identificados todos los tableros y su ubicación, se procedió a realizar el levantamiento eléctrico en los cubículos, laboratorios y demás áreas del Instituto. Con toda esta información, se empezó a elaborar cada uno de los planos eléctricos.

Al realizar los cuadros de carga de los 65 tableros con los que cuenta el Instituto desde el tablero principal hasta los derivados, se obtuvo que la carga total instalada fue de 614,084 W (ya mencionada anteriormente) teniendo a la energía normal con una carga del 47.67%, a la energía regulada con 37.22% y la energía de emergencia con un 15.11%. Al realizar el análisis de carga eléctrica se obtuvo que la mayoría de los tableros presentan un desbalance considerable (en algunos casos mayores al 50%) lo que refleja el desequilibrio del sistema eléctrico y que repercute hasta el tablero principal "A" donde se tiene un desbalance del 7.4%.

Algunos de los tableros ya mencionados en los capítulos anteriores, están sobrecargados y otros están muy sobrados en carga eléctrica, teniéndose como causa la falta de planeación, proyección y análisis del continuo crecimiento que tiene el Instituto y que repercute en modificaciones y aumento de carga para el sistema eléctrico. Se recomienda hacer las adecuaciones necesarias en los circuitos de los tableros para disminuir el desbalance en éstos, ya que lo aconsejable es que el desbalance sea lo más cercano a cero, o en su caso que no sobrepase un 10%. Estos cuadros servirán en un futuro inmediato para saber en cuales tableros se puede conectar mas carga en caso de que se requiera ya que de esta manera será conectado a la fase que se necesite para que el sistema este balanceado.

Con el diagrama unifilar se proporcionó una visión general de cómo esta constituido el sistema eléctrico del Instituto, gracias a este se puede revisar y observar inmediatamente como se encuentran conectados los tableros y dispositivos con los que cuenta el sistema.

La actualización de planos arquitectónicos y elaboración de los planos eléctricos fueron entregados en archivo electrónico al Arq. Oscar Edgar López García, responsable del departamento de mantenimiento, para llevar en ellos el control de las modificaciones de las instalaciones. También fueron entregados el diagrama unifilar, planos eléctricos y cuadros de carga al PAE (Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería) y estos a su vez fueron revisados por el Ing. Luis Fernando Flores Álvarez y entregados a la DGOyC (Dirección General de Obras y Conservación).

El sistema eléctrico del edificio principal se encuentra en una situación de mala planeación, pues hay tableros con mucha carga conectada y otros que casi no tienen. Además hay circuitos que no están funcionando (sin carga), cuyos cables de alimentación junto con los que si están energizados (con carga) hacen un gran cúmulo de alimentadores desordenados y revueltos que entorpecen la identificación y/o detección de alimentadores cuando así se requiere.

Se le hizo un monitoreo a la subestación eléctrica de 500 kVA del Instituto del 21 al 24 de Noviembre de 2006. En este monitoreo se observó que la demanda máxima de energía eléctrica se presenta entre las 13:00 y 15:00 hrs. con aproximadamente 150 kW y la demanda mínima se presenta entre las 23:30 y las 6:00 hrs. con aproximadamente 80 kW.

Con lo antes mencionado, solo se esta ocupando una tercera parte de la capacidad de este equipo y las dos terceras partes restantes no se usan. Si hay un incremento de carga eléctrica en el sistema eléctrico no perjudicará ni modificara el funcionamiento normal de este equipo.

Los niveles de tensión que se registraron, al igual que los disturbios; no son de una magnitud tal que puedan dañar un equipo eléctrico, pero se recomienda verificar los valores de tensión de suministro que exigen los equipos instalados, y en su caso hacer las adecuaciones pertinentes con transformadores o reguladores de línea para que no se tengan variaciones de $\pm 10\%$ que son las que puede tener según la NOM-001-SEDE-2005 Art-110-4.

La frecuencia registrada en el monitoreo indica una variación máxima de ± 0.1 HZ encontrándose dentro de un buen rango para no dañar a los equipos. El factor de potencia tuvo rangos de 0.965 a 0.991 pero en la mayoría de los casos se sitúa por encima de 0.98.

En el caso de la planta de emergencia de 150 kW, esta ya presenta el 72% de su capacidad por lo que para un funcionamiento óptimo deberá mantenerse en este porcentaje de carga y no rebasarlo ya que de lo contrario la vida útil de la planta será menor, el mantenimiento será más caro y será más susceptible a fallas de cualquier tipo. Cualquier aumento notable de carga, modificaciones en las instalaciones eléctricas, que sea conectado a la planta de emergencia del edificio principal modificará este porcentaje y podrá perjudicar la operación óptima de este equipo.

Para el caso de la planta de 60 kW solo se tiene una carga por arriba del 40% por lo que se tiene reserva para seguir conectando carga. Debido a que esta planta es más reciente que la de 150 kW no ha presentado fallas relevantes y las condiciones de operación en las que se encuentra son óptimas.

Para revisar la adecuación de cada una de las plantas de emergencia nos basamos en la aplicación de las Normas Oficiales Universitarias de Diseño de Ingeniería Electromecánica (NOU-DEL) que es obligatoria en el diseño de las instalaciones eléctricas de la UNAM tanto en remodelaciones como rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

El Instituto de Geofísica no cumple con los siguientes artículos de la NOU-DEL.

- El local donde se encuentra la planta de emergencia no está destinado especialmente para ellas. En el caso de la planta de 150 kW situada en el sótano se encuentran ubicados otros dos cuartos uno para los UPS y el otro para un sistema hidroneumático. En la planta de 60 kW situada en el anexo también se encuentran un sistema hidroneumático, el tablero general del Instituto y el tanque de día. En el caso de las dos plantas no hay un espacio destinado para poder ubicarlas pero se pueden tener libres de obstáculos que impidan el libre paso a éstas.
- La planta de emergencia de 60 kW no se encuentra aislada acústicamente, pero su puerta de acceso se encuentra en la parte trasera del anexo haciendo que el ruido que provoca no lastime.
- El alumbrado del local de la planta de emergencia de 150 kW se alimenta del tablero 4C' (normal) y la caseta acústica de la planta se alimenta del tablero 1E (emergencia). Se recomienda que el alumbrado del local de la planta de 150 kW este conectado en el tablero 1E, ya que si ocurre una interrupción en el servicio, el alumbrado quedará conectado a una línea de emergencia conforme lo indique la norma para poder circular en el local seguramente.
- La subestación eléctrica se encuentra a un costado del cuarto de máquinas del edificio Anexo, pero no están comunicadas por ninguna puerta.

Del 14 al 22 de marzo de 2006 se realizó un monitoreo al sistema de transferencia de la planta de emergencia de 150 kW, debido a los problemas de sobrecalentamiento que presentaba. En este monitoreo se observó que la demanda máxima registrada era de 108 kW, es decir se encontraba al 72% de su capacidad.

Según el oficio No. DGOC/DI/165/2006 enviado por la Dirección General de Obras y Conservación que fue recibido por el Instituto de Geofísica el 07 de abril del 2006 se recomendó realizar un proyecto de reubicación de la planta de emergencia por la falta de una ventilación adecuada en el espacio ocupado por ésta.

El espacio de la planta de emergencia de 150 kW se encontraba muy reducido provocando que no tuviera una buena entrada y salida de aire, es por eso que se necesitaba una ventilación adecuada para que no presentará sobrecalentamiento. Basándose en la NOU-DEL-007 para realizar mejoras operativas en el artículo 7.1.1 incisos d y e, el responsable de mantenimiento, el Arq. Oscar Edgar López García, propuso la fabricación y colocación de un sistema de tolva de captación de aire frío, así también como una tolva de captación y desalojo de aire caliente proveniente del radiador de la planta. Mediante estas modificaciones se obtuvo el mejoramiento de la ventilación de la planta de emergencia de 150 kW que se percibió con un funcionamiento óptimo del generador cuando entraba en operación.

Haciendo énfasis en la planta de emergencia de 150kW, concluimos que la falla que presentaba era causa de un problema de falta de buena ventilación que provocaba el calentamiento del equipo y por protección al detectar este calentamiento se paraba la marcha del motor. Causas tan pequeñas como estas son las que pueden afectar el funcionamiento óptimo de estos equipos

Las plantas de emergencia tienen un mantenimiento preventivo periódicamente de acuerdo a las instrucciones indicadas en los manuales de operación ya que de este depende su correcta operación, además de asegurar un menor número de fallas, una vida útil más larga, menores costos de reparación y lo mas importante evitar las interrupciones de energía eléctrica en la carga.

A las dos plantas de emergencia se les realiza una visita de mantenimiento preventivo mensual. Las rutinas de mantenimiento abarcan los siguientes sistemas: enfriamiento, lubricación, eléctrico, combustible y aire de admisión. Se hace una comprobación de cada sistema y se verifica su adecuada operación. En todos los sistemas se revisa que los niveles estén correctos y así mismo que no existan fugas, conexiones flojas o defectuosas.

Se propone que así como se da mantenimiento preventivo a otros equipos como: plantas de emergencia, UPS, aire acondicionado, montacargas, etc., se realizara un mantenimiento correctivo con la instalación eléctrica ya que como vimos en el capítulo 3 el Instituto presenta un deterioro en la mayoría de sus tableros.

Se recomienda que a partir del levantamiento eléctrico realizado los tableros se identifiquen con el tipo de energía que distribuyen y se rotulen cada uno de éstos, así como que en los tableros se indique que alimenta cada interruptor.

Las recomendaciones generales para todos los tableros es que estén limpios y libres de cualquier obstrucción, que las tapas estén bien puestas con todos sus tornillos, en general que se les de un mantenimiento preventivo y correctivo si es que así lo requieren.

En general los tableros del Instituto no están bien peinados ni encinchados. Se recomienda que todos los cables estén encinchados para que no estén apilados y que sean peinados correctamente. Así como también se recomienda que todos los cables lleguen por tubería a los tableros y que el color de los conductores sea el correcto como lo recomienda la NOU-DEL-12, art.12.4.2.

Se recomienda instalar un cable de cobre desnudo en cada tablero de acuerdo a la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-2005 e instalar una barra de tierra física, para que se instalen los cables de cobre desnudos que deben aterrizar a las cajas metálicas de los receptáculos.

Se propone que todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y es por eso que todos los cables con daño en su aislamiento (agrietados) deben estar aislados correctamente.

Existen algunos tableros que presentan poca carga por lo cuál el número de polos es mucho mayor al necesitado, es por eso que se recomienda que al hacer nuevas instalaciones se haga uso de la capacidad de estos tableros y que se revise en los cuadros de carga como se encuentra la carga de cada fase, para que cuando se hagan instalaciones nuevas no exista un desequilibrio de carga en las fases del sistema.

Se recomienda realizarle un mantenimiento correctivo a todos los tableros para poder eliminar posibles fallas de suministro de energía y en consecuencia evitar algún daño a los equipos que se encuentran instalados a éste.

Las instalaciones para la energía regulada se encuentran en condiciones normales de operación y esto es por que las instalaciones son recientes y se esta al tanto de las mismas (mantenimiento preventivo) y además suministran energía eléctrica a equipos muy sensibles y de gran costo que se mencionaron a lo largo de la presente tesis (como equipo de computo, instrumentos de laboratorio y equipos de investigación). Pero así como se tienen en buenas condiciones a estas instalaciones también se debería de aplicar a las demás pues todo opera en conjunto y si falla en alguna parte puede presentarse una falla en todo el sistema.

ANEXO A – DATOS DE PLACA

- TRANSFORMADOR DE 500 KVA**

Transformadores y Control S.A. de C.V.
 Conductores y equipo eléctrico industrial
 Tels. 5674533 5674176
 FAX 3684240

TRANSFORMADOR TRIFASICO EN ACEITE TIPO PEDESTAL

500 KVA 60 HZ 6,300-220Y/127 VOLTS
 SERIE 9902/0593 IMPEDANCIA EN (N)
 CLASE 8.7 KV A 85 °C 4.22 %
 A 2300 m/N.M. TIPO OA
 AMB MAX 40 °C
 NIVEL BASICO DE IMPULSO A.T. 75 KV B.T. 30 KV

	POS	CONECTA	VOLTS	AMPS	NOTA
ALTA TENSION	1	1 - 2	6615	43.639	Nunca opere el cambiador de derivaciones sin antes verificar que el transformador este desenergizado (N) nominal
	2	2 - 3	6457.5	44.704	
	3	3 - 4(N)	6300	45.821	
	4	4 - 5	6142.5	46.996	
	5	5 - 6	5985	48.233	
BAJA TENSION			220	1312	

DIAGRAMA VECTORIAL

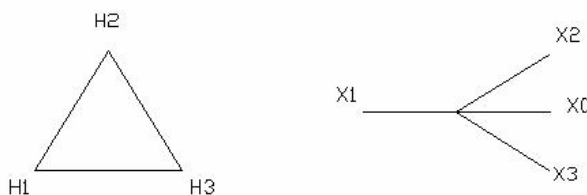
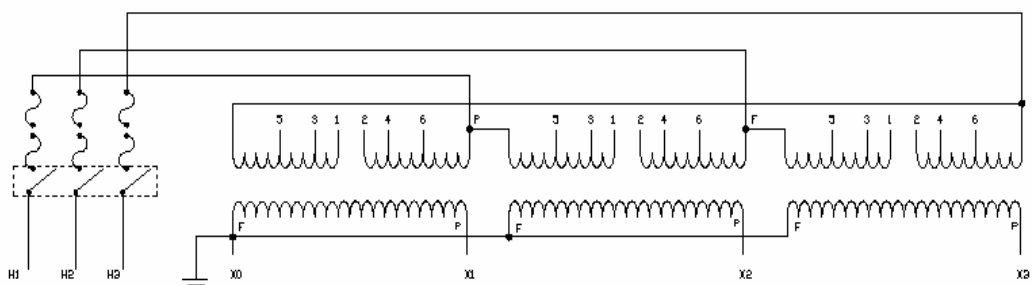


DIAGRAMA ESQUEMATICO
 CONEXIÓN RADIAL



PESO APROXIMADO EN KILOGRAMOS

NUCLEO Y BOBINAS 976	PESO TOTAL 2622
TANQUE Y ACIS. 803	Fabricado en enero
LIQUIDO 980 843 LTS.	1999
HECHO EN MEXICO	

• **PLANTA DE EMERGENCIA OTTOMOTORES DALE ELECTRIC**

Fecha de ensamble FEB-2001	No. Serie 10254	Peso Neto 1446 kg.
Tensión 220 V.	Frecuencia 50 Hz.	No.Fases. 3
Motor CUMMINS	Modelo 6CTA8.3G2	No. de Serie 46041813
Generador WEG	Modelo GTA250SI17	No. de Serie 84123
Capacidad Continua Operación en Emergencia 150 kW a 2240 m.s.n.m		
Temperatura máxima del motor 100°C del Generador 150°C		
Generador Mca. WEG		
Modelo GTA250SI17 S/N:84123 OU		
OUTPUT (kW): 150		
VOLTAJE(V): 220/440 480		
CURRENT(A): 491/246 225		
1800rpm, 60 Hz		
los = 0.8		
Excitación 43.1 Volts, 3.2 A.		

• **PLANTA DE EMERGENCIA IGSA**

Modelo CUM-60	Serie UPAD8454	
Motor Mca. CUMMINS	Modelo 4BT3.9-G2	Serie E 45764169
Comb. Usado: Gas NO Gasolina NO Diesel SI		
Bateria de 12 volts NEG. A tierra		
Generador Mca. MARATHÓN	Modelo /Serie LM328208-1298	
kW continuos 60	kVA 75	Amp. 197
Volts 220	Ciclos 60	R.P.M. 1800
Fases 3	F.P. 0.8	Hilos 4
Generador sincrono AC. Mca. Marathón Electric		
Model: 3600-1601	Part. No. 3600-1601	Serial: LM-328208-1298
Frame: 361	ENCL OPEN	F.P. 0.8

R.P.M: 1800	Hz. 60 Phase. 3	Amb. 40°C
Ins. Class H	Rise by Res. 125-150°C	
Continuous Duty kW 58 Volts 220/440 kVA 72.5 Amps. 190/25		
Standby service kW 61 Volts 220/440 kVA 76 Amp. 200/100		

- **UPS DE 20 kVA**

Uninterruptible Power Spply	
Type	UP2033A-B203SU-2
Serial No.	96-CD56Q1-04
Module input	3 Φ , 3 wire, 208 VAC, 57.7 A, 60 Hz, 20.8 kVA, 0.98 P.F. Laggins
Module output	3 Φ , 4 wire, 208 VAC, 55.5 A, 60 Hz, 20 kVA, 0.80 P.F. Laggins
Bypass input	3 Φ , 4 wire, 208 VAC, 55.5 A, 60 Hz, 20 kVA, 0.80 P.F. Laggins
Battery voltage	360 VDC, 49.2 A.
Voltage Unbalance	+/- 1% (100% Load unbalance)
Date	April 1997
Weight	450 Kg. (1200 lbs.)
	<i>mitsubishi electric corporation</i>
	<i>MADE IN JAPAN</i>

- **UPS DE 100 KVA.**

Uninterruptible Power Spply	
Type	UP9733A-A104SU-4
Serial No.	97-GHVZQ1-02
Module input	3 Φ , 3 wire, 208 VAC, 288.3 A, 60 Hz, 103.8 kVA, 0.98 P.F. Laggins
Module output	3 Φ , 4 wire, 480 VAC, 120.3 A, 60 Hz, 100 kVA, 0.80 P.F. Laggins
Bypass input	3 Φ , 4 wire, 480 VAC, 120.3 A, 60 Hz, 100 kVA, 0.80 P.F. Laggins
Battery voltage	360 VDC, 245.0 A.
Voltage Unbalance	+/- 1% (100% Load unbalance)
Date	April 1998
Weight	800 Kg. (1900 lbs.)
	<i>mitsubishi electric corporation</i>
	<i>MADE IN JAPAN</i>

• **UPS DE 12 KVA.**

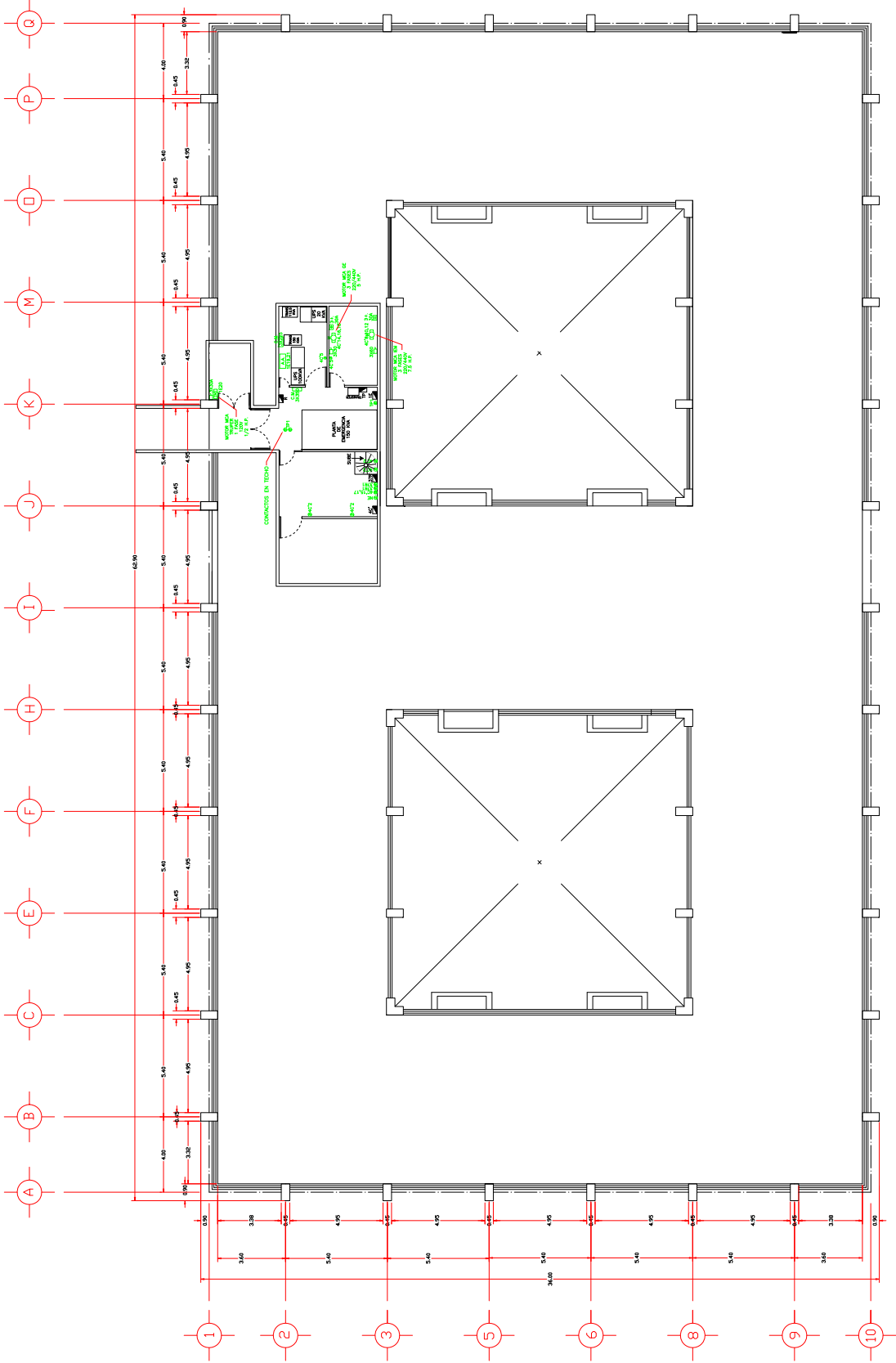
Uninterruptible Power System	
Model	12/12
Serial No.	BP064A0315
Ac in:	100/200, 120/240 OR 120/208, VAC, 48AMPS MAX, 1 OR 3 PHASE, 50/60HZ, 10kW, 3, 4, OR 6 WIRE
Ac out:	(100/200 TO 120/240) OR (120/208), VAC, 2PH, 50/60HZ, 50AMPS MAX, 8kW, 12kVA MAX (OUTPUT VOLTAGE DEPENDENT) 3 OR 4 WIRE
Dc:	240VDC, 40AMPS NOM SUITABLE FOR COMPUTER ROOM APPLICATIONS
BALANCED POWER ADVANTAGE	
IPM-INTERNATIONAL POWER MACHINES	

• **TRANSFORMADOR DE 150 KVA**

150 KVA THREE PHASE 60 HZ	TYPE: HT																
Voltaje: 208-408Y/227	W/(1) electrostatic shield																
Insul. Sys. 220 °C 150 °C Rise	Cooling Class "AA"																
Cat. No. AD370-N0400	Impedance 5.48% at 170°C																
S/N 2000-10-82813-1	Weight 925 lbs aprox.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONNECT TAPS</th> <th>VOLTAJE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4-5</td> <td>218</td> </tr> <tr> <td>4-6</td> <td>213</td> </tr> <tr> <td>3-5</td> <td>208</td> </tr> <tr> <td>3-6</td> <td>203</td> </tr> <tr> <td>2-6</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>3-7</td> <td>192</td> </tr> <tr> <td>2-7</td> <td>187</td> </tr> </tbody> </table>	CONNECT TAPS	VOLTAJE	4-5	218	4-6	213	3-5	208	3-6	203	2-6	198	3-7	192	2-7	187
CONNECT TAPS	VOLTAJE																
4-5	218																
4-6	213																
3-5	208																
3-6	203																
2-6	198																
3-7	192																
2-7	187																

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO PRINCIPAL, SOTANO



SIMBOLOGIA

- Motor con características indicadas.
- Contacto cerrado en chapa alada o 0.30 m. de plato terminado, 220 V, 17 A, 60 Hz.
- Contacto estáta polarizado en chapa alada o 0.30 m. de plato terminado, 200 W, 127 V, 60 Hz.
- Contacto bimetal de 500 W ó bimetal de 1000 W, en chapa alada o 0.30 m. de plato terminado, 220 V, 60 Hz.
- Interruptor de cuchilla con capacidad indicada en el plano, 220 V, 60 Hz.
- Conductor con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.
- Interruptor termomagnético en caja modelado colocado en muro, 3 polos, 220 V, 60 Hz.
- Indicador tablero al cual está conectado (tablero "TC") y circuito de alimentación (código 10).
- Tablero eléctrico de iluminación y control, 220/127 V, 60 Hz. (Ver especificación en las columnas de carga).

INSTRUMENTOS

10. 1000 W MOTOR DE 1000 W

11. 500 W MOTOR DE 500 W

12. 250 W MOTOR DE 250 W

13. CONTACTO CERRADO

14. CONTACTO ESTATA

15. CONTACTO BIMETAL

16. INTERRUPTOR DE CUCHILLA

17. CONDUCTOR

18. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

19. INDICADOR TABLERO

20. TABLERO ELECTRICO

21. MOTOR

22. CONTACTO CERRADO

23. CONTACTO ESTATA

24. CONTACTO BIMETAL

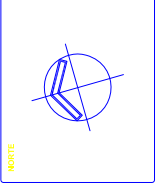
25. INTERRUPTOR DE CUCHILLA

26. CONDUCTOR

27. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

28. INDICADOR TABLERO

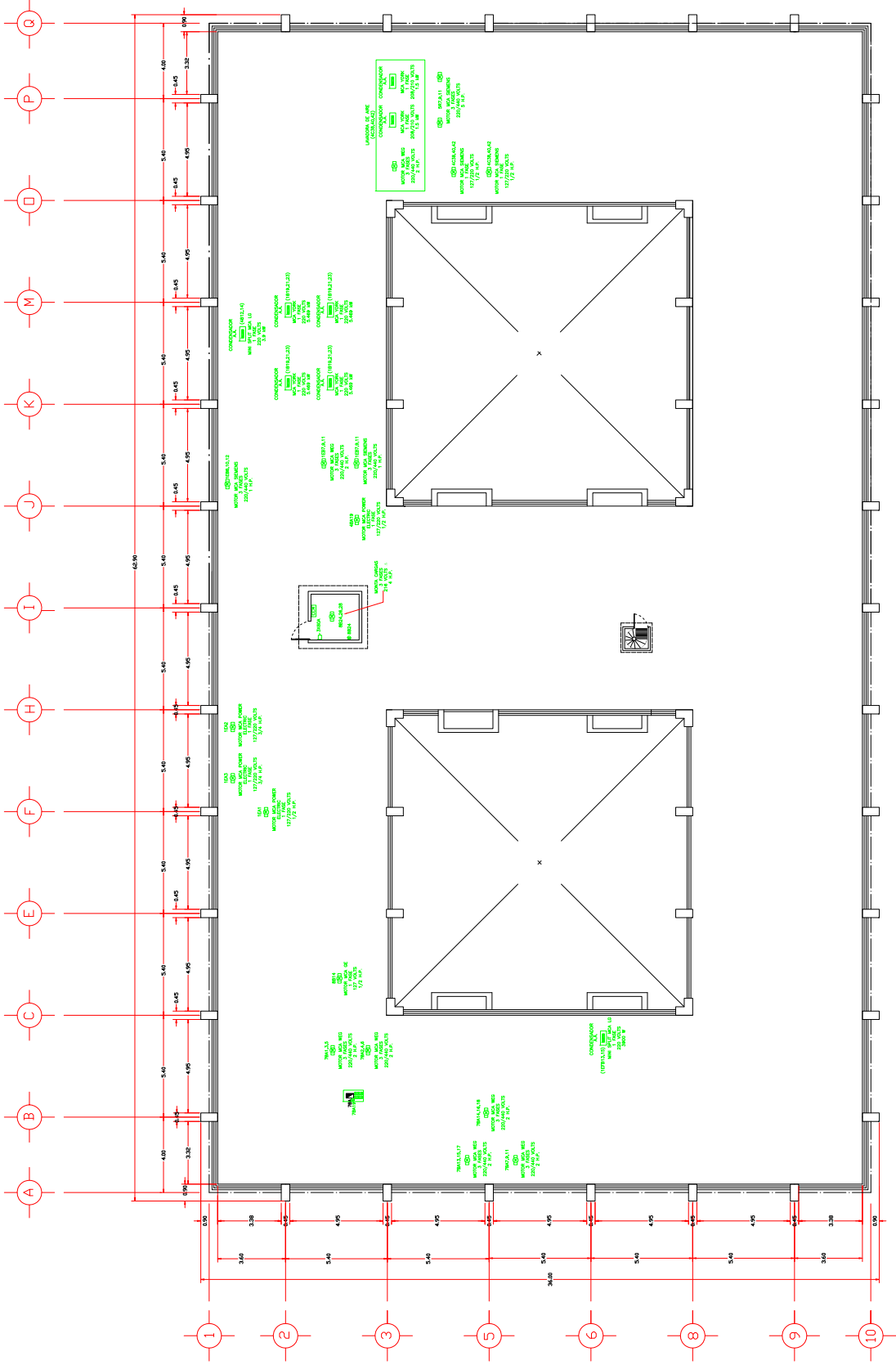
29. TABLERO ELECTRICO



FUERZA

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO PRINCIPAL, AZOTEA



SIMBOLOGIA

- SI Mator con características indicadas.
- TO Contacto, Mator, interruptor, en volumen abobado o 0.30 m. de plano terminado, 220 V, 127 V, 60 Hz.
- Interruptor de capacidad con características indicadas, 220 V, 60 Hz.
- Interruptor de capacidad con capacidad indicada en el plano, 220 V, 60 Hz.
- Conector con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.
- Centro de control de motores, 3 polos, 220 V, 60 Hz.
- Indica tablero al cual está conectado (tablero "70") y circuito de distribución (circuito 0).
- NE No empagado.
- NF No funciona.
- NI No identificado.
- Tabla de edición de iluminación y conexiones, 220/127 V, 60 Hz. (Ver características en los cuadros de carga)

NO. PLANOS DE ESTE DISEÑO

NO. LOCAL CONTRA INCENDIO

PROYECTA: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

PROYECTA: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

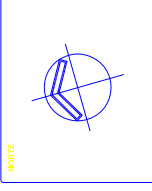
PROYECTA: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**

COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: **UNAM**



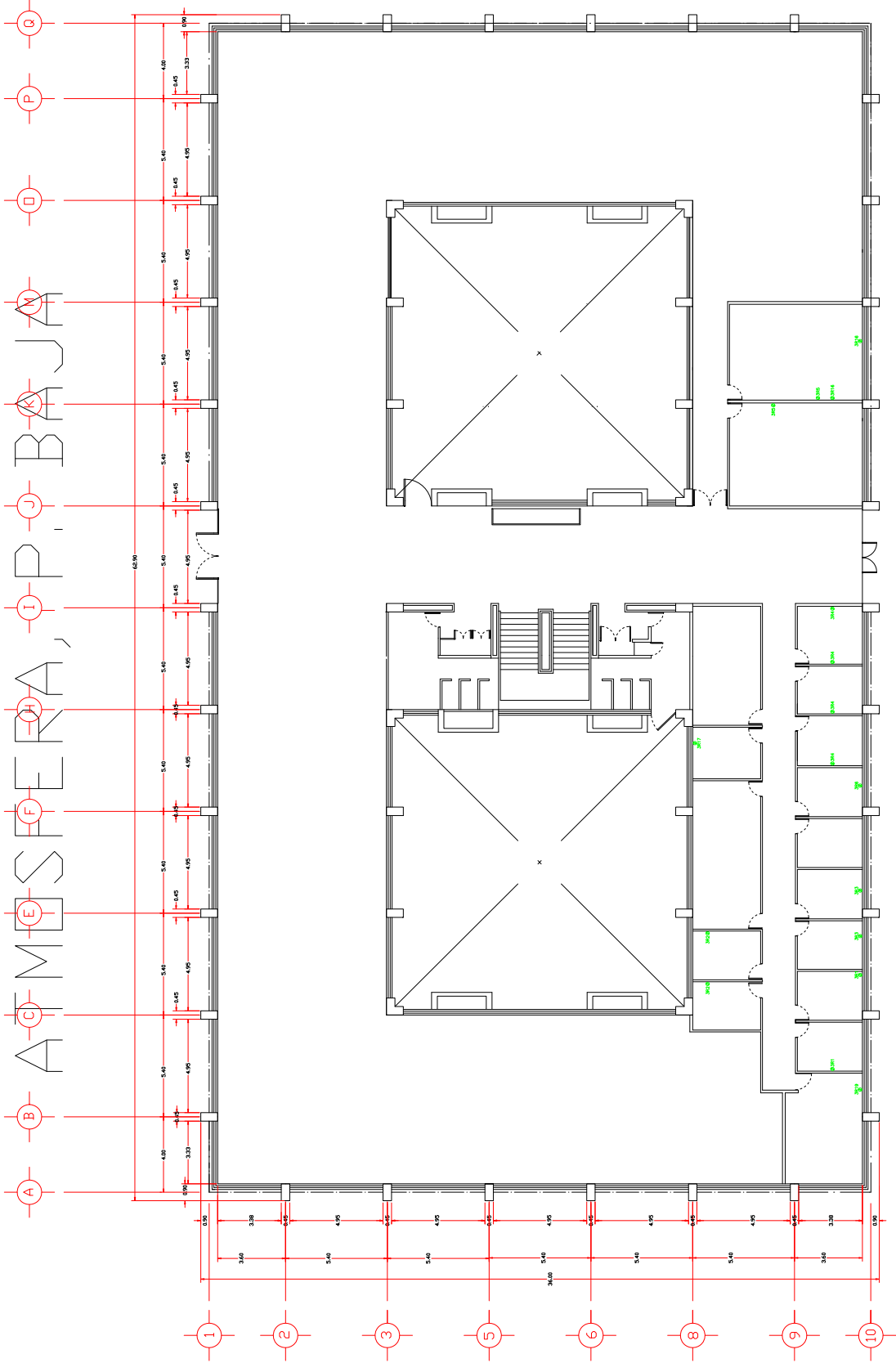
FUERZA

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

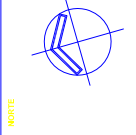
EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, P. BAJA

SIMBOLOGIA

- Contacto está protegido en arbolado ubicado a 0.30 m. de piso terminado, 400 W, 127 V, 60 Hz.
- 7C18 Indica tablero de control está conectado (Tablero "7C2" y cálculo de dimensión) (Código: 18).
- ☑ Tablero eléctrico de iluminación y contactos, 200/227 V, 60 Hz. (Ver especificaciones en las tablas de carga)



FUERZA



NO. LIC. CONTRA FALSIFICACION

NO. CEE. FORTALECIMIENTO TECNICO

PROYECTO	EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA
CLIENTE	UNAM
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GARCIA
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
APROBADO	ING. JUAN CARLOS GARCIA
FECHA	15/05/2018
ESCALA	1:100
PROYECTO	EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA
CLIENTE	UNAM
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GARCIA
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
APROBADO	ING. JUAN CARLOS GARCIA
FECHA	15/05/2018
ESCALA	1:100

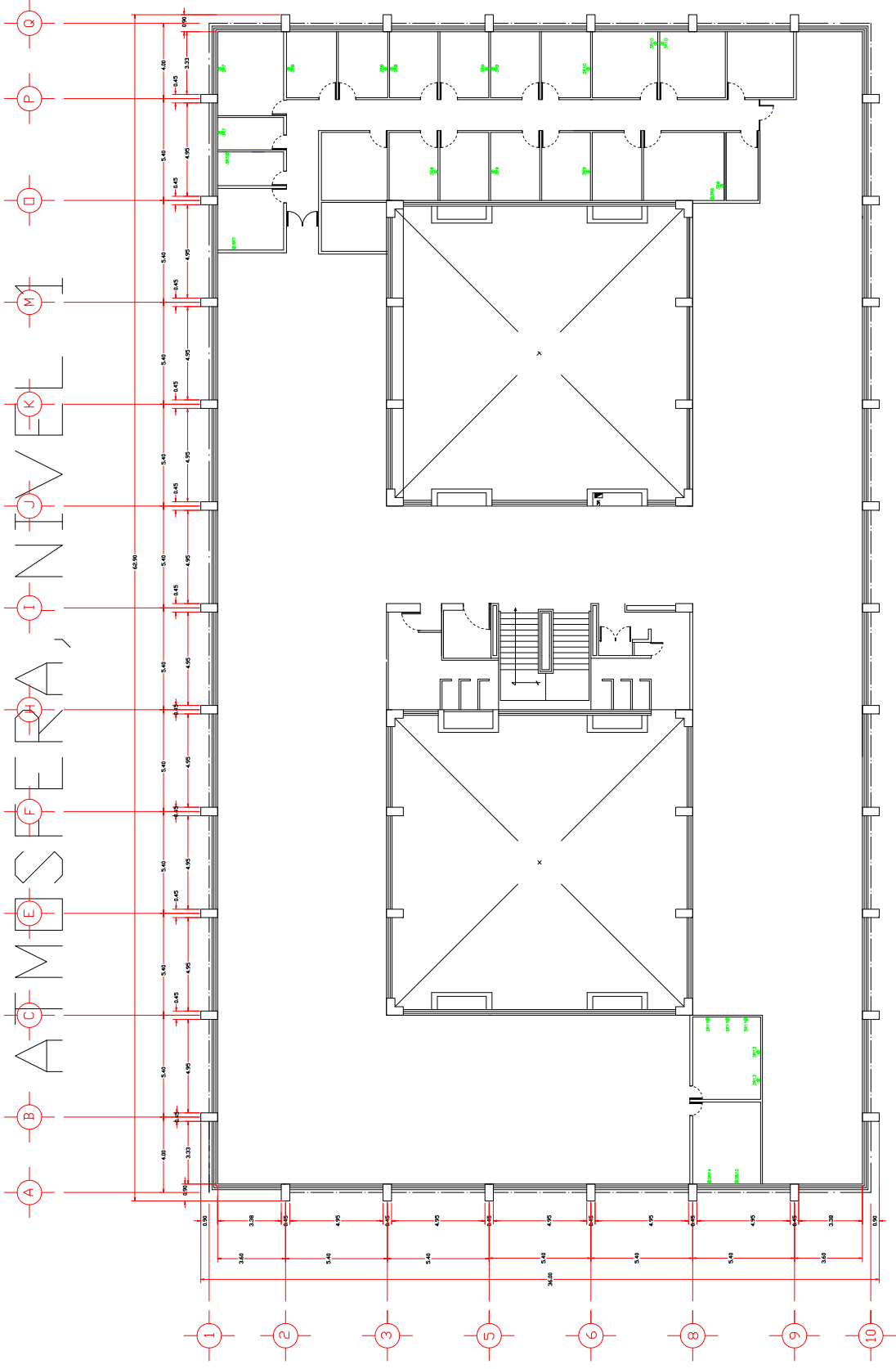
ING. JUAN CARLOS GARCIA
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
UNAM - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ELECTRICIDAD

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

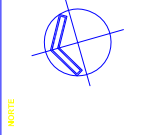
EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA, NIVEL

SIMBOLOGIA

- Contacto de este tipo en un plano ubicado a 0.30 m. de piso terminado, 60 W, 127 V, 60 Hz.
- 7C18 Indica número de cada uno de los conductos (Cables "7C" y cálculo de dimensión) (Código 18).
- ☑ Señala ubicación de luminarias y contactos, 230/127 V, 60 Hz. (Ver especificaciones en las tablas de carga)



FUERZA



INSTRUMENTOS

DE DISEÑO: **INSTRUMENTOS DE DISEÑO**

DE CALIFICACIÓN: **DE CALIFICACIÓN**

REVISIÓN

NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO
1				

PROYECTO

DE: **PROYECTO DE DISEÑO**

PARA: **PROYECTO DE DISEÑO**

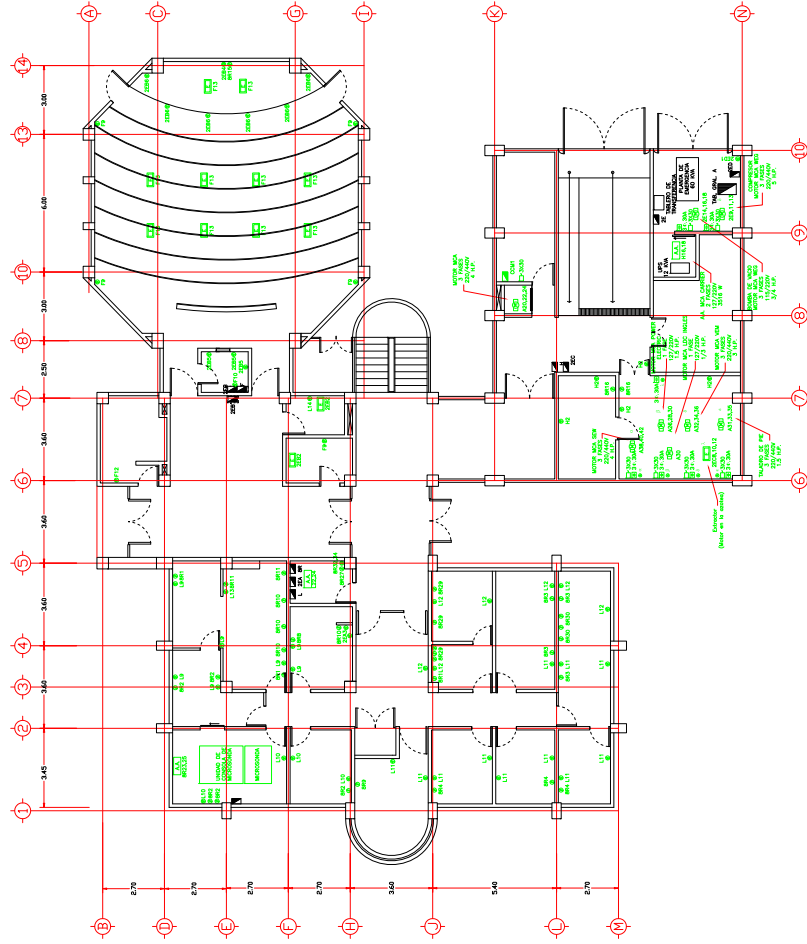
PROYECTISTA

DE: **PROYECTISTA**

PARA: **PROYECTISTA**

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO ANEXO, P. BAJA



SIMBOLOGIA

Misra con características indicadas.

Ⓞ Conductor cable aislado en aluminio alado o 0.50 m. de paso terminado, 200 W, 127 V, 60 Hz.

Ⓢ Contactor bifase de 500 W o trifase de 1000 W, en aluminio alado o 0.50 m. de paso terminado, 220 V, 60 Hz.

Ⓣ Contactor doble aislado en aluminio alado o 0.50 m. de paso terminado, 400 W, 127 V, 60 Hz.

ⓁⓁⓁ Saldas para extractor de aire ubicado en techo o campana.

ⓁⓁⓁ Unidad separadora de agua condensada, 220 V, 60 Hz. Puentes indicados en la unidad correspondiente.

ⓁⓁⓁ A.A.

ⓁⓁⓁ Acelerador

ⓁⓁⓁ Interruptor de unidades con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.

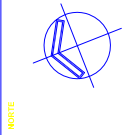
ⓁⓁⓁ Contactor con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.

ⓁⓁⓁ Centro de control de motores, 3 fases, 220 volt, 60 Hz.

ⓁⓁⓁ Indicador luminoso al cual está conectado (bomba "B") y circuito de alimentación (línea 10).

70C18

ⓁⓁⓁ Línea telefónica, horizontal, frecuencia, 220/127 V, 60 Hz. Una característica en los cuadros de carga.



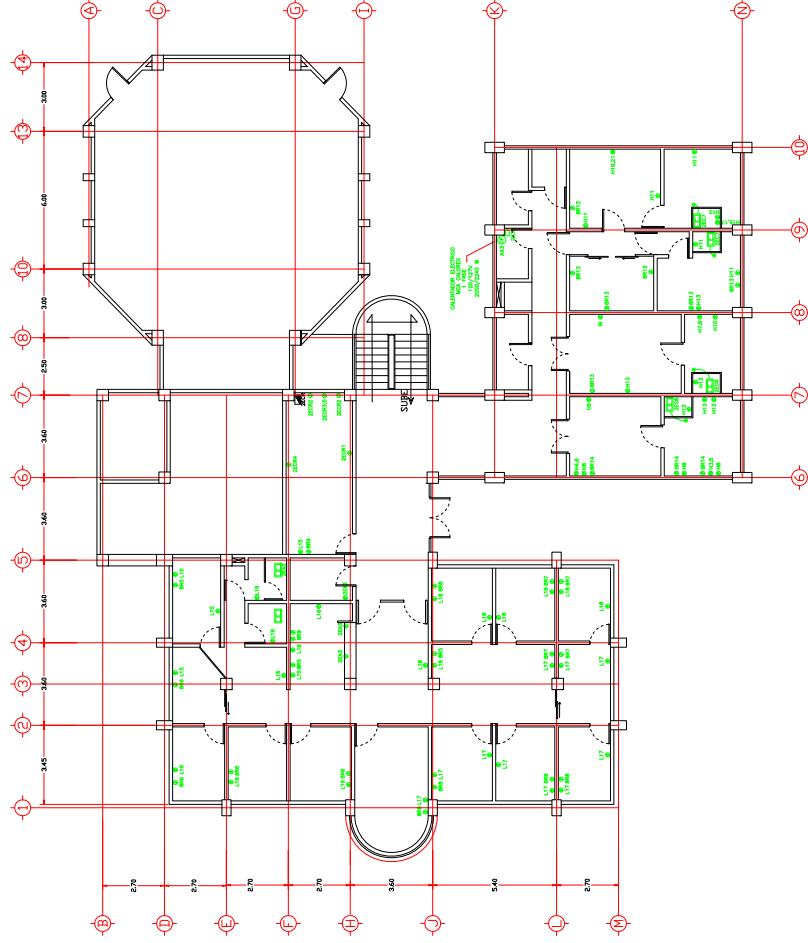
NORTE

DR. JOSÉ MARCO ANTONIO GARCÍA Profesor de prácticas de Ingeniería		ING. ELISA CORTINA VILLALBA Profesora de prácticas de Ingeniería	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD			
TÍTULO: PLANOS ELECTRICOS ASIGNATURA: SISTEMAS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN GRUPO: 101-1		FECHA: 10/07/2018 PROFESOR: DR. JOSÉ MARCO ANTONIO GARCÍA ASISTENTE: ING. ELISA CORTINA VILLALBA	
INSTITUCIÓN: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA DEPARTAMENTO: INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD		PROFESOR: DR. JOSÉ MARCO ANTONIO GARCÍA ASISTENTE: ING. ELISA CORTINA VILLALBA	

FUERZA

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO ANEXO, NIVEL 1



SIMBOLOGIA

Misra con características indicadas.

Conductor cable aislado en chulo cableado o 0.50 m. de paso terminado, 200 W, 127 V, 60 Hz.

Contacto bifilar de 200 W o trifilar de 1000 W, en chulo cableado o 0.50 m. de paso terminado, 220 V, 60 Hz.

Contacto doble aislado en chulo cableado o 0.50 m. de paso terminado, 400 W, 127 V, 60 Hz.

Salida para extractor de aire ubicado en techo o campana.

Unidad separadora de fase acondicionada, 220 V, 60 Hz. Puntos indicados en la unidad correspondiente.

Activador para extractor

Interruptor de unidades con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.

Contacto con características indicadas en el plano, 220 V, 60 Hz.

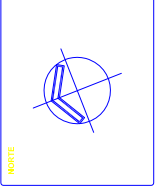
Centro de control de motores, 3 fases, 220 volts, 60 Hz.

Convertidor eléctrico, 2200 W, 127 V, 60 Hz.

Indica valores al cual está conectada (tablero T07) y detalle de alimentación (circuito 18).

Tubo eléctrico de iluminación y contactos, 250/127 V, 60 Hz. (Ver consideraciones en las columnas de carga)

7C18

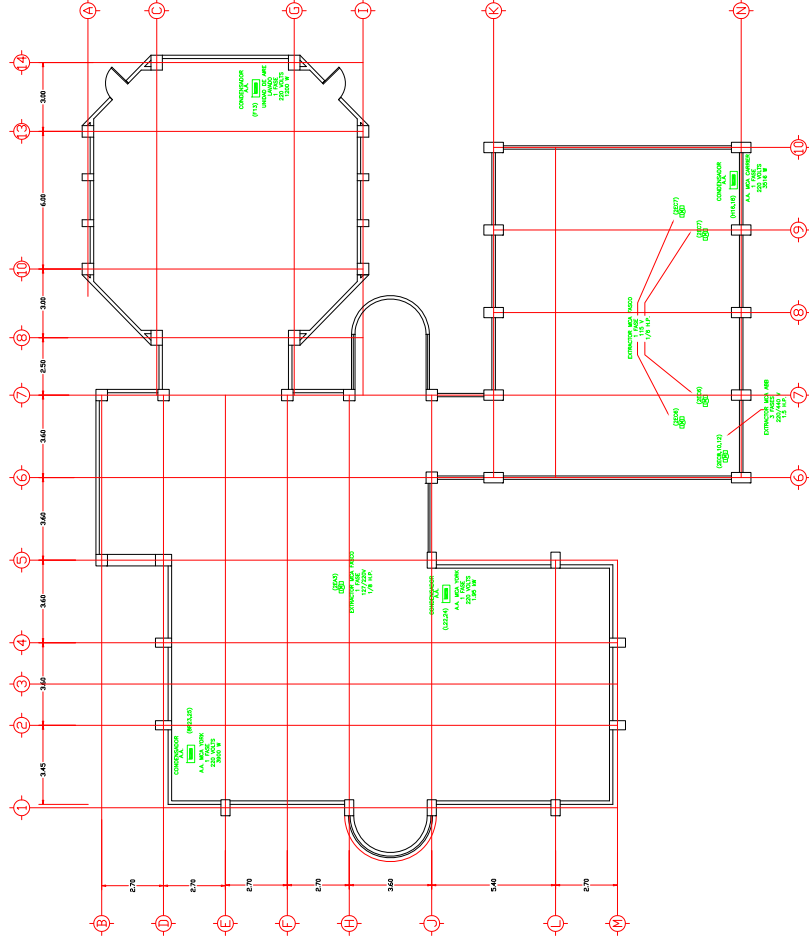


DR. JOSÉ MANUEL VILLAS Profesor de prácticas de Matemáticas		DR. LUIS CARLOS VILLAS Profesor de prácticas de Matemáticas	
UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
INSTITUTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS			
CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS		CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS	
SEMESTRE: 10.º		SEMESTRE: 10.º	
GRUPO: 10.01		GRUPO: 10.01	
ASIGNATURA: SISTEMAS ELÉCTRICOS		ASIGNATURA: SISTEMAS ELÉCTRICOS	
TÍTULO: PROYECTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS		TÍTULO: PROYECTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS	
FECHA: 10/01/2018		FECHA: 10/01/2018	
ALUMNO:		ALUMNO:	
PROFESOR:		PROFESOR:	
CALIFICACIÓN:		CALIFICACIÓN:	
OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:	

FUERZA

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO ANEXO, AZOTEA



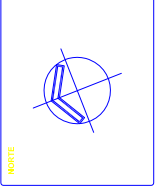
025 Motor con características indicadas.

026 Conexión de cableado de una instalación, 220 V, 60 Hz.

7C18

Ver especificaciones de los materiales en los planos de detalle.

Ver especificaciones de los materiales en los planos de detalle.

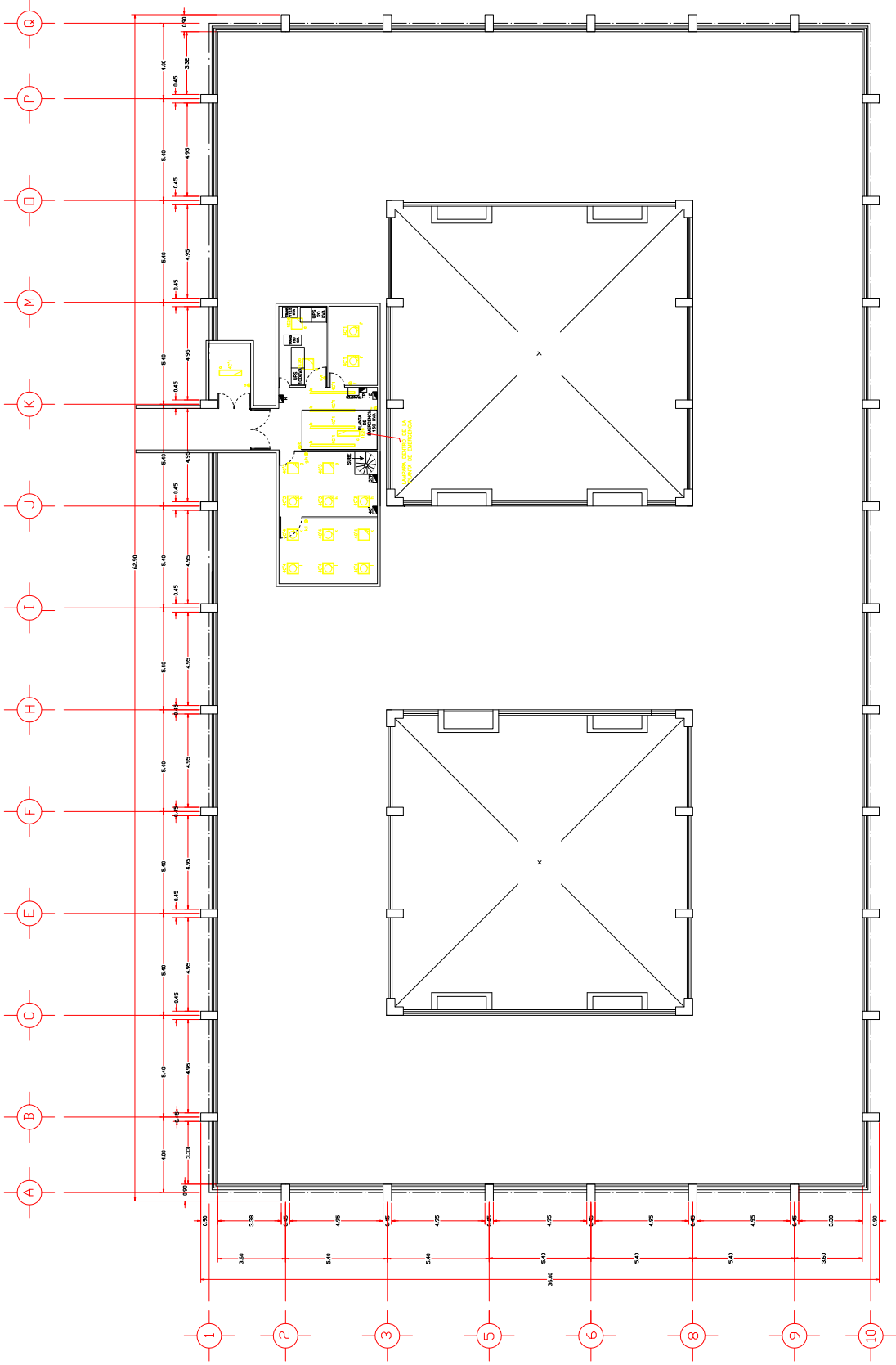


FUERZA

DR. JOSÉ MANUEL VILLAS ALBA Profesor de Estudios de Ingeniería		DR. LUIS CARLOS MARTÍN Profesor de Estudios de Ingeniería	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS			
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS		ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS	

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO PRINCIPAL, SOTANO



SIMBOLOGIA

- Luminaria tipo ahorradora, 2,3x0,10 m, con una lámpara fluorescente T8 de 79W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo ahorradora, 1,2x0,30 m, con dos lámparas fluorescentes T8 de 40W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo ahorradora, 0,6x0,60 m, con dos lámparas fluorescentes compactas T8 de 20W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo ahorradora, 0,6x0,60 m, con dos lámparas fluorescentes compactas T8 de 40W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo ahorradora, 0,6x0,60 m, con dos lámparas fluorescentes compactas T8 de 40W, 127V, 60 Hz.
- Apagador manual en estalpa estándar a 1,2 m. de piso terminado.
- 7C18: Bells bellones al cual está conectado (tablero 7C7) y circuito de alimentación (circuito 10).
- d: Inicio control de sistema-apagador.
- Tablero eléctrico de distribución y control, 600/120 V, 60 Hz. (Ver especificaciones en las cuerdas de trabajo).

INSTRUMENTACIÓN

INSTRUMENTACIÓN DE LA OBRA

INSTRUMENTACIÓN DE LA OBRA

ANEXOS

ANEXOS DE LA OBRA

ANEXOS DE LA OBRA

REVISIÓN

REVISIÓN DE LA OBRA

REVISIÓN DE LA OBRA

PROYECTO

PROYECTO DE LA OBRA

PROYECTO DE LA OBRA

PROYECTO

PROYECTO DE LA OBRA

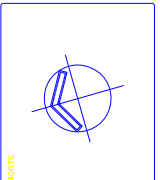
PROYECTO DE LA OBRA

PROYECTO

PROYECTO DE LA OBRA

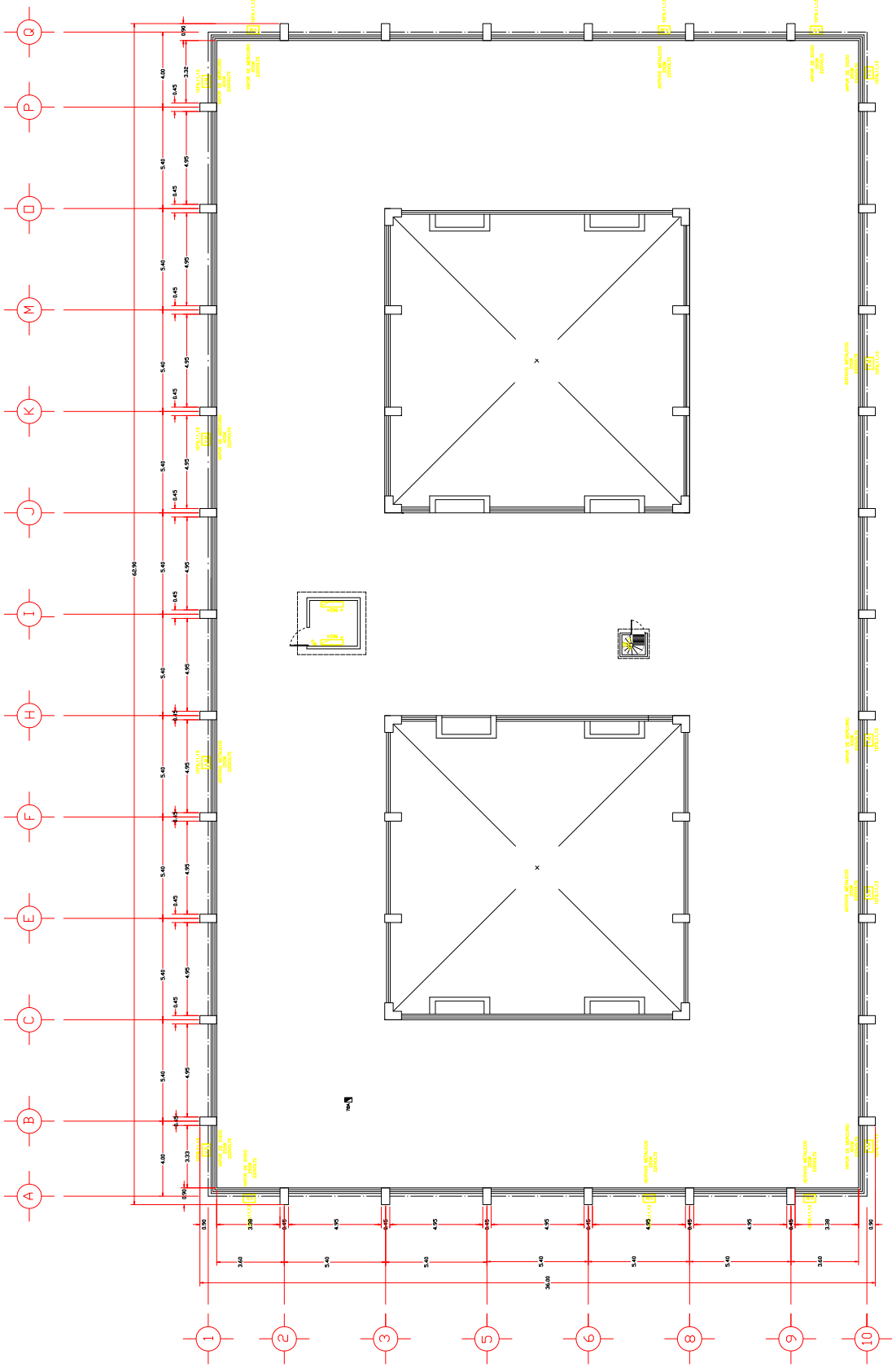
PROYECTO DE LA OBRA

ILUMINACIÓN



ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO PRINCIPAL, AZOTEA



SIMBOLOGIA

- Luminaria para exterior con lampara de vapor de sodio, 200 W, 230V, 60 Hz.
- Luminaria para exterior con lampara de vapor de mercurio, 400 W, 230V, 60 Hz.
- Luminaria para exterior con lampara de sodio metalica, 200 W, 230V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrada, 1,2x0,30 m, con dos lamparas fluorescentes 12 W, 127 V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrada con una lampara compacta fluorescente de 23 W, 127 V, 60 Hz.
- Interruptor simple en tablero de control o 1,2 m. de piso terminado.
- Interruptor de control de luz (obtuvo "TC") y circuito de dimencionamiento (obtuvo "ID").
- Interruptor de control de luminaria=apoyador.
- (Ver consideraciones en las cuotas de obra).

INFORMACION GENERAL

PROYECTO: **EDIFICIO PRINCIPAL DE PLANOS ELECTRICOS**

CLIENTE: **UNAM**

PROYECTISTA: **DR. OSCAR CONTRA GARCIA**

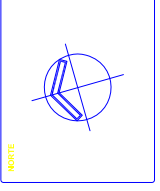
FECHA: 15/05/2018

ESCALA: 1:50

PROYECTISTA: DR. OSCAR CONTRA GARCIA

REVISOR: DR. OSCAR CONTRA GARCIA

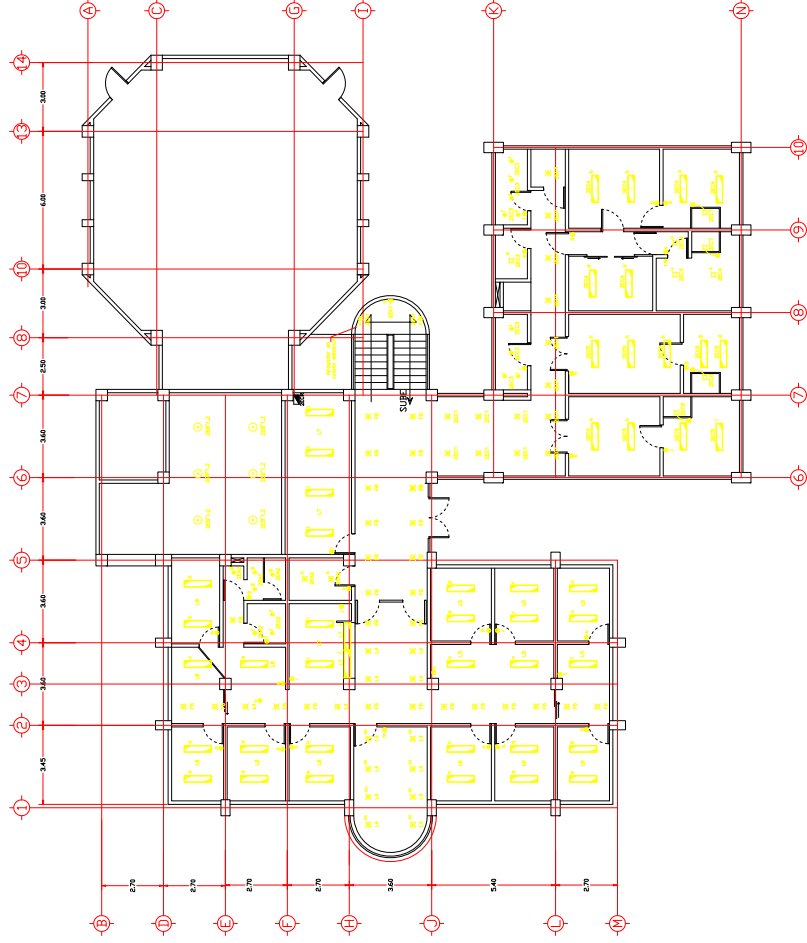
APROBADO: DR. OSCAR CONTRA GARCIA



ILUMINACION

ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO ANEXO, NIVEL 1

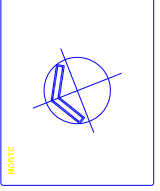


SIMBOLOGIA

- Luminaria tipo empotrado, 2x2x32 cm, con dos lámparas fluorescentes 18 W, 32W, con difusor de vidrio, 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, 15x3x30 cm, con dos lámparas fluorescentes 18 W, 32W, con reflector tipo bower, 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, 0,6x0,60 m, con dos lámparas fluorescentes 18 W, 32W, con reflector tipo bower, 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, 0,6x0,20 m, con tres lámparas fluorescentes circulares tipo hospita, 150 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, 0,6x0,30 m, con dos lámparas fluorescentes 18 W, 20W, 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, con lámpara reflector incandescente de 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria tipo empotrado, con dos lámparas compactas fluorescentes de 7W, 127 V, 60 Hz.
- Luminaria de pared, con lámpara compacta fluorescente incandescente de 11 W, 127 V, 60 Hz.
- Luminaria incandescente empotrada de 60 W, 127V, 60 Hz.
- Luminaria para pasillo, 12 W, 127 V, 60 Hz.
- Control de intensidad luminosa dimmer, para lámparas incandescentes, 127V, 60 Hz.
- Aceptor empuje en salidas elevadas a 1,2 m. de piso terminado.
- Luminaria tipo empotrado, con lámpara de sodio metálico, 200 W, 200 V, 60 Hz.
- Indicador control de luminaria-empuñador.
- Indicador control de dimmer en lámparas incandescentes.

7018

Indice valores de cual está contenido (Tabla 7017) y método de dimensión (Tabla 10).
 Tablero eléctrico de iluminación y potencia, 200/127 V, 60 Hz.
 (Ver características en los cuadros de carga)



ILUMINACION

DR. JOSÉ MARCO VILLAS ALBA
Ingeniero en Electricidad

ING. ELIZABETH GONZALEZ
Ingeniera en Electricidad

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

PROYECTO: PLAN DE ILUMINACION PARA EL ANEXO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

FECHA: 18/07/2011

PROYECTISTA: JOSÉ MARCO VILLAS ALBA

REVISOR: ELIZABETH GONZALEZ

PROYECTO: PLAN DE ILUMINACION PARA EL ANEXO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

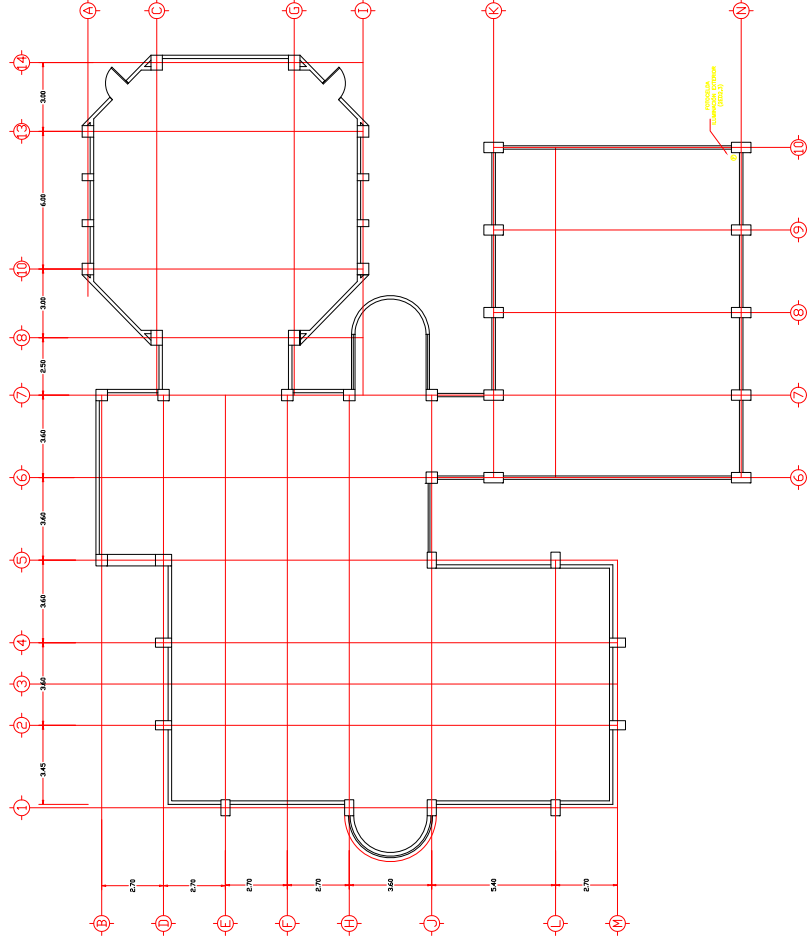
FECHA: 18/07/2011

PROYECTISTA: JOSÉ MARCO VILLAS ALBA

REVISOR: ELIZABETH GONZALEZ

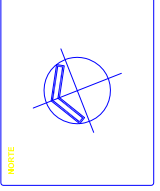
ANEXO C - PLANOS ELECTRICOS

EDIFICIO ANEXO, AZOTEA



SIMBOLOGIA

- Ⓢ Símbolo para iluminación exterior, 220 V, 60 Hz.
- 7018 Símbolo para el control remoto (modelo 7017) y símbolo de iluminación (símbolo 8).
- ✓ Símbolo estándar de iluminación y conexión, 220/127 V, 60 Hz. (Ver especificaciones en los cuadros de carga).



DR. JOSÉ MANUEL GARCÍA GARCÍA Profesor de Estudios de Posgrado		DR. LUIS CARLOS MARTÍN Profesor de Estudios de Posgrado	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA			
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	

ILUMINACIÓN

ANEXO E – OFICIO DE DGOC



DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS Y CONSERVACIÓN
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA



OFICIO No. DGOC/DI/ 165 /2006.

Asunto: Solicitud de elaboración de
diagrama unifilar.

ING. LUCILA CORTINA URRUTIA
SECRETARIA TÉCNICA DEL INSTITUTO DE
GEOFÍSICA
PRESENTE

Con referencia a su oficio No. ST/57/2006, donde solicita la elaboración del diagrama unificar del Instituto de Geofísica, le informo que he solicitado al personal de Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería apoyo para que realice el diagrama unifilar y levantamiento de instalaciones eléctricas del Instituto.

Envío a usted diagrama unifilar de la subestación eléctrica con capacidad de 500KVA y gráficas del monitoreo realizado al sistema de transferencia de la planta de emergencia No. 2 con capacidad de 120kW, (350 Amps/fase) al 80%, donde observamos que la demanda máxima registrada es de 108 kW, (314 Amps/fase), con una variación de voltaje de 125+4%, dentro del rango normal, por lo que la carga disponible es del 10%.

Hago la observación de la falta de ventilación en el espacio ocupado por la planta de emergencia mencionada, por lo que recomendamos realizar un proyecto de re-ubicación de este equipo, ya que actualmente también obstruye el acceso al cuarto de máquinas de los UP'S, y motobombas.

Sin otro particular, reciba usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 6 de abril de 2006.
EL DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

ING. IGNACIO O. GONZÁLEZ CASTILLO



c.c.p. Ing. Ricardo Ramírez Ortiz.- Director General.
c.c.p. Arq. Rubén Camacho Flores.- Director de Proyectos de la DGOC.
IOGC/gmm.

ANEXO E - REPORTE DE MANTENIMIENTO

REALIZADO POR LA EMPRESA:

Epsilon Ingeniería y Conectividad

**REPORTE DE SERVICIO
PLANTA ELECTRICA**

Folio: 3033
 P.I. _____ Hora: _____
07 / 02 / 07
 Día Mes Año

TIPO DE SERVICIO: GARANTÍA PREVENTIVO CORRECTIVO ARRANQUE POR EVENTO PRUEBAS
 TIPO DE MAQUINA: MANUAL AUTOMÁTICA

CLIENTE Geofisica Unam UBICACIÓN Cuarto de planta
 DIRECCION Ciudad Universitaria Instituto de Geofisica
 RESPONSABLE Arg Edgar Lopez
 MARCA Altomotores MODELO Cummins SERIE 10254 KW 150 VOLTS 220
6CTA8.3 G2

CONDICIONES ACTUALES

NIVELES: AGUA EN RADIADOR <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M COMBUSTIBLE <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M ACEITE <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M ELECTROLITO EN BATERIAS <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> M LIMPIEZA: FILTROS DE AIRE <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO BATERIAS <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO TABLERO <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO MOTOR <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO GENERADOR <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VOLT. CARGADOR BAT <u>13.56 vcd</u> VOLT. ALTERNADOR <u>12.88 vcd</u> DENSIDAD BATERIA(S) _____	FUGAS: AGUA DE RADIADOR <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ACEITE <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ELECTROLITO EN BATERIAS <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ESCAPE <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO PRUEBAS: BAJA PRESIÓN DE AIRE <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ALTA TEMPERATURA <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ARRANQUE <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO TRANSFERENCIA <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO RETRANSFERENCIA <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO PARO EMERGENCIA <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SOBRECARGA <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO FALLA GENERACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO PARO AUTOMÁTICO <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	CONDICIONES: BANDAS <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M MANGUERAS <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M FILTRO DE AIRE <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M FILTRO DE ACEITE <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M PRECALENTADOR(ES) <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M LECTURAS EN VACIO: V _{AB} <u>219</u> V _{BC} <u>218</u> V _{CA} <u>219</u> FRECUENCIA <u>60.5</u> Hz PRESION DE ACEITE <u>65 psi</u> TEMPER. DE AGUA <u>80</u> °C LECTURAS DE CARGA: V _{AB} <u>Z</u> V _{BC} <u>Z</u> V _{CA} <u>Z</u> I _A <u>Z</u> I _B <u>Z</u> I _C <u>Z</u> FRECUENCIA _____ Hz PRESION DE ACEITE _____ TEMPER. DE AGUA _____ °C HRS. TRABAJADAS INICIALES <u>140.33</u> HRS. TRABAJADAS FINALES <u>140.60</u>
---	--	--

O B S E R V A C I O N E S	Se realiza mantenimiento preventivo, pruebas en vacío y de protección al motor, durante estas pruebas el equipo opera de forma correcta. Se revisan niveles y parámetros de operación estando correctos.
	ACCESO AL EQUIPO <u>09:30</u> Hrs. CONCLUIDO _____ Hrs.

RECOMENDACIONES El equipo queda en automatico

REALIZÓ
Santiago Delgado
Carlos Antonio Mtz
 Nombre y Firma

Nombre y Firma
 ACEPTACIÓN DEL CARGO, EN CASO DE NO
 CONTAR CON CONTRATO

RECIBÍO
 Responsable

 Nombre y Firma

ANEXO E - REPORTE DE MANTENIMIENTO

REALIZADO POR LA EMPRESA:

Epsilon Ingeniería y Conectividad

**REPORTE DE SERVICIO
PLANTA ELECTRICA**

Folio: 3034
 Pl. _____ Hora: _____
 07 / 02 / 07
 Día Mes Año

TIPO DE SERVICIO: GARANTÍA PREVENTIVO CORRECTIVO ARRANQUE POR EVENTO PRUEBAS
 TIPO DE MAQUINA: MANUAL AUTOMÁTICA

CLIENTE Geofisica Unam UBICACIÓN Cuarto Electrico
 DIRECCION Ciudad Universitaria, Instituto Geofisica
 RESPONSABLE Arg Edgar Lopez
 MARCA IGSA MODELO Cummins SERIE 4B7 3.9 KW 60 VOLTS 220
4B7 3.9 **CONDICIONES ACTUALES**

NIVELES:	B	M	FUGAS:	SI	NO	CONDICIONES:	B	R	M
AGUA EN RADIADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AGUA DE RADIADOR	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BANDAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COMBUSTIBLE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MANGUERAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACEITE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ACEITE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELECTROLITO EN BATERIAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ELECTROLITO EN BATERIAS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRO DE ACEITE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			ESCAPE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PRECALENTADOR(ES)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LIMPIEZA:	SI	NO	PRUEBAS:	SI	NO	LECTURAS EN VACIO:
FILTROS DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BAJA PRESIÓN DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VAB <u>220</u> VBC <u>220</u> VCA <u>220</u>
BATERIAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ALTA TEMPERATURA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA <u>61.0</u> Hz
TABLERO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ARRANQUE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRESION DE ACEITE <u>75 PSI</u>
MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TRANSFERENCIA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPER. DE AGUA <u>80</u> °C
GENERADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RETRANSFERENCIA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LECTURAS DE CARGA:
VOLT. CARGADOR BAT <u>13.98</u>			PARO EMERGENCIA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VAB <u>2</u> VBC <u>2</u> VCA <u>2</u>
VOLT. ALTERNADOR <u>14.12</u>			SOBRECARGA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ia <u>2</u> Ib <u>2</u> Ic <u>2</u>
DENSIDAD BATERIA(S) _____			FALLA GENERACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA _____ Hz
			PARO AUTOMÁTICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRESION DE ACEITE _____
						TEMPER. DE AGUA _____ °C
						HRS. TRABAJADAS INICIALES <u>263.39</u>
						HRS. TRABAJADAS FINALES <u>263.94</u>

OBSERVACIONES	Se realiza mantenimiento preventivo, pruebas en vacio y de proteccion al motor y durante estas pruebas el equipo opera de forma correcta y se revisan niveles y parametros de operacion encontrandose <u>O.k</u>
	ACCESO AL EQUIPO <u>10:31</u> Hrs. CONCLUIDO _____ Hrs.

RECOMENDACIONES El equipo queda en auto

REALIZÓ
Santiago Delgado
Carlos Antonio Mtz
 Nombre y Firma

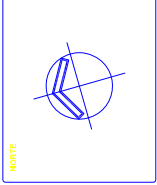
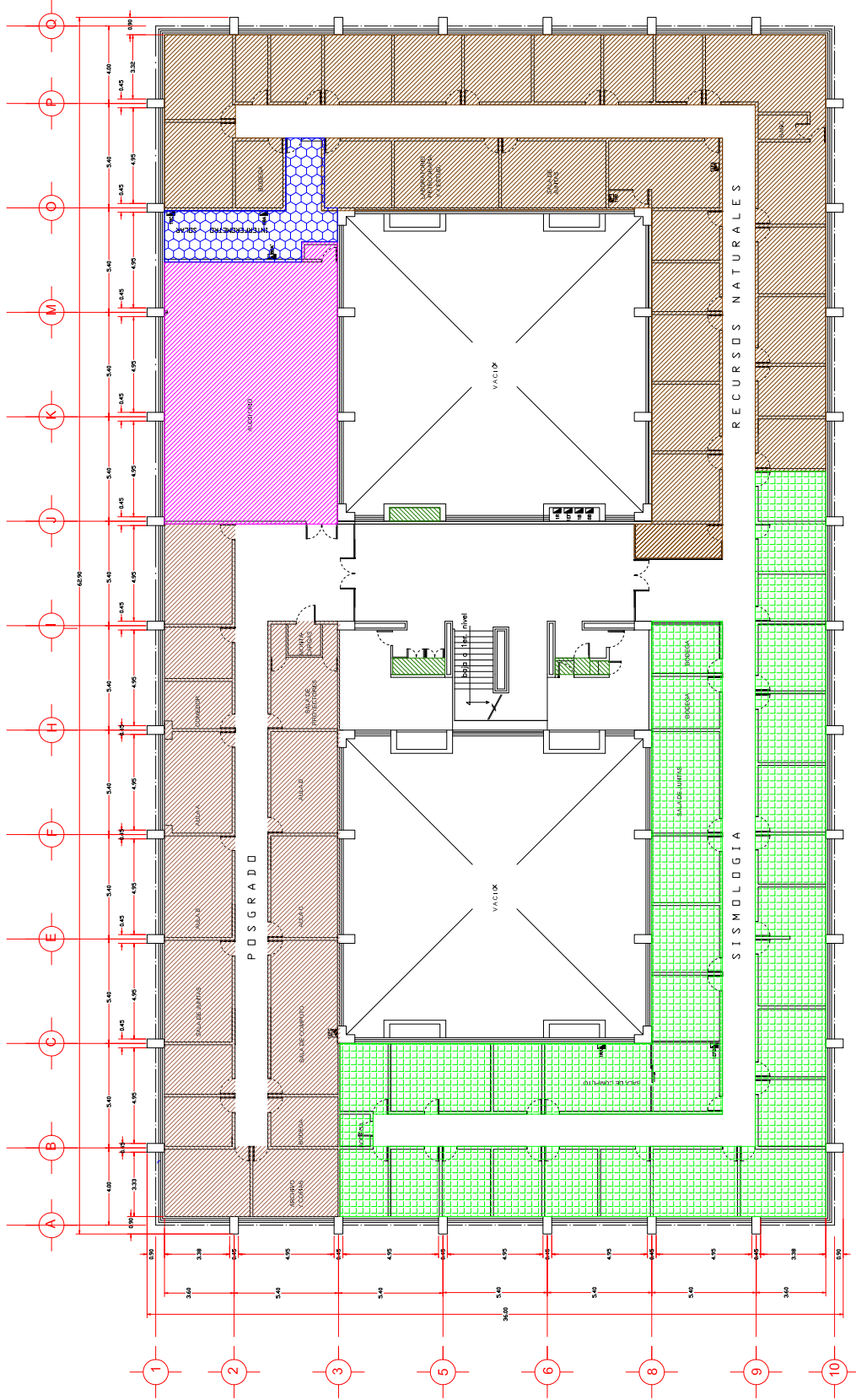
Nombre y Firma
 ACEPTACIÓN DEL CARGO, EN CASO DE NO
 CONTAR CON CONTRATO

RECIBÍO
 Responsable

 Nombre y Firma

ANEXO F - EDIFICIO PRINCIPAL DE GEOFISICA NIVEL 2

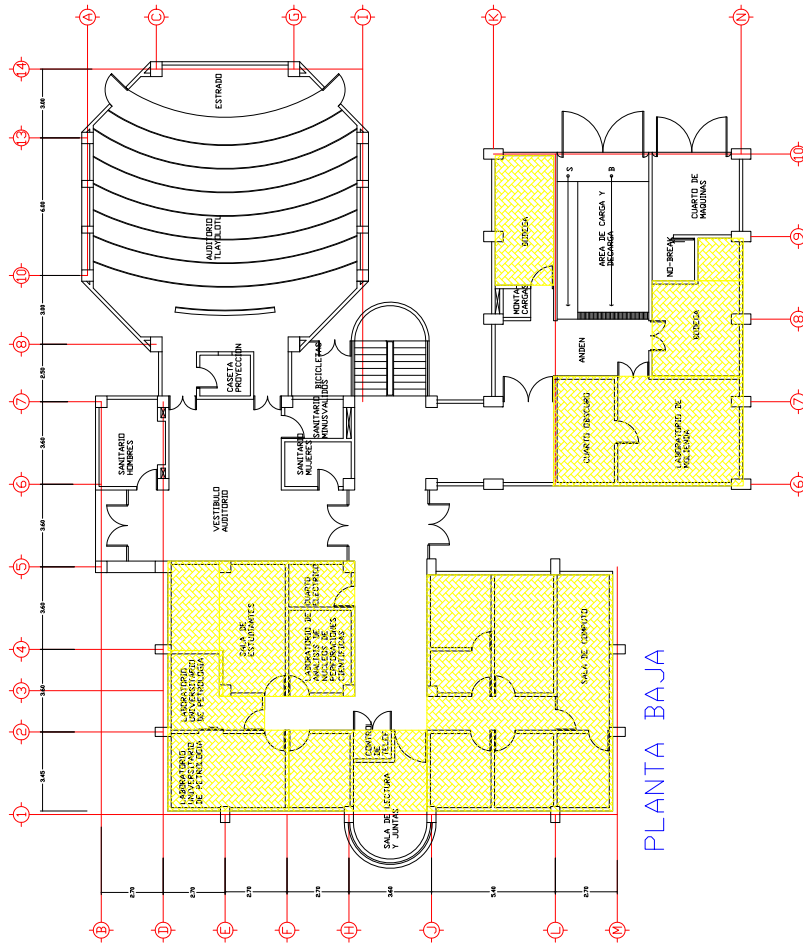
INV. SOLARES Y PLANETARIAS
 SECRETARIA ACADEMICA
 RECURSOS NATURALES
 POSGRADO
 SISMOLOGIA



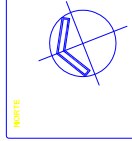
UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOTECNIA Y SISMOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN OCEANOGRAFÍA Y LIMNOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN PLANEACIÓN Y ECONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN PSICOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN SOCIOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN TELEMÁTICA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ZOOLOGÍA

ANEXO F - EDIFICIO ANEXO DE GEOFISICA PLANTA BAJA

PALEOMAGNETISMO Y GEOQUIMICA



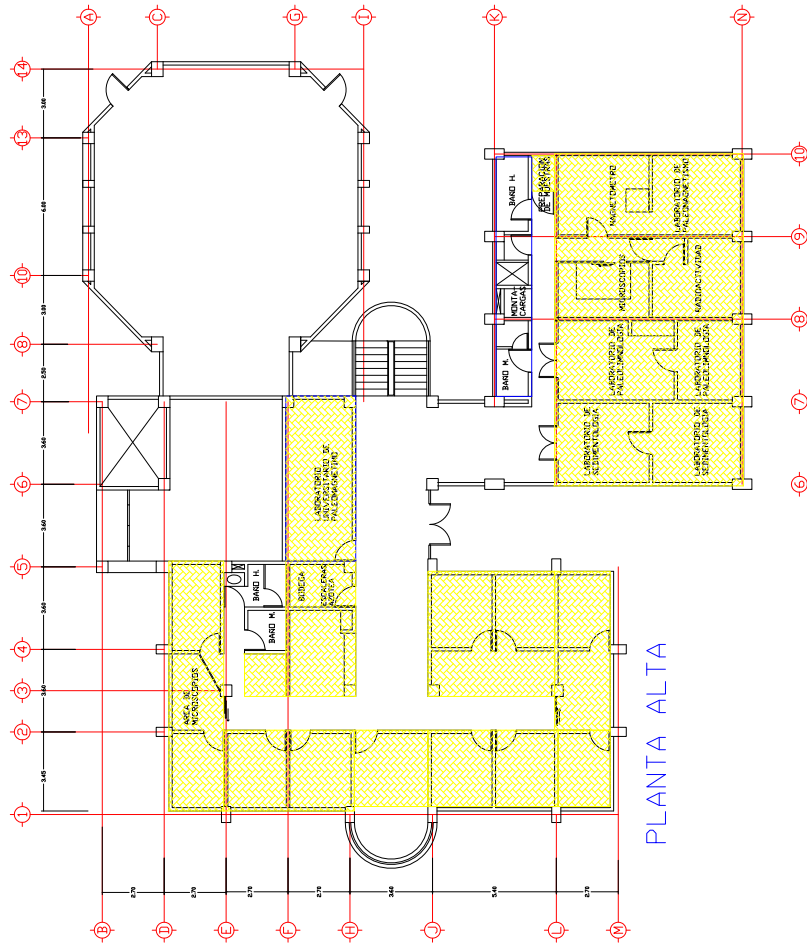
PLANTA BAJA



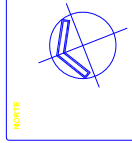
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</p>	
<p>INSTITUTO DE GEOFISICA</p>	<p>INSTITUTO DE GEOFISICA</p>
<p>LABORATORIO DE GEOFISICA</p>	<p>LABORATORIO DE GEOFISICA</p>
<p>LABORATORIO DE PALEOMAGNETISMO Y GEOQUIMICA</p>	<p>LABORATORIO DE PALEOMAGNETISMO Y GEOQUIMICA</p>
<p>LABORATORIO DE PETROLOGIA</p>	<p>LABORATORIO DE PETROLOGIA</p>
<p>LABORATORIO DE MINERALOGIA</p>	<p>LABORATORIO DE MINERALOGIA</p>
<p>LABORATORIO DE PALEONTOLOGIA</p>	<p>LABORATORIO DE PALEONTOLOGIA</p>
<p>LABORATORIO DE GEOLOGIA</p>	<p>LABORATORIO DE GEOLOGIA</p>
<p>LABORATORIO DE GEOFISICA</p>	<p>LABORATORIO DE GEOFISICA</p>

ANEXO F - EDIFICIO ANEXO DE GEOFISICA NIVEL 1

PALEOMAGNETISMO Y GEOQUIMICA



PLANTA ALTA

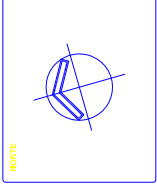
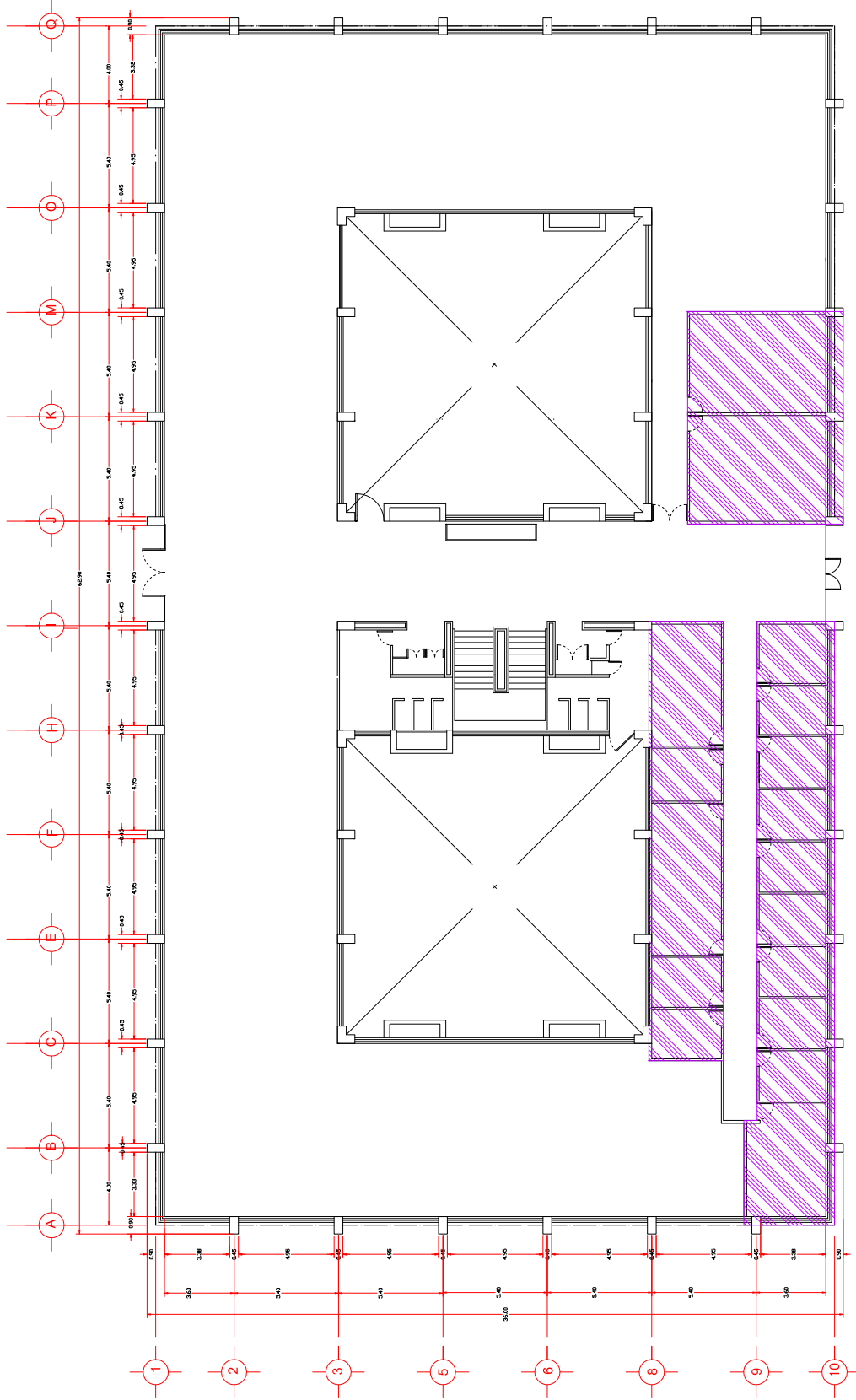


NORTE

<p>UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO</p>		<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>
<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>		<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>
<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>		<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>
<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>		<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>
<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>		<p>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA Y MATERIALES</p>

ANEXO F - EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA PLANTA BAJA

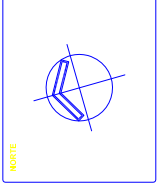
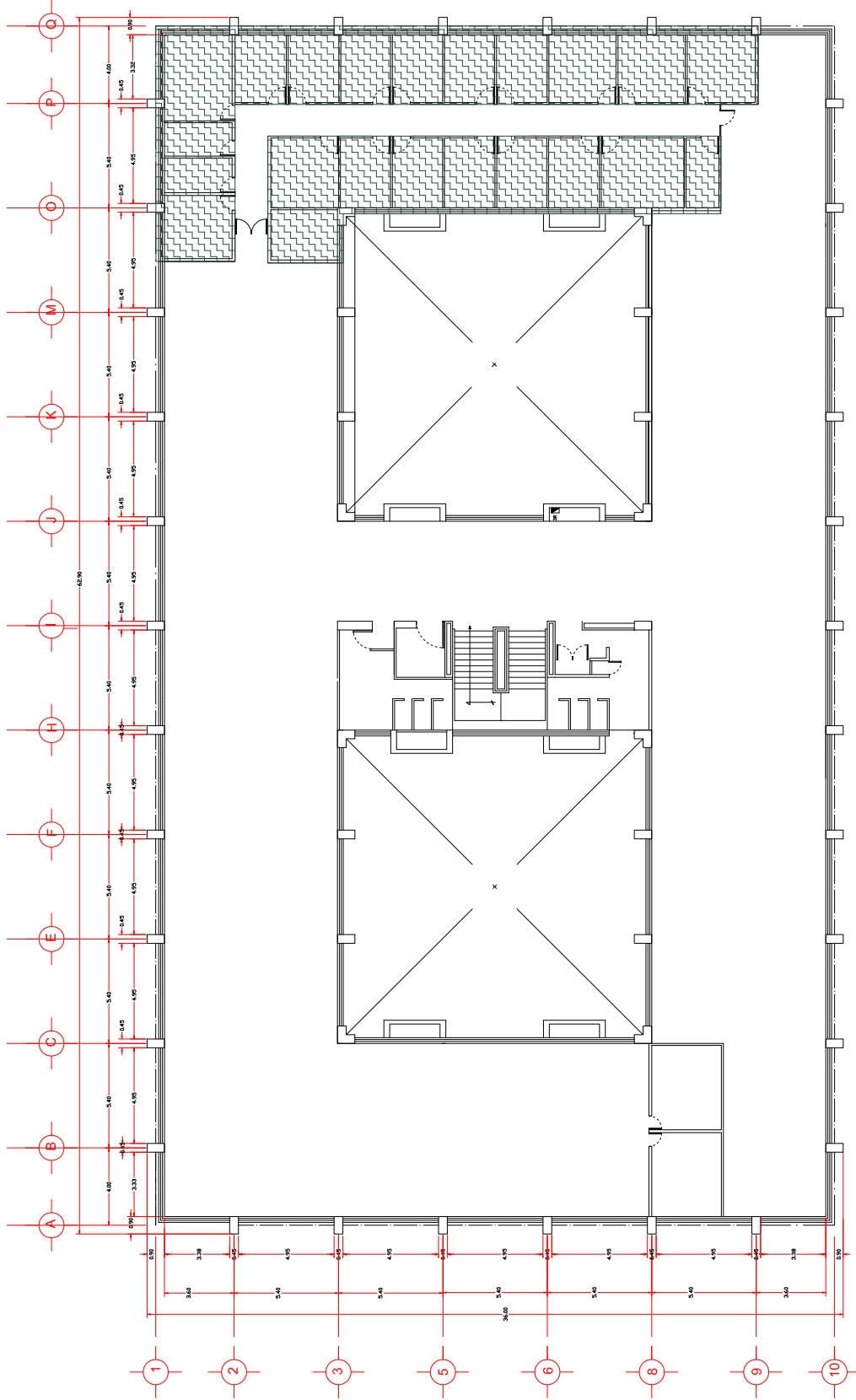
RADIACIÓN SOLAR



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y AMBIENTE	

ANEXO F - EDIFICIO CIENCIAS DE LA ATMOSFERA NIVEL 1

FISICA ESPACIAL



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.igeofcu.unam.mx/general/objetivos.html>
- Nomenclatura de la Dirección General de Obras y Conservación*
- <http://www.suva.com.mx/suva/productos/chillers/chillers.aspx>
- http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/electric/sistdeem.html
- http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/electric/inst.html
- Manual del curso de capacitación "Operación y Mantenimiento a Plantas Generadoras de Energía Eléctrica de Emergencia con control 2001", Ottomotores S.A. de C.V.*
- Oficio No. DGOC/DI/165/2006 de la Dirección General de Obras y Conservación.*
- Reporte de Servicio de Planta Eléctrica por Epsilon Ingeniería y Conectividad.*
- Diagrama unifilar de la Subestación eléctrica con capacidad de 500 KVA realizado por el programa Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería.*
- Monitoreo del sistema de transferencia de la planta de emergencia de 150 KW del 14 al 22 de marzo del 2006 realizado por el programa Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería.*
- Monitoreo de la subestación eléctrica con capacidad de 500 kVA del 21 al 24 de noviembre del 2006 realizado por el programa Proyectos de Ahorro de Energía de la Facultad de Ingeniería.*
- Normas Oficiales Universitarias de Diseño de Ingeniería Electromecánica (NOU-DEL).*
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas.*