



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA ELECTRICA

INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PUESTA EN MARCHA PARA ALIMENTADORES DE BAJA TENSION EN COMPLEJO EN EL HOTEL “MOON GRAND PALACE “, CANCUN, MEXICO

DESARROLLADO POR

“SANCHEZ VARGAS ANTONIO DE JESUS”
“12270664”



ASESOR EXTERNO

ING.GERARDO PUENTES VILLAGRANA

ASESOR INTERNO

M.C. GILBERTO HERNANDEZ CRUZ

Tuxtla Gutiérrez, Chis. A 06 de junio del 2017

Índice-

	Página.
Resumen y abreviaciones.....	1
1.- Introducción.....	3
1.1.- Componentes del Proyecto.....	3
1.2.- Subestación a suministro eléctrico.....	10
2.- Alimentadores.....	11
2.1.- Designación de alimentador en el proyecto.....	18
2.2.- Componentes de un circuito alimentado.....	22
2.3.- Cargas al Transformador.....	32
3.- Cálculos eléctricos.....	36
4.- Planos finales.....	44
5.- Conclusión.....	51
Bibliografía.....	52
Glosario.....	52
Nomenclatura.....	58

Puesta en marcha para alimentadores de baja tensión en complejo del hotel Moon Grand Palace, Cancún, México.

Antonio Sánchez Vargas

Resumen— En este artículo se presenta la puesta en marcha de alimentadores en baja tensión por medio de la empresa ICES los cuales son un servicio eléctrico industrial para proveer energía eléctrica a una ampliación del hotel Moon Grand Palace, ubicado en las playas de Cancún.

Primeramente veremos los conceptos y ubicaciones de donde se va instalar, por qué el tipo de cableado, tubería, charolas y algunos conceptos básicos de los alimentadores, después seguiremos con los planos y puesta de los alimentadores.

Las conexiones que se utilizan también son un punto importante el cual se verá desarrollado a lo largo del artículo, así como también la instalación de los alimentadores y estos a su vez lo que corresponde entorno a los circuitos derivados que se le instalan, la cantidad que tendremos.

Por ultimo tendremos las pruebas a los alimentadores y es ahí donde también generaremos una propuesta a futuro para seguir con la investigación de las puestas en marcha a los alimentadores en complejo hotelero con la visión de generar mejores servicios eléctricos en el campo empresarial.

Abreviaciones—

Art.	Artículo
AWG	American wire gauge (escala de calibres americanos para alambres y cables)
BT	Baja tensión
C.V.	Capital variable
Fd	Factor de demanda
Fp	Factor de potencia = 0.90
Fr	Factor de reserva
FT	Factor de temperatura
Fu	Factor de utilización en circuitos
ICES	Ingeniería y Construcción Eléctrica Sustentable
INT	Interruptor
KCMIL o MCM	Mils Circulars Mills (Un mil circular)
NMX	Normas mexicanas
NOM	Norma oficial mexicana
PVC	Poli cloruro de vinilo
S.A.	Sociedad anónima
SE	Subestación eléctrica
SEDE	Secretaría de energía
TAB	Tablero derivado

TF Tierra física
TG Tablero general
THW-N Thermoplastic high heat and moisture (Water) resistant-nylon (cable o alambre con aislamiento de PVC y cubierta de nylon, 600 V, 75°C en ambiente seco o húmedo)
TR Transformador
UC Unidad condensadora
UMA Unidad manejadora de aire
UPS Uninterruptible power supply (sistema de alimentación ininterrumpida)

I.- INTRODUCCIÓN

Veremos conceptos básicos de los componentes y sus ubicaciones dentro del proyecto eléctrico industrial, así como también, el principio de la teoría básica de los materiales a utilizar, observaremos a detalle las normas eléctricas regidas por el país, y las adecuaciones según la zona donde se está trabajando el proyecto, haremos algunas comparaciones en algunos materiales según sus características, y finalmente haremos unos cálculos eléctricos para definir por qué se utilizara en esta obra eléctrica, ya que es de una manera importante ir recordando algunos puntos para poder analizar a detalle el proyecto.

Primeramente empezaremos hablando un poco acerca de la cadena internacional hotelera Palace Resort, que esta tiene cadenas hoteleras en Jamaica y México, del cual se destaca por sus hoteles en la rívera maya, en cuatro puntos estratégicos como son Cancún, Cozumel, Isla Mujeres y Playa del Carmen, del cual en Cancún tiene 5 hoteles de 5 estrellas, trabajando en nuestro proyecto en uno de ellos el cual es Moon Grand Palace, en el cual se proveerá de energía eléctrica a través de la empresa de ingeniería y construcción eléctrica sustentable (ICES), esta empresa tiene servicios de alta, media y baja tensión, puesta en marcha, servicio de pruebas, consultas y asesoría, entre otros servicios todos en el campo de la ingeniería eléctrica con amplia trayectoria en temas eléctricos en todo el país.

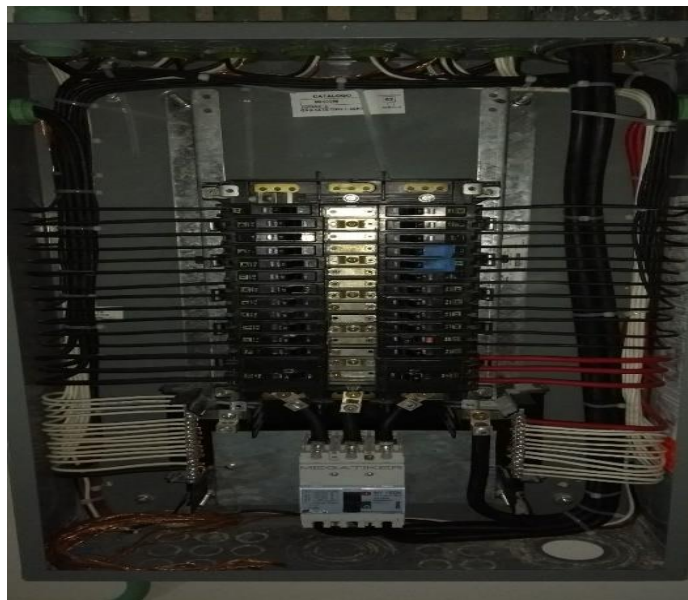


Imagen 1.- Alimentadores en el proyecto Moon Grand Palace.

Ahora conociendo el lugar donde se trabajara y la empresa a cargo de este proyecto veremos los componentes básicos del cual se compondrá este proyecto eléctrico, entendemos también que solo hablaremos de la parte donde trabajaremos, ya que esta dispone de algunos elementos eléctricos compartidos, ya que como se dijo anteriormente es una cadena de hoteles que comparten parte eléctrica en cada uno de ellos.

Como se sabe la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es una empresa productiva del estado mexicano encargada de controlar, generar, transmitir y comercializar energía

eléctrica en todo el país, en este caso CFE brinda el servicio a la Cadena Hotelera Moon Palace, a través de una Subestación Transformadora Elevadora privada que se encuentra a un costado de Moon Palace el cual abastece a cinco hoteles de la cadena Palace Resort mediante un anillo de conexiones y su propio generador, del cual este llega hasta subestaciones de las instalaciones del Moon Palace y Moon Grand Palace el cual cuenta con 6 subestaciones G, H, I, J, K y L; nosotros nos enfocaremos en el artículo en las subestaciones transformadoras reductoras J y K las cuales son para la parte donde se estará trabajando que es el edificio central del hotel. Estas a su vez llegan a los transformadores según el servicio que se requiera y los circuitos que irán conectados, en este caso nos enfocaremos en lo que es baja tensión pero también estaremos viendo media tensión y alta pero en temas pequeños ya que nos centraremos en el tema del proyecto al que estamos trabajando, así como también el hotel divide en edificio central, peruano, club de playa, área de cuartos para los huéspedes, albercas centrales, área de juego de niños, en el cual solo nos enfocaremos en el primer punto.

I.I.- COMPONENTES DEL PROYECTO

Veremos en este punto los componentes desde la subestación principal hasta los circuitos que contiene un tablero derivado, sin entrar a detalles en cálculos ya que eso se verá en otro punto por su amplia información, veremos las partes del hotel para poder identificar algunos aspectos todo esto con el fin de proveer el mejor servicio eléctrico posible.



Imagen 2.- Transformadores en el Hotel Moon Grand Palace.

A) AREAS DEL HOTEL.

Este hotel está catalogado con 5 estrellas por lo cual indica que sus áreas son sofisticadas y modernas, el Moon Grand Palace cuenta con las siguientes áreas dentro del hotel:

Auditorio: Se encuentra en planta baja, tiene espacio para 2 mil personas, la idea principal es para conferencias.

Boliche: El área de boliche está diseñado para entretenimiento de los huéspedes, está ubicado en la planta baja del hotel.

Buffet: El área está ubicado al centro del hotel en la planta alta donde se pretende es que los huéspedes al pasar sientan que están comiendo en el mejor lugar, cuenta con su cocina principal.

Bussiness Center: Ubicado en la planta alta, su diseño es para cerrar los negocios, hacer juntas de trabajo y realizar las mejores pláticas de los empresarios con una vista a la mejor parte del hotel.

Comedor de Colaboradores: Este trata de cubrir el área del personal de Moon Grand Palace, con la intención de que los trabajadores tengan esta área para tomar su comida.

Gym: El hotel cuenta con esta área para así poder realizar ejercicio y no perder la rutina, diseñado para los huéspedes atletas o cualquiera que desee utilizarlos.

Lobby: Es el espacio donde los huéspedes llegan y están descansando mientras las recepcionistas les dan las llaves a su cuarto.

Lobby Bar: Es el área de principal del hotel, está ubicado en planta alta cerca de la entrada principal con la finalidad de que los huéspedes pasen un rato agradable.

Nigth Club: Este hotel cuenta con esta área para aquellas personas que la noche es parte de su vida y la fiesta parte de su mente, está diseñado para que los Dj's dejen que los huéspedes no se olviden de esa noche.

Restaurantes: Una gran experiencia se llevara uno cuando llega a las áreas de restaurantes ya que este hotel hay más de cinco tipos diferentes de comida como son Francés, Italiano, Oriental; Libanes, Steak House y Mexicano. Además de que el diseño de interior está pensado para transportarte y tener la mejor experiencia para los amantes del paladar.

Room Service: El cuarto de servicio tiene la idea de brindar el mejor servicio a los huéspedes de manera rápida.

Sala de Consejos: Hasta los grandes empresarios necesitan estar rodeado de las mejores personas esta área está diseñada para tomar las mejores decisiones, así como también pensar en las necesidades de los huéspedes.

Salón de Eventos: Esta área está diseñada para ser rentada por personas que quieran realizar sus eventos dentro del hotel, en esta área pueden entrar hasta 4 mil personas o bien por partes, con la intención de cubrir las necesidades de quien desee el servicio.

Spa: relajación y comodidad es lo que proporciona el hotel a los huéspedes en el área de spa, en el cual sin duda disfrutara de cada segundo.

Sweet and Cofee: Esta es el área del té, es el área para conversar y conocer a la persona con quien estarás o simplemente conocer a tu próxima amistad. También se encontrara los deliciosos Pasteles, Crepas y el mejor sabor de los Snacks.

Tapas y Vinos: Esta área está diseñado para los conocedores del buen vino donde podrás llegar y saborear lo mejor en el ámbito nacional e internacional.

Teen´s Lounge: También los jóvenes podrán disfrutar en esta área pensado en ellos, para conocer, interactuar y disfrutar de nuevas amistades.

Teatro: El área del teatro es para conciertos de Música, una obra teatral o un concierto de tu interés con la finalidad de que puedas distraerte en tu estancia.

Terraza (futuro casino): la terraza era la idea principal de ir a ver un panorama espectacular del hotel y del paisaje, aunque ahora se está pensando en crear un casino en esa área con la finalidad del entretenimiento del hotel.

Vip Recepción: La recepción Vip es para huéspedes que sin duda se llevaran lo mejor del hotel, tendrán un pasillo principal diseñado para ellos.

Este hotel te transportará en tu estancia a lo mejor de Cancún ya que cuenta con estacionamiento y campo de Golf que se incluyen en el Moon y sus playas privadas.

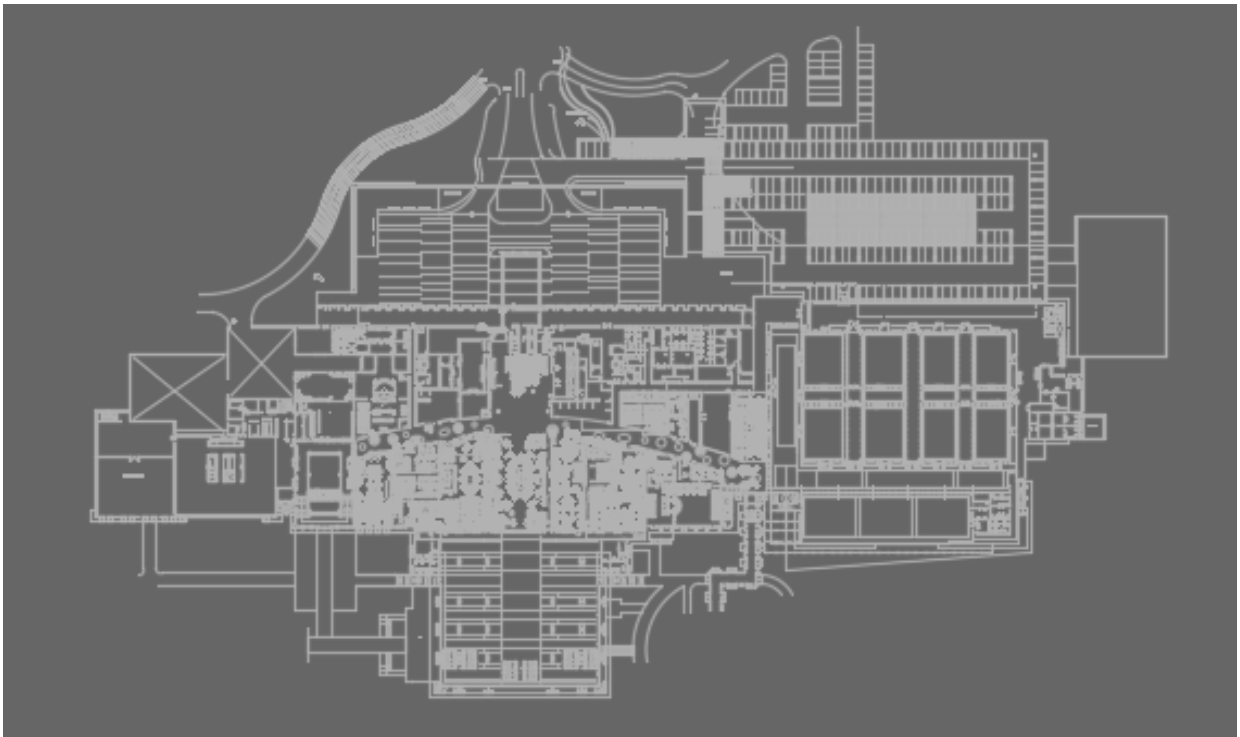


Imagen 3.- Partes Del Hotel Moon Grand Palace desde la software AutoCAD 2016.

B) Servicio Eléctrico De Alta-Media y de Media-Baja.

El servicio empieza con la adquisición del servicio eléctrico a CFE, el cual llega primeramente a una subestación principal, como se sabe una subestación eléctrica son instalaciones encargadas de realizar transformaciones de la tensión, de la frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos. Estas pueden ser de dos tipos: subestaciones de transformación o de maniobra.

La cual tenemos como subestación principal es una subestación de transformación estas son las encargadas de transformar la energía eléctrica mediante uno o más transformadores.

En este caso también es elevadora, es decir elevan la tensión generada de media a alta o muy alta para poderlas transportar.

La subestación de transformación elevadora es de 115 KVA (alta tensión), para que se pueda adquirir este bien recordemos que hay especificaciones y normas. Esto se reparte por medio de un cable 750 KCM con una tubería de Aluminio aproximadamente 7.5 km hasta el llegar al Cuarto Eléctrico donde dispone de un generador el cual llega 13.8 KV, está a disposición por cualquier falla para entrar a cubrir las necesidades eléctricas, de esto llega hasta las subestaciones A, B, C, D como son las existentes y las subestaciones D2, E, F, G, H, I, J y K que son las que se están ampliando, todas estas con cable 750 KCM. Por lo mismo se está pensando en la creación de otra subestación para poder abastecer de manera eficiente las conexiones a las subestaciones totales, estas subestaciones están conectadas a una red de anillo o en bucle la cual alimenta desde la A hasta la K, la ventaja principal es que ante una avería el usuario seguirá recibiendo alimentación eléctrica, aunque es más difícil su protección pero siempre garantiza mejor continuidad del servicio.

Las subestaciones J y K son subestaciones transformadoras reductoras con la función de reducir la tensión de muy alta o alta a tensión media para su distribución, según se requiera el servicio, ubicadas una al extremo en el edificio central del hotel.

La subestación J tiene 5 transformadores los cuales cada uno tiene una función de acuerdo a los servicios requeridos, como son:

1 transformador de 4160 V que sirve para alimentar a los chillers; el chillers es un refrigerador de líquido, que como en un sistema de expansión directa mediante el intercambio térmico o bien calienta o enfría según se requiera, se alimenta un total de 4 chillers. El tipo de cable es de 1/0 ya que con este no pierde sus propiedades mientras su transportación es por medio de una charola de 12" de aluminio, este tiene la nomenclatura TG-1J.

Tiene 3 transformadores a 440 V el cual uno alimenta a las bombas de los chillers con un cable 500 KCM y una tubería 78mm, teniendo la nomenclatura TG-3J y TG5 así como también los mismos alimentan a los torres de enfriamiento, el otro transformador alimenta a la planta de osmosis con la nomenclatura TG-2J, este último transformador no lo realizamos nosotros por lo mismo que no sabemos muchos datos de esto.

Así como también tiene un transformador de 220 V, uno es el que alimentan a los alumbrados y contactos acá el cableado depende que circuito lleve y la tubería igual depende de cuantos circuitos que estén integrados, todo esto de acuerdo a la norma, este tiene una nomenclatura TG-4J

En la otra subestación tenemos dos transformadores uno es 440 y el otro a 220 V, esto ya que esta parte no dispone de tantos circuitos ya que es un área de servicio de personal y pocas áreas de servicio de huéspedes, se encuentra como TG-K.

El transformador a 440 V alimenta a las Umas, el área de Spa, Cárcamo, estas áreas también de gran importancia, este tablero tiene la nomenclatura TG-1K

El otro transformador es de 220 V el cual a su mayoría sirve para alumbrado y contacto, este se encuentra como TG-2K.

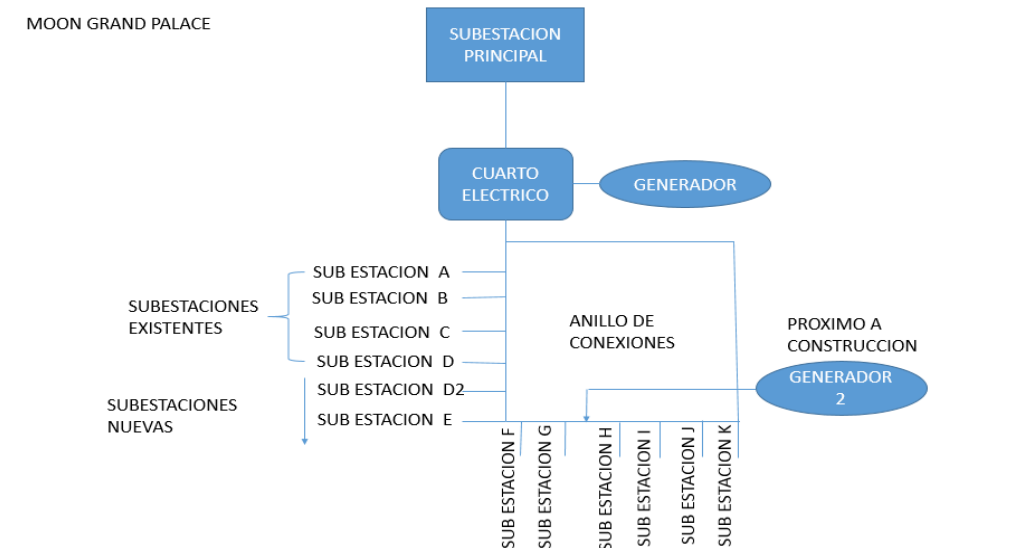


Imagen 4.- Diagrama a bloque de las conexiones desde la subestación principal hasta las subestación K.

C) DESCRIPION DE CIRCUITOS POR TRANSFORMADOR.

Llegando a la subestación J y K, estos tiene transformadores trifásicos que permiten aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de la corriente alterna de tal forma que su producto permanezca constante, en la subestación J y K encontramos dispositivos especiales y por lo mismo cada uno tiene su tablero y su transformador según la carga que requiere.

Estos dispositivos están puesto en transformadores propios en la subestación J, esto debido al servicio requerido por el dispositivo conectado:

-Chillers: alimentado a un transformador de 4160 V para su función, con un cable 500 KCM, un chiller es un refrigerador de líquido, que como en su sistema de expansión directa,

mediante el intercambio térmico o bien calienta o enfría. Este necesita de dos componentes las Bombas y los Fan-Coil

-Bomba de Chillers: alimentado a un transformador de 440 V para su función, con un cable 500 KCM, la bomba se define como una máquina que absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa, en este caso la bomba que va al chiller es una con características hasta 0 grados Celsius.

-Torres de Enfriamiento: alimentado a un transformador de 440 V para su función, con un cable 500 KCM, es la parte principal del sistema de enfriamiento del hotel por lo mismo cuenta con una alimentación principal.

-Osmosis: alimentado a un transformador de 440 V para su función, con un cable 500 KCM, estos sistemas están diseñados para grandes aplicaciones comerciales e industriales que requieran agua de alta pureza (98-99% de rechazo de sal).

-Alumbrado y Contacto: alimentado a un transformador de 220 V para su función, los cables y la tubería son dependiendo los circuitos y los componentes que los integran, el alumbrado es parte fundamental del hotel así como los contactos, estos están previamente por áreas según lo requerido por el hotel Moon Grand Palace.

Estos dispositivos están puesto en transformadores propios en la subestación K, esto debido al servicio requerido por el dispositivo conectado:

-Áreas de Spa, Cárcamo y Umas: Alimentado a un transformador de 440 V para su función, en estas áreas ahí múltiples cables dentro de cada área, de igual forma la tubería, estas áreas son de gran cantidad de energía eléctrica por lo mismo el transformador solo puede abastecer estas áreas.

-Alumbrado y Contacto: alimentado a un transformador de 220 V para su función, los cables y la tubería son dependiendo los circuitos y los componentes que los integran, el alumbrado es parte fundamental del hotel así como los contactos, estos están previamente por áreas según lo requerido por el hotel Moon Grand Palace.

También tenemos dispositivos conectados a las subestaciones como son:

Fan-Coil: Un ventiloconvertor es un dispositivo relativamente sencillo, consiste en una batería o intercambiador de frío o calor y un ventilador. Forma parte de los sistemas de climatización en el hotel.

Dimmer: Un dimmer sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten.

Aire acondicionado tipo Split: Este es un equipo de climatización conformado por dos unidades separadas, una interior y otra exterior, estas se comunican entre sí por medio de tuberías, se está utilizando en espacios reducidos.

Bombas de Cárcamo: El cárcamo de bombeo es un espacio de succión del líquido, el cual esta normalmente colocado en forma independiente de los contenedores. Este se acciona cada vez que es requerido.

Umas: Es una unidad manejadora de aire, su objetivo es suministra un caudal de aire tratado o acondicionado para ser distribuido por una red de tuberías.

Área de Spa: El área de spa tiene aparatos especiales y por lo mismo necesita mucha alimentación de energía eléctrica en su cableado y es un área que esta alimentado en un transformador junto con el área de cárcamo y las Umas.

Contactos: Los contactos están según como lo requirió el hotel, se utilizan normales, regulados y tipo chino. Los normales se utilizan para circuitos pequeños, los regulados para circuitos donde se tenga el uso de un aparato más que nada computacional que requiera la seguridad, y el tipo chino es para aparatos especiales como serian en áreas de cocina, spa, boliche entre otras.

Alumbrado: El sistema de alumbrado de este hotel es sofisticado y moderno, según el área que se requiera alumbrar este tiene tipo incandescente, fluorescente, fluorescente compactas, halógenas, Led. Esto, ya que el hotel tiene áreas donde por estética necesita cualquier tipo de lámparas mencionadas con anterioridad.

Otros Aparatos: Cuenta con diferentes áreas, las cuales necesita aparatos propios para cubrir de manera adecuada el servicio un ejemplo seria en el área de sweet and coffe necesita de creperas, cafeteras, refrigeradores, hornos eléctricos, hornos de microondas, etc.; y así cuenta con otras áreas donde necesita aparatos especiales para funcionar y sus cargas como su cableado varían dependiendo lo que necesiten.

SUBESTACIONES J Y K

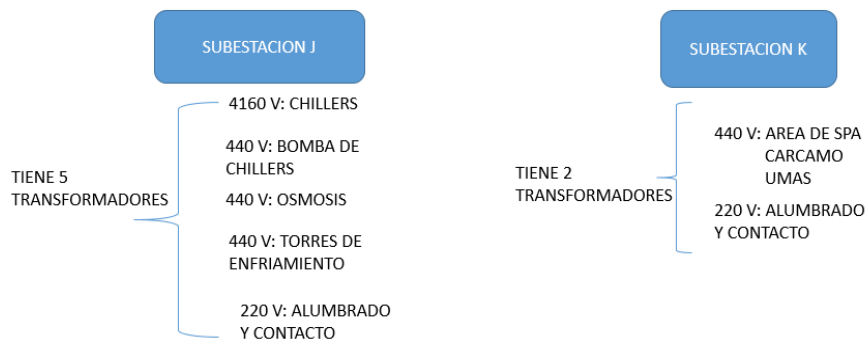


Imagen 5.- Transformadores y sus circuitos.

I.II.- SUBESTACION A SUMINISTRO ELECTRICO.

Después de conocer un poco de cómo es transportado la energía eléctrica desde la subestación principal hasta las subestaciones que se encuentran en el hotel Moon Grand Palace, después haber comprendido los transformadores por subestación y lo que alimentara, también haber conocido las áreas donde se trabajara con el suministro eléctrico, ahora veremos cómo llega desde la subestaciones del edificio central J y K, hasta el suministro eléctrico que va desde alimentar un aparato de fuerza y cocina, hasta el alumbrado y los contactos, esto sin entrar aun en detalles de la parte teórica (cálculos, elección de materiales, ambiente a trabajar, entre otros).

Después de que la energía es suministrada a las subestaciones estas llegan directamente a un interruptor-seccionador el cual mediante una conexión de anillos reparte la energía al transformador, el transformador tiene diferentes capacidades y es de diferente tipo como son tipo seco y tipo encapsulado, estos transformadores llevan la energía eléctrica hasta los tableros generales, los tableros generales ubicados en el hotel en áreas específicas, ya que de ahí se reparte los circuitos a las áreas del hotel.

El suministros eléctrico es controlado por medio de tableros de distribución que ahí es donde se deriva los circuitos a las áreas a trabajar, la mano de obra en el hotel es la que se encarga de hacer que la instalación llegue a su destino y que sea de acuerdo a las especificaciones que los ingenieros le dan para que la obra se realice de una manera eficaz para la empresa que requiere el servicio eléctrico.

Los tableros de distribución serán vistos más adelante ya que ellos son una parte fundamental en el proyecto eléctrico, así como también se verá todos los elementos que se necesitaron para hacer el suministro eléctrico a cada rincón de este gran hotel.

También se verá acerca de los cálculos eléctricos que utilizamos en baja tensión para hacer que cada circuito se suministre de manera correcta y además que este en base a las normas eléctricas mexicanas ya que se trata de dar el mejor servicio.



Imagen 6.- personal de obra instalando transformadores en la subestación J.

II.- ALIMENTADORES.

Un alimentador eléctrico es un conductor que se encarga de suministrar toda la corriente eléctrica que un grupo de cargas consume.

Un alimentador está compuesto primeramente de un cable que transporta la energía eléctrica de un punto a otro, y como se sabe estos se regulan por medio de las normas eléctricas mexicanas, a continuación veremos algunos de los aspectos que tiene que tener un cable y las normas que rigen para que los alimentadores sean los adecuados en cada aspecto eléctrico.

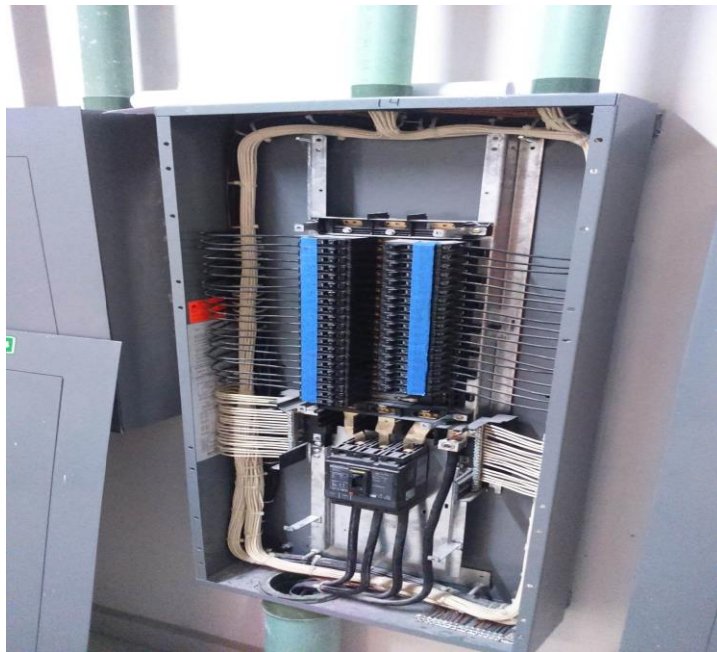


Imagen 7.- Alimentando áreas en el Hotel Moon Grand Palace

Primeramente hablaremos del cable; es un material que permite fácilmente el paso de la corriente eléctrica por él, o lo que es lo mismo, el paso de los electrones. Se utilizan para transportar de un sitio a otro la corriente eléctrica. El oro es uno de los mejores conductores eléctricos, pero lógicamente no vamos a realizar conductores de oro por su elevado costo. Tendremos que combinar el coste, con la conductividad. La mayoría de los conductores están formados por cobre, metal que tiene una buena conducción y su precio no es demasiado elevado.

El Cable o Hilo se puede diferenciar muy fácil. Cuando el conductor es solo uno se llama Hilo, si está formado por varios hilos, se llama cable.

Los conductores eléctricos, ya sean hilos o cables, están formados por 3 partes:

- Alma conductora: fabricado de cobre y por donde circula la corriente eléctrica.

- Aislante: material por el que no puede pasar la corriente eléctrica y que envuelve al alma conductora para que la corriente no salga fuera de la misma. Normalmente suele ser de un material polímero, es decir de plástico. Los más usados son el Policloruro de Vinilo (PVC), el Caucho Etileno-Propileno (EPR) y el Polietileno Reticulado (XLPE).

- Cubierta protectora. Sirve para proteger mecánicamente al cable o hilo. Protege al alma y al aislante de daños físicos y/o químicos como el calor, la lluvia, el frío, raspaduras, golpes, etc. Se suelen construir de nailon, aunque no todos los conductores tienen esta cubierta, a veces el propio aislante hace las veces de aislante y cubierta protectora.

Los cables tienen diferentes colores que nos sirven para identificarlos.

Conductor de Fase: marrón, negro y gris. Este cable es por el que entra la corriente eléctrica.

Conductor Neutro: azul claro. Este cable es por el que sale la corriente eléctrica en el circuito.

Conductor de Protección o T.T (toma de tierra): verde-amarillo. Es el cable de toma de tierra y sirve para proteger la instalación y a las personas.

Los tipos de cables eléctricos, comercialmente hay muchos tipos de conductores pero vamos a ver los principales y más usados.

- Unipolares: formados por un hilo conductor.
- Multipolares: formados por más de un hilo.
- Mangueras: formado por 2 o 3 conductores rodeados de protección.
- Rígidos: difíciles de deformar.
- Flexibles: fáciles de deformar.
- Planos: de forma plana.
- Redondos: de forma redonda.
- Coaxial: Tiene un núcleo chapado en cobre, rodeado por un aislante dieléctrico. Un escudo tejido de cobre rodea la capa aislante, el cual está finalmente unido por una cubierta de plástico más exterior.
- Trenzado: consiste en pares de alambres de cobre aislantes, los cuales están trenzados alrededor del otro.
- Con aislante: con capa protectora.
- Al aire: sin aislamiento.

- Blindados: Está hecho de uno o más alambres aislantes que están colectivamente adjuntos por una lámina de aluminio Mylar o tejido trenzado de blindaje.
- Cables para Baja Tensión, para Media y para Alta Tensión.

En la imagen podremos observar algunos de los mencionados, de los cuales veremos cual se utilizó en el proyecto a trabajar.

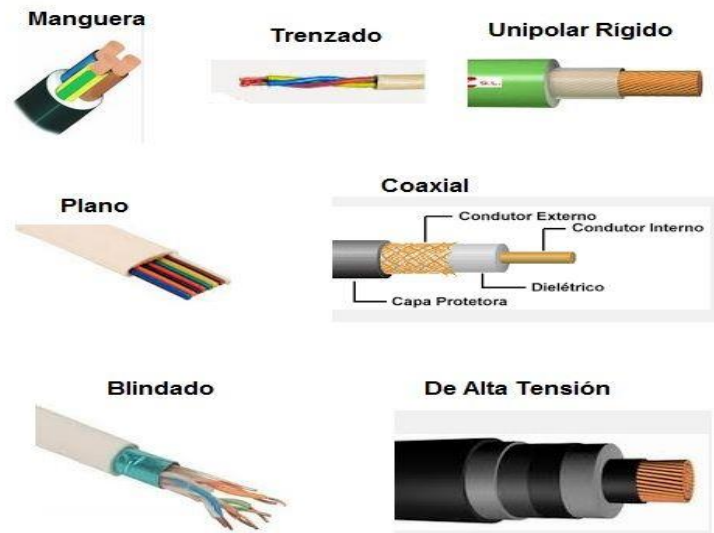


Imagen 8.- Tipos de cables eléctricos utilizados mayormente en obras eléctricas.

El tamaño de un conductor viene determinado por su sección. La sección del conductor es el área del alma conductora. A niveles de cálculos eléctricos, todas las demás partes no nos interesan, lo que realmente interesa es la sección de la alma conductora, ya que es por la que va a circular la corriente. Esta sección es la que tendremos que calcular para que nuestro conductor sea el correcto para la instalación.

Los conductores elegidos deben tener suficiente sección para que permita todo el paso de la corriente que va a circular por el circuito, en caso contrario se calentarían en exceso pudiendo llegar a quemarse.

Además de esto, su resistencia total no debe ser muy grande, ya que si fuera muy grande estaríamos perdiendo mucha energía en forma de caídas de tensión, en resumidas cuentas, tendríamos muchas pérdidas de energía en la instalación por culpa de esta resistencia, que por culpa del efecto Joule se perdería en forma de calor. La caída de tensión no debería ser mayor del 3% de la tensión total en ninguna instalación eléctrica de interior.

Los cables utilizados en esta obra fueron los THW y MCM.

THW O AWG

Los conductores de cobre tipo THW son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales donde se requiera de mayor

seguridad. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es de 75 °C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

MCM

La nomenclatura A.W.G. es efectiva hasta cierto calibre de conductores usados en las instalaciones eléctricas residenciales. Para aquellos conductores eléctricos de mayor grosor, superiores al calibre 4/0 (se lee "cuatro ceros"), se optó la solución de identificarlos directamente por su área en el sistema inglés de unidades.

Se usa el término "Mil" cuando los diámetros de los conductores eléctricos miden una milésima de pulgada.

El "Circular Mil" es una unidad equivalente al área de un círculo con un diámetro de una milésima de pulgada.

Las siglas M.C.M. nos están indicando el área transversal de los conductores eléctricos en "Mil Circular Mils".

Entonces, un cable calibre 250 MCM (muy usado en la industria) es un cable de 250,000 circular mils, uno calibre 500 MCM tiene un área de 500,000 circular mils.

Esta nomenclatura era muy común hasta finales de siglo XX. Actualmente se prefiere el uso del sufijo "kcmil" ya que la "k" (de kilo) significa también 1000.

Cable de Cobre Desnudo.

Los cables de cobre en función de su temple y construcción, se usan sobre aisladores en líneas aéreas de distribución eléctrica.

Se utiliza mayormente en conexiones de neutros y puestas a tierra de equipos y sistemas eléctricos. Como conductores principales de conductores eléctricos aislados.

Sus características son formadas por alambres de cobre electrolítico de alta pureza con un contenido mínimo de 99,9% de cobre. Los cables se fabrican en construcción concéntrica. Se elaboran en calibres de 0,519 1 a 506,7 mm² (20 AWG a 1 000 kcmil). Temple duro, semiduro o suave dependiendo de las aplicaciones.

Sus ventajas es por su alta conductividad eléctrica el cobre es el metal ideal para las instalaciones eléctricas. Los conductores de cobre son resistentes a la corrosión. Ofrecen una gran resistencia mecánica. Mayor flexibilidad que el alambre por su construcción.

AWG	MCM	Sección Real	mm ²
		(mm ²)	
22	-	0.324	0.5
20	-	0.517	0.75
18	-	0.821	1
16	-	1.31	1.5
14	-	2.08	2.5
12	-	3.31	4
10	-	5.26	6
8	-	8.37	10
6	-	13.3	16
4	-	21.2	25
2	-	33.6	35
1	-	42.4	50
1/0	-	53.3	70
2/0	-	67.4	70
3/0	-	85	95
4/0	-	107.2	120
-	250	126.7	150
-	300	152	170
-	350	177.4	185
-	400	202.7	240
-	500	253.4	300
-	600	304	350
-	750	380	400
-	1000	506.7	500

Imagen 9.- Tabla de equivalencia de AWG/MCM a sección real (mm²).

Como se sabe un cable eléctrico tiene como propiedades también la ampicidad que es la corriente máxima, en amperes, que puede llevar un conductor en forma continua bajo las condiciones de uso sin exceder su capacidad termina.

Ahora ya que nos metimos en la ampicidad también veremos sobre el aislante, es el material que separa el alma conductora del exterior. Si los cables no tuvieran aislante sería muy difícil la distribución de los circuitos en las instalaciones eléctricas. Esto permite que en la instalación no se energicen la carcasa de los equipos, canalizaciones metálicas, evitar cortocircuitos, así como la electrocución de las personas. Por lo que se puede notar que sin un buen aislante, la instalación no estaría muy segura.

El material aislante más usado para la fabricación de conductores eléctricos son los polímeros termoplástico. Un termoplástico es un tipo de plástico que cambia sus propiedades cuando se calienta y se enfría. Los termoplásticos se ablandan cuando se les aplica calor y tienen un acabado liso y duro cuando se enfrían. Algunos termoplásticos son el polietileno (PE) y el policloruro de vinilo (PVC).

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	(140°F)	(167°F)	(194°F)	(140°F)	(167°F)	(194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	
Cobre			Aluminio				
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

Imagen 10.- Tabla de ampicidad de acuerdo al calibre de cable según el tipo de aislante, la propiedad física del conductor y la temperatura.

Letras de designación del aislamiento:

- R: Aislamiento de hule
- T: Aislamiento termoplástico
- X: aislamiento de polímero sintético barnizado
- H: resistente al calor hasta 75°C
- HH: resistente al calor hasta 90°C
- W: resistente a la humedad
- UF: para uso subterráneo
- N: cubierta de nylon

Una vez entendido esto ahora veremos un poco de las normas mexicanas para ver el uso del mejor conductor en el proyecto Moon Grand Palace, ya una vez teniendo en cuenta todo lo anterior acerca de los alimentadores y con las normas mexicanas e internacionales podremos empezar a hablar del proyecto realizado en las playas de Cancún.

El Artículo 215 ALIMENTADORES ubicado en las norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización) son las que rigen cualquier instalación eléctrica en el país; atenderemos a los requisitos de instalación, la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados.

215-1. Alcance. Este artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados, calculadas según el Artículo 220.

Excepción: Alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata la Sección 668-3(c), Excepciones 1 y 4 (estas excepciones se refieren a los conductores de las celdas electrolíticas, las celdas mismas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225).

215-2. Capacidad nominal y tamaño mínimo del conductor. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las partes B, C y D del Artículo 220. El tamaño nominal mínimo del conductor debe ser el especificado en los siguientes incisos (a) y (b) en las condiciones estipuladas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida. Se permite utilizar lo indicado en la Sección 310-15(d) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V y calcular el tamaño nominal de los conductores (Tablas 310-16 a 310-19)*. *Lector: las tablas que aparecerán en este tema te servirán de guía; por razones de espacio en este número sólo te presentamos la 310-15 (d) y su artículo, que es precisamente el inciso d) que la antecede; de la 310-16 a 310-19 aparecerán en los siguientes números, se sobreentiende su relación, pues pertenecen al mismo tema.

a) Para circuitos especificados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos:

- (1) Dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores,
- (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores,
- (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores, y
- (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores entrada de acometida con una capacidad de conducción de corriente de 55 A o menos.

NOTA 1: Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.

NOTA 2: Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 210-19(a).

d) Circuitos de alimentación y acometidas a unidades de vivienda a 120/240 V, tres hilos. Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la tabla 310-15(d) como conductores de entrada de acometida monofásica a 120/240 V, tres hilos, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalizaciones o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta sección, el(los) alimentador(es) principal(es) debe(n) ser el(los) alimentador(es) entre el interruptor principal y el tablero de alumbrado y carga y no se exige que los alimentadores a una unidad de vivienda sean de mayor tamaño nominal a los de la entrada de acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño nominal que los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos indicados en 215-2, 220-22 y 230-42.

TABLA 310-15 (d).- Tipos y designación de los conductores para alimentadores y acometidas monofásicas, tres hilos de 120/240 V para unidades de vivienda RHH, RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, THHN, XHHW, USE.

Teniendo en cuenta las normas mexicanas y como se trabajara en el proyecto se da inicio a trabajar en las áreas y a empezar el proyecto eléctrico, en el cual será revisado periódicamente de acuerdo a los convenios con la empresa y el verificador de obra, por lo que se administra tiempos para llegar al objetivo planteado.



Imagen 11.- Inicios del proyecto de la obra eléctrica en el hotel Moon Grand Palace en Cancún, México.

II.I.- DESIGNACIÓN DE ALIMENTADOR EN EL PROYECTO.

Como se sabe todo proyecto eléctrico necesita de alimentadores para transportar la energía eléctrica desde un tablero o centro de carga hasta su destino, en este proyecto como se vio anteriormente tenemos la necesidad de cubrir eléctricamente a aproximadamente 28 áreas, de la parte del edificio central del hotel Moon Grand Palace, este se ubica en las playas de Cancún.



Imagen 12.- Hotel Moon Grand Palace por la noche, Cancún, México.

Lo primero al analizar el mejor conductor es el lugar donde se trabajara teniendo en cuenta la temperatura como factor principal, datos importantes a tomar en cuenta es la humedad que ahí en el lugar y las elevadas temperaturas, el clima es caliente esto permanece el 85% del año dando para los turistas una hermosa experiencia por su amplio y hermoso mar por lo que hace Cancún uno de los mejores lugares para vacacionistas de todos los países, pero eléctricamente hablando nos encontramos con que el ambiente caluroso es el principal punto que nos hace reflexionar para la elección del conductor en este proyecto ya que tenemos un estudio previo del cual se obtuvieron los resultados en la siguiente gráfica:

Clima en Cancún				
Mes	alto		bajo	
	centigrados	fahrenheit	centigrado	fahrenheit
Enero	27-28	80-82	19-20	66-68
Febrero	27-29	81-84	19-21	67-70
Marzo	28-30	83-86	21-22	70-72
Abril	29-31	84-87	22-23	72-74
Mayo	31-32	87-90	24-26	76-78
Junio	31-32	88-90	26-27	77-79
Julio	32-33	90-92	24-26	78-80
Agosto	32-33	90-92	24-26	76-79
Septiembre	31-32	88-90	23-25	76-78
Octubre	31-32	87-90	23-25	74-77
Noviembre	28-29	83-85	21-22	70-72
Diciembre	27-28	81-83	20-21	68-70

Imagen 13.- Promedio de temperaturas en el año en Cancún, México.

Entonces decimos que la temperatura del lugar que es algo caluroso con temperaturas altas, más la temperatura a la que se somete el cable con respecto a su ampicidad, podemos tener como primer punto que la temperatura a elegir sería de 75°C.

Esta elección se toma para que el servicio eléctrico quede respaldado y funcione de manera correcta para las instalaciones que se efectuará y también teniendo en cuenta siempre una posible ampliación o crecimiento por parte del hotel, hasta este punto cumplimos con la NOM-001-SEDE-2012.

Una vez teniendo en cuenta la temperatura con la que se requiere trabajar es hora de analizar el tipo de aislante que deseamos en la obra eléctrica, tenemos en cuenta que existen los polímeros termoestables y termoplásticos. Los polímeros, son básicamente compuestos cuyas moléculas están conformadas por varias y largas “cadenas” de moléculas más pequeñas (monómeros), el tipo de molécula y su estructura física, le dan las distintas propiedades a los polímeros, que básicamente se dividen en dos grupos, el primero, son precisamente los termoestables, lo que significa que una vez que el polímero adquiere la forma, la va a conservar aun en presencia de calor, usualmente al calentarse no se deforma y se quema dejando básicamente carbón (como: la bakelita).

El polímero termoplástico su principal característica es que pueden modificar su forma al calentarse, son los que usualmente se “derriten” al exponerse al calor, también pueden emanar gases tóxicos cuando se queman. (Ejemplo: el PVC).

Viendo sus propiedades físicas y lo que necesitamos de acuerdo a la temperatura del lugar, podemos observar que el conveniente a utilizar sería un termoplástico por seguridad en caso de un corto circuito, este se representa con una T, la temperatura con la que trabajaremos será a 75°C lo que cubre perfectamente con la segunda letra que sería H y en alimentaciones con mayor calor sería HH, también podemos observar que trabajaremos con calor y humedad por lo que la siguiente letra sería W, y para mayor protección sería

con una cubierta de nylon ya que Este material tiene buenas propiedades para ser usado como chaquetas en los cables, una propiedad muy importante es la baja fricción que presenta con los ductos conduit, lo que facilita su instalación, posee resistencia a los combustibles a base de hidrocarburos y lubricantes, así como también, solventes orgánicos. Por lo que la última letra sería N, lo que todavía en base a las normas oficiales mexicanas siguen cumpliendo.

Por lo que entendemos que el cable a utilizar será el THW esto por el permanente desarrollo de los sistemas de instalación de alambres y cables eléctricos en tuberías conduit, bandejas porta cables, instalaciones aéreas, enterrado directo y en otros variados sistemas de alimentación para diversos equipos como motores, maquinas herramientas, alumbrado, alambrado de instalaciones residenciales y de sistemas de control ha permitido el desarrollo de un novedoso sistema de aislamiento y cubierta integral de PVC/Nylon que permite operar los conductores a 90°C. Esta tecnología ofrece al usuario la posibilidad de tener instalaciones con alambres y cables con mayor capacidad de corriente, mayor resistencia a la abrasión y a agentes externos como aceite, grasa y gasolina, además de tener conductores más livianos, alojar mayor cantidad de conductores por ducto y contar con un ahorro considerable en costos de instalación.

Lo importante de esta selección es tratar de ganar amperes en su transportación ya que un cable diferente podría tener con el mismo calibre una transportación menor de amperes.

Ahora el último punto al elegir el conductor a utilizar es el distribuidor con el que se trabajara, ya sabemos que el tipo de cable será THWN Y THHWN ya que soportan temperaturas de 75°C y 90°C, la cantidad de amperes que circula por ellos es mayor a otro tipo de cable, ahora un punto importante en la obra eléctrica es el costo de este ya que este es clave para cerrar un negocio.

Nos encontramos con marcas como Viakon, Condumex, Condulac, Subisa, IUSA, etc. En este punto vemos que todos los cables para poder venderse tienen que registrarse de acuerdo a las normas internacionales y nacionales, por lo que a mi punto de vista cualquier cable es bueno pero luego entramos en calidad, en el tema de calidad Condumex es uno de los mejores cables ya que a pesar de tener un precio caro en calidad y seguridad es uno de los mejores, esto se debe a que tiene diferentes tipos de calibres en su distribución, lo venden por carretes y rollos según como el cliente lo convenga, pero el punto principal es que ese fue el que la empresa requería para sus servicios a la hora de abrir la licitación del proyecto.

Los calibres que maneja la marca Condumex son:

- Calibre 1/0
- Calibre 10
- Calibre 1000
- Calibre 12
- Calibre 14
- Calibre 2
- Calibre 2/0

- Calibre 250
- Calibre 3/0
- Calibre 300
- Calibre 350
- Calibre 4
- Calibre 4/0
- Calibre 400
- Calibre 500
- Calibre 6
- Calibre 600
- Calibre 750
- Calibre 8

Los cuales son los necesarios en esta obra eléctrica, ya que en un punto después veremos la elección del calibre de acuerdo a los cálculos eléctricos a utilizarse, entonces podemos decir que el cable con el que se trabajara en el hotel Moon Grand Palace elegido por Ices en su proyecto eléctrico es Condumex del tipo de aislante THWN-TTHWN que resiste temperaturas de 75°C y 90°C esto ya que en lugares habrá más calor o simplemente los cálculos eléctricos decidirán cual es el mejor en cada área del edificio central.

El cable para tierra fue cable de cobre suave desnudo a 75°C esto ya que se puede instalar en varios tipos de operaciones según se requiera, tiene como propiedades ser de buena resistencia a la tensión mecánica, excelente resistencia a la corrosión así como a la intemperie, y es fácil de instalar ya se aéreo, en canales auxiliares, directamente enterrados y tubo conduit; este cable desnudo de cobre en temple suave, está fabricado de acuerdo a especificación NMX-J-012-ANCE, se puede pedir ya sea calibre o área de la sección transversal, peso en cada tramo, peso total a la orden y numero de producto. Este cable desnudo también es de la marca Condumex.



Imagen 14.- Cable Condumex siendo Instalado en un tablero de distribución en el Hotel Moon Grand Palace, Cancún, México.

Los alimentadores son instalados por trabajadores capaces de realizar el mejor trabajo y con las medidas de seguridad correspondientes, estos servidores eléctricos son aptos de instalar todo tipo de alimentadores para el servicio requerido con las instrucciones de los ingenieros a cargo del proyecto eléctrico.

Los alimentadores son la parte principal y por ello es importante realizar los cálculos que sean necesarios para que sean los adecuados ya que como se instala de manera que no sean visibles para los huéspedes, entonces un mal cálculo aría que se retirara y se cambiara, lo que se tendría que realizar por la noche ya que el hotel no puede permitirse que los huéspedes vean a los trabajadores ya que es un hotel de alto prestigio en la rivera maya, por ello los ingenieros proyectistas realizan todos los cálculos basados en las normas mexicanas eléctricas, esto es de suma importancia igual para el buen funcionamiento y seguridad del proyecto eléctrico realizado, ya que de igual forma ahí supervisores de obra que se encargan de este proceso.



Imagen 15.- Canalización por Piso con Tubería PVC.

Otro punto importante es la canalización del proyecto ya sea por piso, muro o techo; ya que por ahí pasara el alimentador designado, en el piso y muro solo se utilizó material PVC para no sobrecalentar a los alimentadores, en el techo se utilizó PVC y charolas para alimentadores más grandes, esto por el clima de Cancún que es un poco húmedo y caluroso, lo que hace que los alimentadores se calienten más.

Y es importante que los alimentadores estén frescos para que no ocurra una falla y su vida útil sea más prolongada, por ello es importante que la canalización de la trayectoria sea de acuerdo con el material a utilizar, ya que de acuerdo a la medida de la tubería será el diámetro que se dejara, esto ya que en ocasiones se tendrá que cortar losetas, madera, piso, techo, plafón, etc.



Imagen 16.- Canalización por techo con Tubería PVC.

II.II.- COMPONENTES DE UN CIRCUITO ALIMENTADO.

Un circuito alimentado tiene algunos componentes que son de suma importancia como se verá en este tema ya que no todos los circuitos aun siendo en baja tensión tienen los mismos componentes, en este tema veremos cada uno de ellos y al finalizar podremos entender qué tipo de componente llevara en cada caso y el por qué.

Primeramente un circuito alimentado se compone de 3 esenciales elementos, como son el tablero de distribución que es de ahí donde se empieza, ya que de ahí parte la energía eléctrica que llega desde los tableros generales, estos tableros de distribución son esenciales ya que eléctricamente es el punto de inicio.

Los tableros de distribución se encuentran de 3 tipos que son los NQ, NF y I-LINE. La marca que se utilizó en esta obra eléctrica es la de Schneider Electric con su marca Square D.

Los tableros NQ tienen ciertas características esenciales como son fáciles de instalar ya sea de tipo de empotrar o sobreponer, teniendo máxima capacidad de operación de 240 V c.a. , 48 V c.d.; Tiene por dentro un ensamble de barras del neutro incluidas pero las barras de corriente nominal se pide por separado según se necesite estas van desde 100 a 600 A. ; El panel es ajustable según o que se requiera soportar como sería el ensamble de barras principales, interruptor principal, neutro y derivados, puede ajustarse por medio de tuercas elevadoras, y después empotrar el tablero al muro. Las partes energizadas del ensamble cuentan con un escudo protector que evita el contacto accidental a las mismas y brinda protección física a los componentes.

Los interruptores termomagnéticos derivados para el tablero NQ son los más conocidos y fáciles de encontrar en el mercado. Se trata de los QO y QOB el panel está preparado para

recibir cualquiera de ellos y sus versiones. Los tableros NQ también tiene sus versiones con dispositivos de protección contra sobre tensiones.

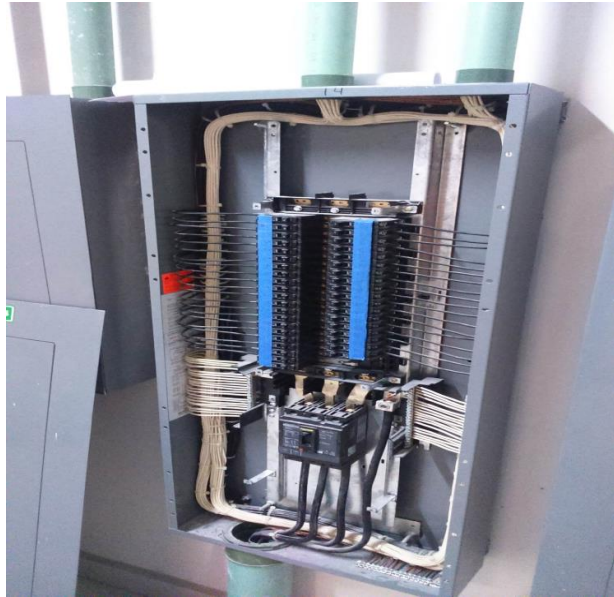


Imagen 17.- Tablero de distribución NQ con interruptor principal de 100 A y su corriente en barras de 100 A con 30 polos.

Este tablero NQ fue utilizado en esta obra principalmente para alimentar alumbrado, contactos normales y algunos sistemas de sonido.

Los tableros NF a diferencia de los NQ es que estos tableros son hechos para interruptores termomagneticos de zapata estos son de mejor calidad, se trata de los EBD, EGD o EJB de montaje atornillable, se distinguen por su capacidad interruptiva. Otra diferencia de los tableros de distribución NQ es que estos tableros tienen una tensión máxima de operación de 600Y/347 V c.a. También puede operar en 220 V c.a.

Estos tableros NF ofrecen una excelente apariencia y seguridad, tiene también su modelo para sobre tensión.



Imagen 18.- Instalación del Tablero NF en el Hotel Moon Grand Palace.

Los tableros NF fueron utilizados en este proyecto para alimentación de circuitos que sobrepasaban la corriente nominal de 600 A, así como también para aparatos de protección, en aparatos de fuerza y cocina, para alimentar dispositivos de regulación y algunos candiles.

Por ultimo hablaremos de los tableros de distribución I-LINE estos tipos de tablero son de uso rudo y de capacidades nominales grandes pueden soportar hasta 1200 A, son más de uso industrial, su tensión máxima de operación es de 600 V c.a. , 250 V c.d.

Este hecho para interruptores derivados enchufables son de caja moldeada con el sistema de montaje, el principio de operación puede ser magnético o limitador de corriente, la oferta estándar es:

Marco FA, de 1,2 o 3 polos de 15-100 A.

Marco Q, de 2 o 3 polos de 70-225 A.

Marco H, de 2 o 3 polos de 15-150 A.

Marco J, de 2 o 3 polos de 150-250 A.

Marco LA, de 2 o 3 polos de 225-400 A.

Marco M, de 3 polos de 300-800 A.

Marco P, de 3 polos de 250-1200 A.

Marco R, de 3 polos de 1000-1200 A.

Teniendo en cuenta estos tipos de interruptores derivados ahora es tiempo de ver como seleccionar el mejor tablero I-LINE para ello se debe considerar el valor de corriente y forma de alimentación al tablero (zapatillas o interruptor principal), después hay que determinar el número y tipo de derivados en base a los circuitos requeridos y la carga que alimentan,

tomando en cuenta que se requiere usar interruptores de marcos J, LA, M, P o R se deberá analizar la función del ancho de cada interruptor ya que estos ocupan mayor espacio y la cantidad de derivados indicado para cada tablero se obtiene instalando únicamente interruptores de marco H, F o Q que tienen de ancho 4.5”.

Es de suma importancia antes de pedir el tablero I-LINE hacer los cálculos de medidas ya que pedir uno de diferente medida al requerido no permitirá instalar los demás ya que el espacio es importante en estos tableros de distribución.

Para este caso los ingenieros proyectistas se tienen que guiar de acuerdo al croquis de ubicación y de los componentes que se alimentaran a través del tablero I-LINE para pedir el tablero adecuado y en ocasiones se tiene que dejar espacios libres con la idea de que el proyecto puede llegar a tener un crecimiento a mediano o largo plazo para que la empresa que contrato el servicio se dé cuenta que nos importa su idea de construcción y servicio eléctrico que estamos brindando.



Imagen 19.- Tablero I-LINE instalado para el área de fuerza y cocina de los salones de eventos del Hotel Moon Grand Palace.

Los tableros I-LINE fueron instalados para bombas de chillers, Fuerza y Cocina, y para alimentar aparatos de hasta 1200 A.

Esto tableros ya sea de tipo NQ, NF o I-LINE fueron los tableros de distribución en todo el hotel, ya que su uso es el principal para alimentar a los circuitos que fueron requeridos en este proyecto.

Para identificar mejor cada uno de ellos se tiene la tabla de características en la imagen 15 donde ahí se podrá observar a detalle cada una de las características que anteriormente se vio.

También es importante resaltar que todo circuito alimentado parte de un tablero de distribución ya que ahí es donde llega la energía transportada y estos sirven de enlace para llegar a los circuitos con la tensión requerida para lo que se alimentara, en este proyecto se

fue viendo a detalle qué tipo de tablero se utilizaría según los componentes y la carga que se utilizaría para así también elegir la capacidad en barra en un punto más adelante se hablara de como también ya teniendo en cuenta todo lo que contenía el proyecto se realizaron cambios y eso afecto a gran parte del proyecto en la realización de sus cálculos pero estos son necesarios ya sea que el hotel quería poner más circuitos o que los circuitos que ya estaban instalados agregaron más carga, desde un punto de vista no afecta pero teniendo en cuenta las características nos daremos cuenta que en ocasiones era nada más cambiar barras y en otras agregar completamente un tablero de distribución nuevo.

Tableros NQ, NF y I-Line

Características

Características	NQ	NF	I-Line
Tensión de operación (máx)	120/240 Vca, 48Vcd	600Y / 347 Vca	600 Vca, 125Vcd
Capacidad máxima en barras	600A	800A	1200A
Capacidad máxima del Interruptor Principal	600A	600A	1200A
Interruptor Derivado, rango en amperes	15-150	15-125	15-1200
Interruptor Derivado	QO / QOB	Marco E	ILU, IIG, IU, IU, JG, JJ, JL, OI, OI, HI, LA, MG, MI, HG, HJ, HL, HU, HL
Capacidad interruptiva de los Interruptores Derivados (máx)	65kA (240Vca)	65kA (480Vca)	100kA (480Vca)
Alimentación por la parte superior e inferior.	Si	Si	Si
Adecuado como equipo de entrada de servicio UL y cUL	Si	Si	Si

Aplicación típica	Residencial	Comercial	Industrial	Energía
NQ	Edificios de departamentos	Escuelas, edificios públicos, restaurantes, centros comerciales, hoteles, clínicas	Fábricas, laboratorios químicos, plantas de tratamientos de aguas	Cuartos de máquinas, instalaciones generales
NF	-----	Edificios comerciales, centros comerciales, edificios de oficinas	Industria de alimentos, refinerías, plantas textiles, plantas de tratamientos de aguas	Cuartos de máquinas, instalaciones generales
I-Line	-----	Edificios de oficinas, centros comerciales, tiendas departamentales	Industria de alimentos, industria papelera, hospitales, industria en general	Cuartos de máquinas, instalaciones generales

Imagen 20.- Tabla de características entre tableros NQ, NF y I-LINE.

Como vimos de los 3 partes importante para alimentar un circuito es el tablero de distribución el segundo componente de suma importancia es el cable, eso como se vio en el punto anterior es de suma importancia su designación de acuerdo al circuito a alimentar, ya que este cable transportara desde el tablero de distribución hasta el componente y tiene que elegir el mejor en todos los casos para que no allá falla alguna.

SP-100A	L-36	67.06	83.63	4-1/0	1-50	T-53	0.77%		
SP-30A	L-201	17.80	21.86	4-4	1-100	T-35	2.54%	TABAC-43	23000
SP-300A	L-115	223.97	279.96	12-3/0	1-40	37-63	2.38%	TABAC-44	6000
SP-100A	L-240	52.45	65.60	4-1/0	1-50	T-53	2.46%	TABAC-45	76000
SP-50A	L-111	34.99	43.73	4-4	1-50	T-35	2.93%	TABAC-46	19000
SP-100A	L-82	52.45	65.60	4-2	1-50	T-41	2.00%	TABAC-48	12000
SP-100A	L-84	43.74	54.67	4-4	1-50	T-35	2.71%	TABAC-50	13000
SP-10A	L-180	29.15	36.44	4-2	1-50	T-41	2.62%	TABAC-52	15000
SP-100A	L-110	52.45	65.60	4-2	1-50	T-41	2.75%	TABAC-54	18000
SP-70A	L-111	34.99	43.73	4-4	1-50	T-35	1.17%	TABAC-56	12000
SP-30A	L-166	17.43	21.56	4-2	1-50	T-35	2.72%	TABAC-58	6000
SP-30A	L-110	34.99	43.73	4-4	1-50	T-35	1.30%	TABAC-60	12000
SP-30A	L-111	34.99	43.73	4-4	1-50	T-35	2.99%	TABAC-62	12000
SP-30A	L-112	10.73	13.41	4-0	1-100	T-27	2.75%	TABAC-64	12000
SP-10A	L-87	29.15	36.44	4-6	1-50	T-35	2.80%	TABAC-66	12000
SP-10A	L-90	27.43	34.34	4-0	1-50	T-35	1.99%	TABAC-68	12000

Imagen 21.- Realizando los cálculos para analizar el tipo de cables según el circuito a alimentar.

En este caso los ingenieros analizamos la carga de lo que se va alimentar, teniendo en cuenta los cambios que pueden producirse después de haberse instalado ya que estos pueden requerir el uso de más componentes a alimentar según la estética del hotel.

El tercer componente de un circuito alimentado es el interruptor que va proteger al circuito en todo momento, este es un punto importante en el tema de los alimentadores ya que si no se protege de una manera adecuada en una sobre carga puede verse afectado no solo el circuito que tuvo el problema si no todo el tablero de distribución que podría llegar a causar problemas hasta los transformadores lo que sería una gran pérdida para los dueños y teniendo problemas hasta legales.

También llamados interruptores eléctricos los cuales están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros, estos son los que se encargan de proteger toda la obra eléctrica, sirven para dar mantenimiento en caso de que se requiera y son un elemento esencial en el transporte de energía eléctrica.

Los interruptores termomagnéticos es uno de los interruptores más utilizados y que sirven para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortos circuitos. Se fabrica en gran cantidad de tamaños por lo que su aplicación puede ser como interruptor general. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un corto circuito, estos ahí clasificaciones según los polos, el tipo ya sea enchufables o atornillable, la cantidad de amperes que puede proteger entre otras características.

Cuando se suscita una falla en alguna parte del circuito eléctrico del hogar se produce un incremento en la corriente que circula tanto por los conductores como por los termomagnéticos. Los elementos internos de este, calibrados para cierta corriente, aumentan su temperatura por la elevada corriente y se desconectan en forma automática cortando así el suministro eléctrico, lo que evita que la falla alcance otro nivel de deterioro.

Los interruptores termomagnéticos QO y QOB tienen una pequeña diferencia ya que el primero tiene conexión enchufables y el segundo en su parte superior es atornillable y en su parte inferior enchufables.

Ambos tipos pueden ser de un polo, dos polos y tres polos según sea el componente a alimentar, esto se designa por medio de sea un aparato monofásico, bifásico o trifásico, estos van desde los 10 A hasta los 200 A.

Estos interruptores QO y QOB son para tableros de distribución NQ, en este caso son los únicos que puede llevar este tipo de tableros, son de fácil instalación y de muy buen uso.



Imagen 22.- Interruptores termomagnéticos QO y QOB de diferentes amperes y diferentes polos.

Los interruptores termomagnéticos EDB y EGB son de capacidad interruptiva diferente pero son capacidad de amperes igual a 125 A. la capacidad interruptiva del primero es de 18 kA - 480Y/227 V c.a. y del segundo es de 35 kA - 480Y/227 V c.a. y para los EJB son de 70 A con una capacidad interruptiva de 65 kA - 480Y/227 V c.a.

La diferencia entre ellos solo radica en la capacidad interruptiva ya que de ahí soportan la misma temperatura y vienen en 1, 2 y 3 polos igual dependiendo al componente a alimentar, este se utilizara dependiendo el tipo de marco que tenga el tablero de distribución NF, estos no pueden ser utilizados en un tablero NQ y aunque son parecidos a los que llevan los I-LINE por el tipo de marco tampoco se pueden utilizar para ellos.

Por lo general estos tipos de interruptores necesitan zapatas para su uso están para la instalación de los interruptores primero hay que asegurarse de que se cumple con los requisitos de espacio mínimo entre el interruptor y las partes metálicas, conectadas a tierra, más cercanas.

La oferta estándar de interruptores de montaje individual viene con zapatas en ambos extremos para la conexión de línea y carga respectivamente, la letra L en la tercera posición del catálogo. Existen otras posibilidades en cuanto a configuración de zapatas como son:

Letra "P" zapatas solo del lado carga, para uso principalmente en centro de control de motores.

Letra "F" sin zapatas, para conexión a barras como en los interruptores de marco P.

Las medidas de las zapatas van dependiendo de la medida de los marcos y el tipo de interruptor a utilizar, estas zapatas no necesariamente se usan pero en la mayoría si es utilizado, su compra en ocasiones es por separado.



Imagen 23.- Interruptores termomagnéticos para tableros NF.

Los otros tipos de interruptores son para los tableros I-LINE esos son los de máxima capacidad tanto en voltaje como en amperes.

En los tableros I-LINE HCM, HCP y HCR-U se puede instalar, como si fuese un interruptor derivado, un dispositivo de protección de sobretensiones (DPS) tipo enchufables con tecnología de varistores de Oxido Metálico modulares, con dispositivo de desconexión y protección mediante interruptor FC o FI.

Cada módulo incorpora los siguientes modos de protección: línea-neutro (L-N), línea-línea (L-L), línea-tierra (L-G), y neutro-tierra (N-G). Posee un sistema de filtro con alto nivel de atenuación de ruido EMI/RFI. Incorpora un sistema de monitoreo continuo en línea del estado del dispositivo, y una señal mediante LED indicando la pérdida de alguno de los módulos de supresión por fase (Verde/Rojo).



Imagen 24.- Interruptor Principal de 400 A para tipo marco L.

Esto es conforme a los componentes normales por que igual habían casos donde se tenía de otro elemento para llegar a su destino ya sea un supresor de picos o un dimmer, ya que eran plazas donde era necesario llevarlos con la finalidad de ahorrar energía eléctrica mientras no estaba en uso o simplemente eran aparatos que debían de ser protegidos en caso de elementos electrónicos.

A) Regulador y Dimmer

En casos particulares teníamos un 4to elemento del cual se hablara ahora, ya sea un regulador o un dimmer para que los alimentadores llegaran a su destino, en ambos casos el alimentador salía desde el aparato hasta los componentes alimentados, el regulador se utilizaba para componentes en su mayoría electrónicos y el dimmer se utilizó para el control de luminaria.

Hablaremos un poco de ambos casos ya que es de importancia saber de estos casos, empezaremos hablando del regulador del voltaje.

Para regular un contacto existen tres tipos de poder hacerlo ya sea con un supresor de picos, un regulador o un No Break, se hablaran de los tres por separados pero el que se utilizó en este proyecto fueron los reguladores que estos iban conectados directamente a un tablero de distribución.

En realidad se les llama supresor de sobretensión transitorio (SSTV), se instalan cuando el suministro eléctrico que hace funcionar un equipo, presenta elevaciones repentinas y peligrosas de voltaje en cuestión de milisegundos, que son muy riesgosos para el funcionamiento de los equipos. Su función es simplemente cuando detecta un sobre voltaje transitorio, lo suprime y lo manda a tierra de manera que ese pico de voltaje no llega a ningún equipo o máquina, haciendo que el equipo no se descomponga y dure más tiempo.

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante. El funcionamiento del regulador consistirá en detectar el voltaje suministrado por el alternador de manera que cuando llegue a un valor elevado o bajo se mantenga ese voltaje sin salir de un rango necesario para que el equipo opere adecuadamente.

El No Break es un salvavidas eléctrico que ante una ausencia repentina de energía, proveerá de electricidad a los aparatos que se tengan conectados gracias a sus baterías internas recargables. Los No break solo se utilizan para aparatos electrónicos, no son apropiados para proteger aparatos electrodomésticos (refrigeradores, lavadoras, planchas etc.) todo depende de las propias necesidades del equipo que vaya a proteger el usuario, porque puede ser que en la zona donde vive ocurran cotidianamente fallas eléctricas y eso a la larga podría estar dañando los aparatos electrónico.



	BARRA	SUPRESOR	REGULADOR	NO BREAK
Más contactos.	⚡	⚡	⚡	⚡
Protección contra picos.		⚡	⚡	⚡
Regulación de voltaje.			⚡	⚡
Respaldo/Batería.				⚡

Imagen 25.- Tabla de elementos que sirven para regular el voltaje.

Ahora nos toca hablar de los elementos de dimmeo para este proyecto se utilizó el dimmer de la marca Levitón el modelo es el A200 y se utilizó para 12 y 24 circuitos.

El a200 es un gabinete compacto y de alto rendimiento que el desempeño con la capacidad de controlar una amplia variedad de cargas eléctricas.

Es una solución ideal para aplicaciones utilizadas en este proyecto en cafetería, salones de eventos, área de boliche. En lugares donde se requieren una única fuente de atenuación para una amplia gama de cargas. El diseño modular del dimmer permite un servicio rápido tanto de los módulos de regulación como de la electrónica de control. El recinto superficial puede montarse fácilmente enrasado y encaja dentro de dos anchos espárragos.

Los gabinetes de módulos digitales del a2000 son fáciles de instalar y funcionan con prácticamente todos los tipos de iluminación, incluyendo lámparas fluorescentes de 120 y 227 V a.c. ; este gabinete de gran vanguardia se integra perfectamente con los controles preestablecidos o manuales, la automatización del edificio, la cosecha de luz del día y los sistemas de reloj de tiempo.

El a200 es una plataforma de regulación muy versátil que soporta una amplia gama de requisitos de control, también tiene algunos beneficios esenciales como se verá a continuación:

- Totalmente programable desde el panel frontal.
- módulos dimmer enchufables para un fácil mantenimiento.
- Circuito regulado de doble SCR resistente para un rendimiento y una fiabilidad superior sobre los dimmer de triac.
- Buen sistema de enfriamiento y además tiene una memoria no volátil.

- Fácil instalación gracias a sus dos espárragos, y con gran espacio para instalar los cables, su montaje es en superficie o empotrado.
- Funciones individuales de dimmeo por circuito según se requiera.



Imagen 26.- Dimmer Levitón A2000 para 24 circuitos.

B) Otros elementos.

Fueron también instalados otros elementos pero la empresa ICES no obtuvo información de ello, ya que otras empresas que contrato la administradora del hotel Moon Grand Palace se encargó de la instalación como fue en la parte del lobby vip entro una empresa de gran Bretaña a instalar dispositivos de iluminación que solo ellos tuvieron información, se instaló elementos de fuerza y cocina especiales que solo la empresa de nombre Fuego se encargó, se instalaron dispositivos contra incendio que fueron puesto en gran parte del proyecto pero la información quedo solo en la empresa Migo que fue la encargada de esos elementos, así como también se instalaron motores para el área de osmosis que no se tiene mucha información de ellos, y muchos elementos de control también fueron instalados pero esa información solo lo tienen otras empresas externas.

Estos elementos extras que fueron instalados en parte del proyecto no se tienen información alguna más que imágenes que serán agregadas al final de este artículo para ubicación y entendimiento de los lectores, ya que de igual manera es importante conocerlos.

Estos elementos los instalaron otras empresas, ya sea por motivo de tiempo, es decir, si lo instalaba nuestra empresa se llevaría más tiempo o en algunos casos las empresas que instalaban los elementos eran los más aptos para ese trabajo ya que eran sus productos, pero la empresa ICES se encargó del 80% de la iluminación de este proyecto eléctrico, entendiendo también que en este artículo solo se habla del edificio central del hotel ya que es la parte asignada.



Imagen 27.- Empresa Boii encargada de realizar trabajos en el área del Lobby VIP.

Es así como vemos que cada circuito alimentado tiene en su trayectoria parte del cálculo eléctrico, mano de obra de primera calidad nacional e internacional, seguridad y protección en cada componente alimentado, tiene dispositivos de control en algunas partes para reducción de costos, y por su puesto todo esto bajo las normas eléctricas mexicanas que se encargan de regularizar cualquier circuito alimentado en este proyecto.

Otro de los elementos que estaban en la obra eléctrica eran los tableros de emergencia o pruebas, esto ya que la obra habían ocasiones que no aún no estaba alimentado el área donde se necesitaba trabajar y por las tardes la luz era escasa, entonces metían focos con tableros de pruebas que alimentaban el área, el otro caso era que había áreas donde se necesitaba tenerlos por emergencia que se llegara a necesitar, es decir, que surgiera un apagón en el área que se trabajaba estos tableros apoyaban a energizar mientras se veía la falla.



Imagen 28.- Uso de tableros de Emergencia o Apoyo en áreas que se requiriera.

II.III.- CARGAS AL TRANSFORMADOR.

El transformador es un dispositivo que permite modificar potencia eléctrica de corriente alterna con un determinado valor de tensión y corriente en otra potencia de casi el mismo valor pero, generalmente con distintos valores de tensión y corriente.

Es una maquina estática de bajas perdidas y tiene un uso muy extendido en los sistemas eléctricos de transmisión y distribución de energía eléctrica.

En este proyecto se habló al principio del artículo acerca de los transformadores que se utilizaron en cada subestación, los valores de tensión y corriente que se utilizaba, y el área donde este tendría su función. Ahora hablaremos del transformador y sus dos componentes importantes, el seccionador y el tablero general.



Imagen 29.- Energizando el primer Seccionador en la obra.

Un seccionador es un aparato eléctrico que protege a los transformadores, también sirve para energizar o desenergizarlos transformadores para su mantenimiento o cambio, este es parte importante de la subestación.

El seccionador que se utilizó en esta obra eléctrica fue el modelo RM6 de la marca Schneider Electric, el cual se encuentra antes de cada transformador para seguridad del transformador.

Entendemos que el seccionador es la protección del transformador, después de esto se conecta a un tablero general que es de ahí donde se reparte la energía eléctrica de media a baja tensión por medio de los tableros de distribución que se vieron en el tema anterior.



Imagen 30.- Seccionadores en el interior de la subestación J.

Ahora hablaremos de los tableros de distribución antes de entrar a detalle con los transformadores y sus cargas en su interior.

El tablero general es el lugar donde parten las cargas, es de ahí donde la energía eléctrica se distribuye a los tableros derivados, este almacena la carga de los transformadores y los ajusta al requerimiento que se necesite.

El tablero general tiene una función similar a un tablero derivado, de ahí parte la energía eléctrica a entregar, es un punto donde se puede adaptar los amperes que se necesite y es administrador de la carga que pasa por ello.

La carga que pasa por el TG se distribuye en tableros derivados, y la carga que pasa por los tableros derivados se va a los circuitos, los TG también tienen interruptores que sirven de protección con la única condición que el interruptor principal de los tableros derivados sea igual o de menor capacidad que el que se encuentra de distribución en el TG.

Otra diferencia que se encuentra es que los tableros generales tienen que estar dentro de un lugar fresco y además cerca del transformador, donde a cada momento se monitorea su equivalencia por medio de un control lógico programable, ya que se podría decir que el TG es un administrador de cargas del transformador ya que de ahí se parte a lo necesario por el usuario.



Imagen 31.- Instalación del Tablero General que va conectado al transformador 4.

Los transformadores se miden la carga de acuerdo al balance que ahí entre sus fases, es decir que todas las fases tienen que estar balanceada para su perfecto funcionamiento.

Balance, “balanceo” o equilibrio de cargas se refiere a lo mismo, es la distribución de las cargas existentes en una instalación eléctrica, de tal manera que las fases que la alimentan lo hagan más o menos en la misma proporción para todas. Si la instalación es monofásica es obvio que no se requerirá ningún balance. Si la instalación es bifásica o trifásica por norma oficial se tiene que hacer.

El equilibrio de las cargas tanto en anteproyectos como físicamente (midiendo las corrientes que circulan por los conductores alimentadores) siempre es una estimación, es sumamente complicado balancearlas y que se mantengan en constante equilibrio a lo largo de las 24 horas del día, es prácticamente imposible dado que su naturaleza es variable tanto en residencias como en comercios o en industrias, pero debe hacerse y debe buscarse que sea lo más cercano posible al equilibrio ideal en donde circularía exactamente la misma cantidad de corriente en las dos o en las tres fases requeridas para alimentarlas.

El desbalance permitido no debe exceder al 5%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas a cada Fase de un sistema bifásico o trifásico no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 5%. La fórmula para determinar el desbalance es la siguiente:

$$\% \text{Desbalance} = [(Carga Mayor - Carga Menor) \times (100)] / (Carga Mayor)$$

$$\%D = (CM - cm) \times 100 / CM$$

Ahora veremos cómo balancear de manera correcta un tablero para así poder tener el control correcto de la instalación en todo momento y no sobrepasando a las normas mexicanas.

Tienes el siguiente cuadro de cargas.

Cuadro de Cargas














C1		19	180 W	3420 W	3420W
C2		7	75 W	525 W	2,105W
		6	180 W	1,080 W	
		2	60 W	120 W	
		3	60 W	180 W	
		1	200 W	200 W	
C3		6	75 W	450 W	1,010W
		1	200 W	200 W	
		2	180 W	360 W	
C4		9	75 W	675 W	1,775W
		1	200 W	200 W	
		5	180 W	900 W	
C5		1	373 W	373 W	373W
				8,683 Watts	

Imagen 32.- Cuadro de cargas compuesto por 5 circuitos.

Observa que la instalación tiene varios circuitos (C1, C2, C3, C4 y C5), cada uno controlado por un interruptor termomagnético ubicado en el centro de carga.

Puesto que la carga total es de 8,683 Watts entonces son dos fases las que alimentarán a dicha instalación (acometida bifásica 2F-1N, o también se le llama monofásica a 3 hilos).

Resulta obvio que uno o más circuitos deben estar conectados a cada fase (dos fases en este caso). Por ejemplo: C1 y C2 podrían alimentarse/conectarse por/en la Fase 1 mientras que C3, C4 y C5 por/en la Fase 2.

Apliquemos la fórmula C1+C2, que están conectadas a la Fase 1 suman.

$$3420 + 2105 = 5525 \text{ W.}$$

C3+C4+C5, que están conectadas a la Fase 2 suman.

$$1010 + 1775 + 373 = 3158 \text{ W.}$$

Resultando: Carga Mayor = 5525 W, y carga menor = 3158 W.

Sustituyendo en la fórmula:

$$\%D = (CM - cm) \times 100 / CM = (5525 - 3158)(100) / 5525 = 42.84\%$$

Obtenemos un ENORME desequilibrio del 42.84%

¿Cómo corregirlo?

Necesitas "reacomodar" las cargas. Por ejemplo podrías hacer el siguiente arreglo. Observa cómo cambió la colocación de los circuitos en las Fases.

$$C1 + C5 = 3420 + 373 = 3793 \text{ W.}$$

$$C2+C3+C4 = 2105+1010+1775 = 4890 \text{ W.}$$

$$\text{Por lo tanto CM} = 4890 \text{ W. Y cm} = 3793 \text{ W.}$$

$$\text{Aplicando la fórmula \%D} = (\text{CM}-\text{cm}) \times 100 / \text{CM} = (4890-3793)(100)/4890 = 22.43\%$$

El porcentaje bajó del 42.84% al 22.43% pero todavía rebasamos el 5% permitido así que nuevamente procedemos a reacomodar cargas.

Probemos el siguiente arreglo de la imagen 33.

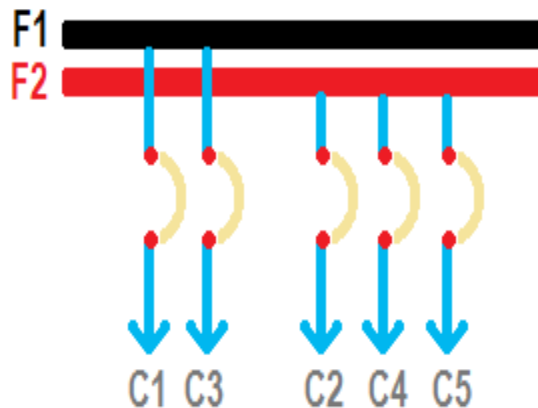


Imagen 33.- Arreglo para el balance de fases.

$$C1+C3 = 3420+1010 = 4430 \text{ Watts.}$$

$$C2+C4+C5 = 2105+1775+373 = 4253 \text{ Watts.}$$

$$\%D = (4430-4253)100/4430 = 3.99 \%$$

Podemos observar como el balance entra en las reglas permitidas y así podemos entender cómo se balancea cada uno de los circuitos. Físicamente implicaría que en el centro de carga “movieras” los circuitos (o los interruptores termomagnéticos los cuales protegen a cada circuito) intercambiándolos de una Fase a otra hasta que te queden igual que en el arreglo anterior.

Se realizó esta operación con tres fases lo único que cambia es que el resultado de las tres fases se divide en cada una de las fases y así se obtiene el porcentaje de desequilibrio de fases.

III.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

Como se sabe los cálculos eléctricos son la parte más importante de los proyectos de ingeniería eléctrica, ya que a través de ellos se puede encontrar la solución al problema de la obra eléctrica, así como es necesario para la empresa que ocupa el servicio, para el verificador encargado de la obra y para la misma empresa encargada de brindar el servicio para cualquier duda o aclaración.

Los cálculos eléctricos que se realizaron en este proyecto van desde medir una cantidad de metros hasta obtener el diagrama unifilar del proyecto, todo esto expresado en planos, cuadros de carga.

Como se sabe los software son una herramienta básica, ya que la tecnología ha avanzado de manera contundente, en este caso se trabajaba con el software cálculos eléctricos que se encontraba en la herramienta Excel para hacer los cálculos correspondientes de una manera más sencilla, se podrá observar en la imagen 27 la página principal de la aplicación y los tipos de cálculos que nos permitía realizar, y después hablaremos de cada uno de ellos de manera que los recordemos.



Imagen 34.- Aplicación cálculos Eléctricos en formato Excel.

Los cálculos eléctricos son la forma de justificar el trabajo hecho, estos cálculos son la forma en que se puede determinar la calidad del proyecto, por ello hablaremos de estos.

Para empezar a construir un alimentador encontramos cálculos que van en su trayectoria, no se podría decir cuál de ellos va primero, pero sí que todos tienen que ir para que el alimentador no presente falla alguna.

Primero recordaremos que la marca y el tipo de alimentador ya fue elegido y estudiado previamente, nos encontramos que por la temperatura del lugar a trabajar se utilizara tubo conduit como tubería de trabajo para la obra, y para los alimentadores de media y alta tensión se utilizara charola porta cables, eso es de suma importancia ya que de ahí parte el primer cálculo en cuestión del trayecto del alimentador.

Si es por tubo conduit este no puede tener una ocupación máxima, por lo que siempre tiene que tener libre un 60% de su interior, esto es para no generar pérdidas por calor en los conductores, para no forzar a los cables a la hora que se esté metiendo y principalmente porque es una ley establecida NOMX, que habla hacer de la ocupación de ductos en la ingeniería eléctrica.

Puesto que la tubería viene por medidas establecidas al igual que los conductores esto nos permite sencillamente, calcular la medida del cable que pasara por el tubo conduit, después ver cuantos cables pasaran y por ultimo siempre tener en cuenta que la ocupación permitida es del 40% del conduit.

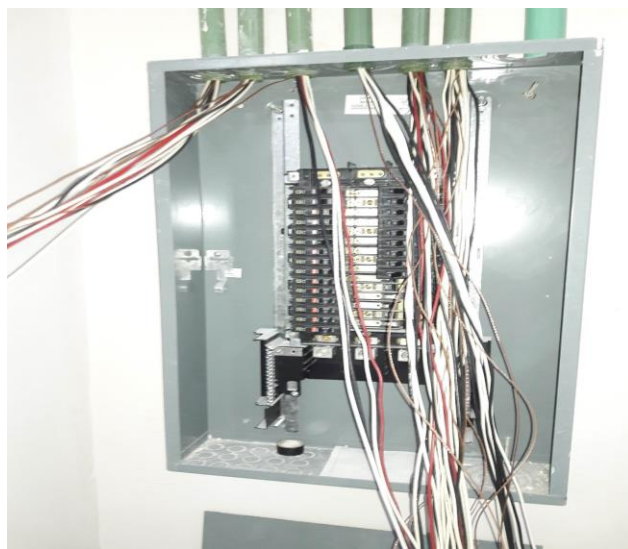


Imagen 35.- Tubos conduit transportando alimentadores a tablero derivado.

Los tubos conduit transportan de manera segura a los alimentadores ya sea, por piso, muro o techo, de una manera estética que no sea visto por los que pasen por el lugar, de manera segura analizando el tipo de cemento que pasara arriba o enfrente de ellos, cuidando la seguridad de descargas eléctricas o por corto circuito.

Como se mencionó anteriormente también se transportaban los alimentadores por medio de charola porta cables, esto es para reducir costos en tramos largos, algunos alimentadores grandes que no era factible transportarlos por conduit y también porque según los cálculos establecidos era seguro transportarlos por ellos.

Las charolas porta cables tienen una función muy importante en la industria, ya que nos permiten tener una buena distribución de fuerza en toda la instalación eléctrica que se requiera.

Los sistemas de canalización y soporte de cables eléctricos sirven para dar dirección y distribución de una forma clara y ordenada. Son de fácil instalación y no requieren de la elaboración de zanjas en la obra, por ello es una muy buena opción.

Las charolas porta cables son flexibles, ajustables y de poco mantenimiento lo que permite que se adecuen en el futuro de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Además facilitan la reparación, corrección, incremento de vías eléctricas, ubicación de fallas; dado que su exposición al aire libre facilita su supervisión y modificación, así como una constante ventilación de los cables de energía evitando sobrecalentamiento.



Imagen 36.- Colocación de Charola porta cable desde el transformador a su trayectoria.

Las charolas porta cables, normalmente están fabricadas en aluminio 6063, acero galvanizado en inmersión en caliente y acero inoxidable. Los accesorios de ensamble (tornillos, tuercas y arandelas) son de acero con acabado galvanizado.

Teniendo ya en cuenta como se transportaran los alimentadores por la obra eléctrica dentro del edificio central, considerando que los tubo conduit fueron puesto en ambos pisos, pero la charola solo fue puesto en el primer piso y en áreas donde los huéspedes no pasaran, esto por estética ya que las charolas siempre están al aire libre.

Teniendo en cuenta el transporte de los alimentadores ahora vamos a otro punto de los más importantes, lo que se la caída de tensión en los cables, la caída de tensión o de voltaje

en un sistema eléctrico es una de las fallas más comunes en una red de distribución y tiene efectos negativos considerables como pérdidas económicas importantes, daños parciales y totales de maquinaria.

La caída de tensión eléctrica se define como la diferencia de potencial que existe entre los dos extremos de una línea eléctrica. En un conductor la caída de tensión se mide en volts y existe en función del largo y de la resistencia del medio de condición eléctrica. A mayor distancia de la fuente de voltaje y mayor resistencia del conductor eléctrico existe una mayor caída de tensión.

Se puede calcular el valor de la caída de voltaje eléctrico como un porcentaje de la tensión nominal que alimenta la línea eléctrica. Una caída de voltaje de 40 volts representa un 10% de caída de voltaje en una línea eléctrica trifásica de 440 V.

Las causas más frecuentes que provocan la caída de voltaje es una distancia considerable de conexión desde el transformador eléctrico de alimentación más cercano, y en encendido en un mismo momento de bombas o motores eléctricos también lo provocan.



Imagen 37.- Área de osmosis lugar donde se ocupó muchos motores por lo que necesito tableros más grandes.

Donde los análisis fueron diferentes ya que estos tienen los motores prendidos por tiempos, tenía un control lógico programable para no gastar más de lo debido prendiendo todos los motores al mismo tiempo.

Otro cálculo importante es el de corto circuito esto en las conexiones de los alimentadores del hotel, un corto circuito puede provocar una anulación parcial o total de la resistencia en el circuito, lo que conlleva un aumento en la intensidad de corriente que lo atraviesa.

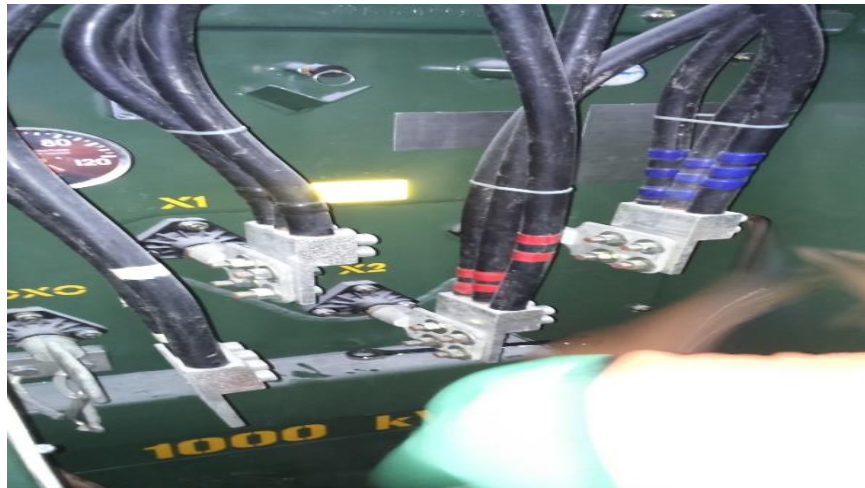


Imagen 38.- Transformador de 1000 kVA agregado por sobrecarga.

Las causas de los cortocircuitos son principalmente defectos eléctricos, que provocan fallos de aislamientos de las instalaciones, o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta, también pueden ser provocados por causas atmosféricas (descargas eléctricas en líneas de alta tensión, vientos muy fuertes que se acercan a los conductores, humedad elevada).

Pueden ser de origen mecánico (ruptura de conductores o de aislantes, caída de árboles o ramas sobre las líneas eléctricas o golpe de picos sobre cables subterráneos).

Algunas de las protecciones contra cortocircuitos son interruptores automáticos y fusibles, pueden utilizarse también la combinación de fusible-interruptor automático, y fusible-interruptor-relé termino. La condición de protección es que el dispositivo de protección actúe, cortando la corriente de cortocircuito, antes de que la instalación resulte dañada por efecto termino o electrodinámico.

La que se utilizó acá fue protección con interruptor automático este permite poder cortar la máxima intensidad del cortocircuito, fue elegido entre los demás por ser más confiable al utilizarlos en los motores.

El interruptor debe cortar la corriente del cortocircuito en un tiempo inferior a aquel que hace tomar al conductor una temperatura superior a su temperatura límite. Así en el cortocircuito el conductor no llegará a la temperatura máxima admisible. La intensidad de cortocircuito máxima debe ser menor que la intensidad que corresponde a la energía disipada admisible en el conductor.

Estos fueron colocados en algunos tableros, donde se necesitaba mayor protección para los elementos que tenía, previamente todos los cálculos fueron realizados por los ingenieros proyectistas de la empresa ICES.



Imagen 39.- Interruptor automático termomagnético, protección contra cortocircuito.

Otro cálculo en el tema de protección de circuitos es el de puesta a tierra, la puesta a tierra es una unión de todos los elementos metálicos en el circuito eléctrico alimentado que mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación de corrientes de falla o de las descargas de tipo atmosférico, y consigue que no se pueda dar una diferencia de potencial peligrosa en los edificios, instalaciones y superficie próxima al terreno.

Se debe tener en cuenta lo siguiente, según el artículo 250-95; cuando haya conductores en paralelo en varios conductos o cables, como lo permite el Art. 310-4, el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipos instalado en paralelo debe tener un calibre determinado sobre la base de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobre corriente que proteja los conductores del circuito en el conducto o cable.

Cuando se instalen conductores de varios calibres para compensar caídas de tensión, los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según su sección transversal. Cuando un conductor sencillo de puesta a tierra de equipos vaya con circuitos múltiples en el mismo conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobre corriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.



Imagen 40.- Cable de cobre desnudo, usado para toma a tierra en circuitos.

Todo esto iba expresado en un cuadro de cargas en un formato que los ingenieros realizaron bajo su criterio eléctrico en base su experiencia, es decir, que llevaba lo que se considera importante o que el verificador de la obra necesitara.

El cuadro de carga llevaba en sus detalles el tipo de tablero, eso es de suma importancia para luego ver el tipo de interruptor NO, NF o I-LINE, llevaba también el número de polos del tablero, es decir la cantidad de circuitos que puede contener el tablero de distribución y el color de tablero que sirve para ubicación. La tensión nominal del tablero, expresado en fases, numero de hilos, y la tensión expresada en voltaje, así como cuál fue la instalación del tablero en muro o para sobreponer, el tipo de corriente NEMA del circuito.

Lleva también información del interruptor principal en amperes, la corriente en barras que tiene el tablero, la cantidad de alimentador principal, el tipo de calibre, el aislante que tiene, cuantos conductores por fase tiene y la tubería donde pasa.

Para información de los trabajadores de la empresa del hotel llevaba el nombre del proyecto, el nombre del tablero, la fecha de la última actualización y en su carcasa la nomenclatura correspondiente al tablero.

En el contenido de los cuadros de carga tenía en nombre del circuito alimentado, voltaje consumido, cantidad de amperes que ocupa y los watts que consume, esto en el caso de la carga.

Los datos del conductor que contiene el cuadro de cargas es la cedula de cableado, es decir, la cantidad de alimentadores y la tierra, el tipo de calibre del conductor así como el aislante; y los datos del interruptor podemos ver el tipo y el marco que se utilizó y la capacidad del interruptor, así como sus polos.

Y como dato principal tenía el balance de cargas del tablero, que vendría siendo el desbalanceo entre fases expresado en carga máxima, carga mínima y el porcentaje de

desbalanceo, esto es el formato de la empresa ices recordando que cada empresa puede hacer su formato siempre llevando características similares, en la imagen 33 podremos observar a detalle los puntos hablados con anterioridad.


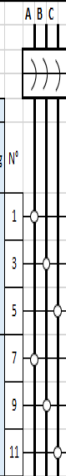
Tablero Electrico														 ICES <small>Ingeniería y Construcción Eléctrica Sustentable S.A. de C.V.</small>																														
Tipo de Tablero: I LINE		Instalación: Sobreponer		C. Interrupción (A) 10 000		Fases 3		Proyecto: COMPLEJO HOTEL MOON PALACE CANCUN QUINTANA ROO.				Fecha: 24/08/2016																																
N° de Polos 10 Espacios		Corriente NEMA 3R		Color Gris Industrial		Alimentador Principal				Nombre del Tablero: Oriental-Libanes																																		
Tensión nominal del Tablero (V) 3 Fases - 3 o 4 Hilos, 220/127 V		Corriente de Barras (A) 400		Interrupción Principal (A)		Calibre		Aislante		Cond. Por Fase		Tubería																																
																																												
Datos de la Carga				Conductor				Interrupción		Interrupción		Datos de la Acarga																																
Nombre del Circuito	Voltaje	W	A	Cedula de Cableado	Calibre	Aislante	Tipo	Int. Termomag netico	N°	N°	Int. Termomag netico	Tipo	Aislante	Calibre	Cedula de Cableado	A	W	Voltaje	Nombre del Circuito																									
R5 Registro para muro en Booster	220	4000	33.4	4-6+1-8d	6	THW	Marco "H" I-LINE	3P-40A	1	2	Marco "H" I-LINE	THW	4	4-4+1-8d	56.7	6806	6806	220	R6 Registro en muro para maq lavaloza																									
	4000	3						4	6806																																			
	4000	5						6	6806																																			
R7 Registro para muro en Booster	220	15000	125	4-1/0+1-6d	1/0	THW	Marco "J" I-LINE	3P-175A	7	8	Marco "H" I-LINE	THW	10	4-10+1-10d	10.2	850	850	220	X1 Camara de Conservacion Refrigeracion (+3° C)																									
	15000	9						10	850																																			
	15000	11						12	850																																			
R1 Registro en plafon para luces de campana	127	100	0.87	2-10+1-10d	10	THW	Marco "P" I-LINE	1P-15A	13	14	Marco "H" I-LINE	THW	10	4-10+1-10d	8.5	1061	624	220	X2 Camara de Conservacion Refrigeracion (+3° C)																									
R2 Registro en muro para cafetera express	220	2350	20	3-8+1-10d	8	THW	Marco "H" I-LINE	2P-30A	15	16										624																								
	2350	17						18	624																																			
Carcamo	220	5716	50	3-2+1-8d	2	THW	Marco "H" I-LINE	3P-60A	19	20																																		
	5716	21							22																																			
	5716	23							24																																			
									25	26																																		
									27	28																																		
									29	30																																		
														<table border="1"> <thead> <tr> <th>W</th> <th>A</th> <th>% Tension</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>33970</td> <td>99.1 0.32</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>35346</td> <td>103.1 0.34</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>35346</td> <td>103.1 0.34</td> </tr> <tr> <td>Total:</td> <td>104662</td> <td>305.2</td> </tr> </tbody> </table>		W	A	% Tension	A	33970	99.1 0.32	B	35346	103.1 0.34	C	35346	103.1 0.34	Total:	104662	305.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Desbalanceo entre fases</th> </tr> <tr> <th>Carga</th> <th>Carga</th> <th>%</th> </tr> <tr> <th>Max. W</th> <th>Min. W</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35346</td> <td>33970</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>		Desbalanceo entre fases			Carga	Carga	%	Max. W	Min. W		35346	33970	4%
W	A	% Tension																																										
A	33970	99.1 0.32																																										
B	35346	103.1 0.34																																										
C	35346	103.1 0.34																																										
Total:	104662	305.2																																										
Desbalanceo entre fases																																												
Carga	Carga	%																																										
Max. W	Min. W																																											
35346	33970	4%																																										

Imagen 41.- Formato de cuadro de cargas por la empresa ICES.

Otro cálculo que no se presenta en la empresa ya que no se obtuvo información de ello, los cuales son cálculo de protección contra descargas atmosféricas y transitorias en instalaciones eléctricas los cuales se basan en capturar el rayo en un punto determinado, para así conducir energía a tierra en forma segura y disipar la energía (sistema baja

impedancia) a una unión equipotencial para proteger equipos en líneas de potencia y en líneas de datos o comunicación.

Los cálculos eléctricos son parte principal de la obra eléctrica ya que todos los días puede haber modificaciones entre los transformadores por sobrecarga, los tableros generales por cambios en tableros derivados, los tableros derivados desbalanceados, agregar circuitos o modificarlos, todo esto va cambiando ya que el cliente sugiere modificaciones por cuestiones de estética en el hotel, porque no quedo como se esperaba o simplemente el diseño no le gusto al dueño y por lo tanto se modifica.

El trabajo en conjunto de la administradora de la obra ESCALA junto con las empresas que trabajan para la obra hace que el hotel Moon Grand Palace trate de llevar una calendarización de la obra en tiempos, esto no es del todo posible ya que en ocasiones pagan tarde y las empresas no tengan como mantener su personal, ya sea que una empresa se retrase y provoque que las demás empresas retrasen su trabajo, los retrasos puede ser también por cambios o modificaciones, todo esto viene a hacer cambios en tiempos importantes y retrasar la obra de manera que los tiempos se demoren demasiado.



Imagen 42.- Restaurante Oriental en el Hotel Moon Grand Palace.

Los ingenieros no solo solucionan los problemas diarios en los proyectos si no que se ajustan a lo que los clientes pidan día con día, esto ya que los problemas no son rutinarios si no nuevos, los cálculos eléctricos facilitan a los ingenieros para desarrollar ideas fáciles y que reduzcan el tiempo de la obra de manera fácil, así como para que los trabajadores se ajusten a lo que los ingenieros vean como la mejor solución.

Por ultimo podría agregar que cada uno de los cálculos eléctricos hablados con anterioridad fueron orientados por el ingeniero proyectista Carlos Rojas de la ciudad de México, un gran ingeniero con experiencia de 28 años en la industria eléctrica encargado del área de

ingeniería, cabe resaltar que los conocimientos del ingeniero hicieron del proyecto algo más práctico.



Imagen 43.- Cerrando Tableros terminados con los cálculos correspondientes.

IV.- PLANOS FINALES.

Los planos o esquemas eléctricos son una representación gráfica, abreviada y simbólica de un circuito o instalación eléctrica.

Estos nos sirven para orientar al trabajador a para acotar sus medidas de manera exacta, para identificar el número de circuitos en un área establecida, generar costos y presupuestos, el conjunto de conductores y por ultimo de información para los verificadores de la obra.

En Moon Grand Palace se diseñó un proyecto con cantidad de luminaria, cotas en algunos lugares y especificaciones, cuando la empresa ICES gana el concurso ya había dado costos de lo necesario para realizar el proyecto generando un catálogo de venta para así poder hacer sus estimaciones.



Imagen 44.- Realizando Cotas de acuerdo a los planos.

En el transcurso se fueron haciendo modificaciones a los planos iniciales, ya sea por mejorar la estética o no quedo como se esperaba, esto provoco cambios en los esquemas eléctricos de manera constante y problemas en algunos tableros derivados, que gracias a la capacidad de los ingenieros proyectistas fueron resueltos de la manera más rápida y efectiva.

En la imagen 45 veremos cómo se realiza los esquemas eléctricos y lo analizaremos, recordando que fueron cambiados constantemente y analizados de manera constante.

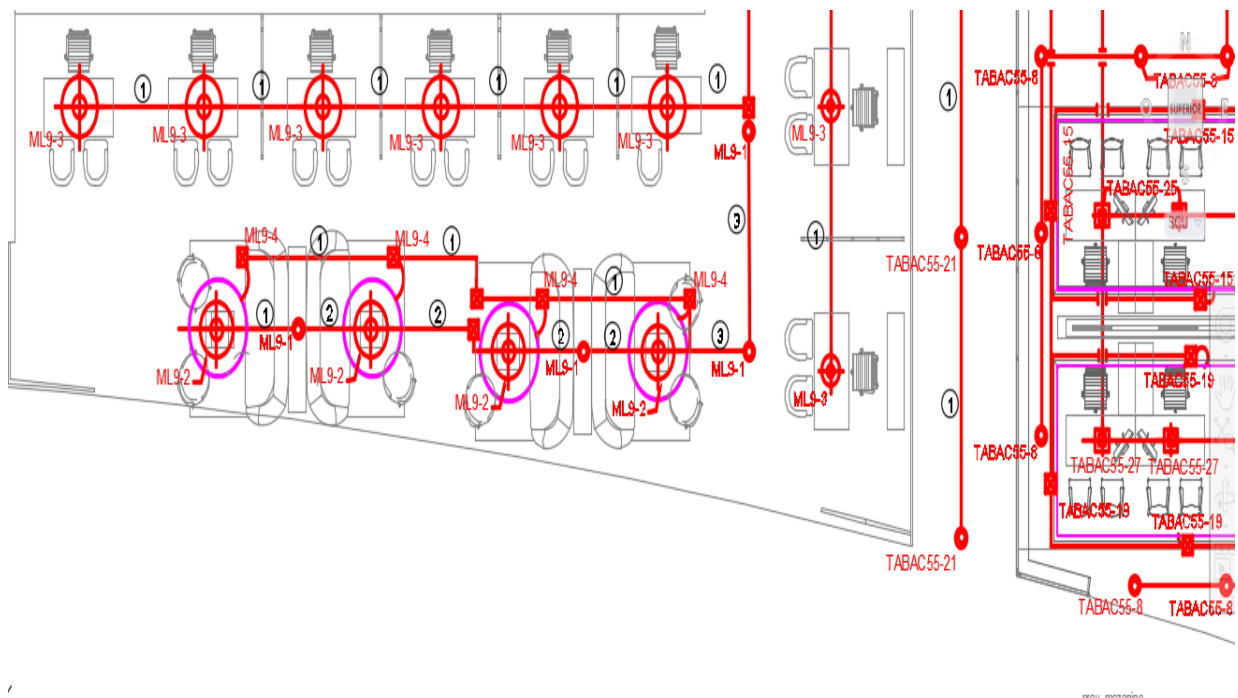


Imagen 45.- Esquema eléctrico Mezzanine.

Se puede observar que el esquema muestra el área de la recepción para clientes vip, se puede observar que es un diagrama de luminarias, en el cual se observa:

Tipos de luminarias.

El recorrido del alimentador.

Circuito de donde provienen.

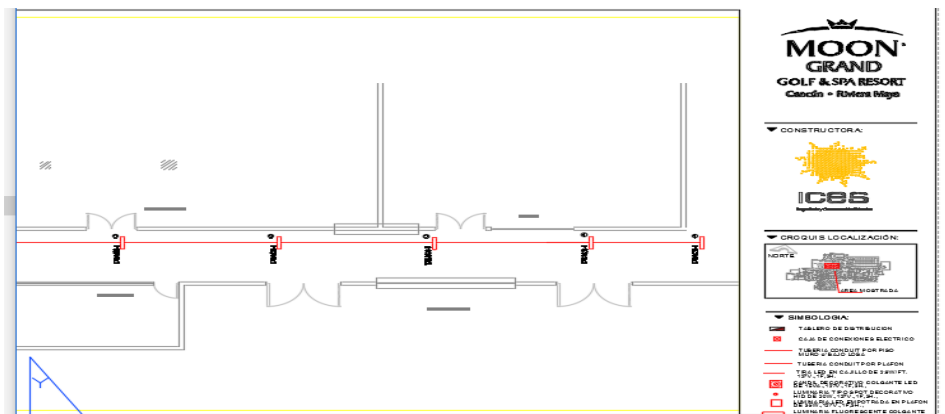
Cantidad de circuitos.

Tablero derivado de donde pertenecen.

Los esquemas fueron todos similares en su composición, incluían la misma información, los cuales cambiaban era los de contactos; esto ya que se agregaba contactos normales y regulados.

Los esquemas eléctricos a diferencia de los cálculos eléctricos son de igual importancia con la única diferencia que los esquemas son representación en imagen del resultado y los cálculos son representación matemática de la solución de problemas, ambos son parte de la ingeniería y tienen un valor importante.

Los esquemas eléctricos son el resultado final del proyecto junto con los cuadros de carga, a continuación veremos el tipo de marco que lleva para ser validado y los datos de información que muestra al que revisara, todo esto con la finalidad de hacer lo más entendible.



<p>▼ NOMENCLATURA INDICADOR DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TABAC356 - INDICA NÚMERO DE CIRCUITO</p> <p>▼ DATOS DEL PROYECTISTA:</p> <p>NOMBRE _____ CEDULA PROFESIONAL _____ EMAIL <u>crojas@icesmexico.com</u> (01 871) 7317525 TELÉFONO _____ 7 de Octubre de 2016 FECHA _____ FIRMA _____</p> <p>▼ SOLICITANTE DE VERIFICACIÓN</p> <p>DIRECCIÓN: CARRETERA FEDERAL CANCUN-CHETUMAL KM 340, CP. 77500, CANCUN, BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO</p> <p>TELÉFONO: (998)193-2010</p> <p>C. ELECTRONICO: @palaceresorts.com</p> <p>GIRO: HOTEL</p>	<p>▼ PROYECTO: PALACE RESORTS S.A. DE C.V.</p> <p>▼ ESCALA: 1:150</p> <p>▼ ACOTACIONES: S/A</p> <p>▼ No. ARCHIVO</p> <table border="1"><tr><td>MG</td><td>MG-IEC-XXX</td></tr></table> <p>▼ TÍTULO</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS COMEDOR DE COLABORADORES, PASILLO COLABORADORES, PASILLO PRINCIPAL Y PASILLO H A C I A T E A T R O</p> <p>EDIFICIO CENTRAL HOJA 22</p>	MG	MG-IEC-XXX
MG	MG-IEC-XXX		

Imagen 46.- Marco para los esquemas eléctricos.

El esquema eléctrico realizado por la empresa ICES llevaba el formato de la imagen 36, el cual al principio empezaba con el logo del cliente, después con el logo de la empresa, luego con el croquis de localización el cual muestra el área a trabajar en un plano de todo el hotel, teniendo como referencia el norte.

El marco continuaba con la simbología eléctrica aplicada, es decir los elementos que aparecen en el esquema con información del alimentador y del tablero de distribución, el siguiente punto es la nomenclatura de los tableros de distribución que aparecían y el número del circuito.

Continuaba con los datos del proyectista encargado de la obra autorizado con su firma para validez oficial, luego datos como el solicitante de verificación del cliente, así como la escala del esquema y si tenía acotaciones o no; el número de archivo fue de acuerdo al proyectista creando nomenclaturas propias identificación rápida y el título del área trabajándose con datos como el área abarcada, si es de luminaria, contactos, válvulas, etc. Por ultimo en algunos planos se utilizaba más de una hoja por lo que era necesario poner que hoja era.

Existen también los planos de trayectoria de charolas y tubería, esos para información. Existen los planos de cotas esos para especificaciones de medidas para colocar luminarias, contactos u otros dispositivos, todo esto en cuestión de medidas.

Con el fin de dar cumplimiento a la norma NOM-029-STPS-2005, la cual indica en el inciso 5.2 que debe “contar con el diagrama unifilar de la instalación eléctrica del centro de trabajo actualizado y con el cuadro general de cargas”.

El diagrama unifilar es una representación gráfica integral y sencilla del sistema eléctrico, en el cual se indica las subestaciones, transformadores, tableros, circuitos alimentadores y derivados, así como la interconexión entre ellos.

Para el levantamiento y elaboración del DU, debe contener los siguientes datos:

Suministro de energía eléctrica el cual es la tensión, frecuencia, número de fases y número de hilos. Los circuitos eléctricos con su capacidad (kW), capacidad del interruptor, longitud,

cantidad y calibre de conductores, con el tipo de canalización. Los transformadores y su potencia en kVA, número de fases, tipo de conexión, tipo de enfriamiento, tensión, impedancia y elevación de temperatura.

En el caso de los tableros debe llevar la capacidad en barras, tensión, número de fases, número de hilos y frecuencia. En los interruptores la información es su capacidad, número de polos, tipo de marco y disparo. Las cargas deben mostrar su capacidad en kW, C.P. o en kVA.

El diagrama unifilar también tiene que llevar los transformadores de corriente y potencial, en este caso su relación de transformación y cantidad. Los instrumentos de medición también son agregados en el DU, informando su rango de medición, cantidad, indicar si es analógico o digital, así como parámetros que mide. Por último la planta de emergencia informando su capacidad en kW o kVA, fases, frecuencia, tensión, rpm y factor de potencia. En todos casos se indicará identificación del equipo y ubicación del mismo.

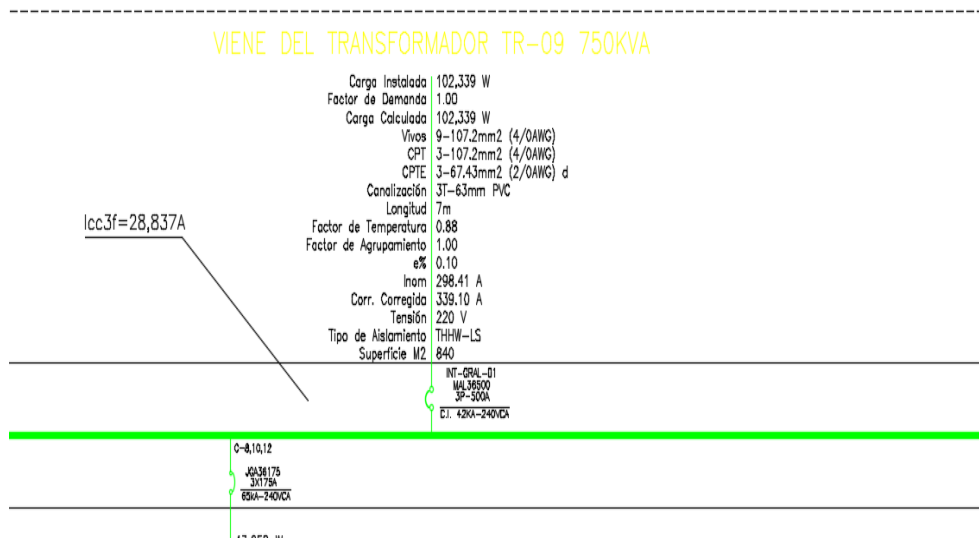


Imagen 47.- Diagrama Unifilar y Cuadro de Cargas del TR-09 de la subestación J.

Por una parte los diagramas unifilares se hacen por cumplimiento de la norma pero también por conocimiento integral del sistema eléctrico, este ayuda en la toma de decisiones relativas al crecimiento del sistema, localización y separación de fallas principalmente, así como facilita el estudio de la ingeniería, tales como corto circuito, coordinación de protecciones y flujos de carga, alguna de las ventajas de los DU.

Estos son los planos informativos del proyecto, de igual manera existen diagramas para cobro que es una parte importante, ya que los costos y precios ya fueron establecidos pero para ser cobrados se necesita de generadores.

Los generadores de obra son el documento mediante el cual se representan los volúmenes ejecutados de un cierto trabajo en específico, con el fin de calcular un monto por estimar.

Los generadores deben contener información clara y concisa teniendo como principal objetivo mostrar al supervisor o auditor el contenido que demuestre que los datos son correctos y que por ninguna razón cree confusión hacia el intérprete.

Durante la obra es necesario llevar un registro del proceso de los trabajos, para los cuales se cuenta con los formatos de supervisión como son álbum fotográfico, reporte de avances financieros, cantidades de obras realizadas.

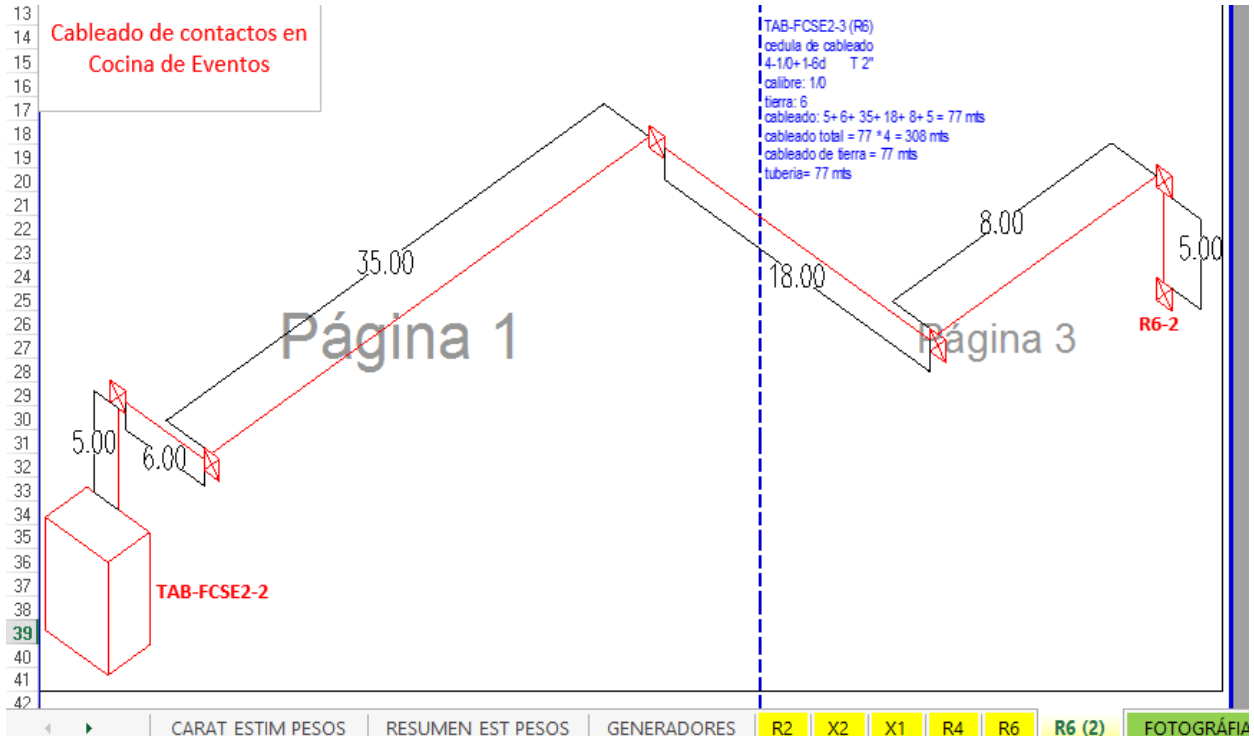


Imagen 48.- Generador de obra del circuito R6-2 de Cocina de Eventos.

Los generadores de obra en la empresa ICES llevaban en su información la cantidad de metros del alimentador, la cedula de cableado del alimentador, el nombre del circuito a cobrar y el área donde se encuentra lo que se va generar.

Este formato realizado en Excel contiene pestañas para los demás circuitos, donde podemos ver cada uno de los trabajos realizados de manera semanal, y así como anexada a la información las fotografías del lugar trabajado.

En estos generados llevaba dibujado en los componentes utilizados en el trayecto del alimentador hasta el transformador, como el tipo de cable para línea, el cable para tierra, y la cantidad de tubería y la medida que se utilizó, todo esto expresado en metros. Así como los demás elementos como son conector de PVC y medida, Caja cuadrada y medida, abrazaderas en caso de llevar y su medida, todo esto expresado en cantidad de piezas.

Estos generadores contienen COCA, esto por la deformación de los cables eléctricos en su instalación esto debido a la torsión que están sometidos, pero en el caso de los generadores

de obra conlleva un cobro anexado que va desde los 90cm hasta los 5mts dependiendo donde lo instalado.

Los generadores eran cobrados por medio del análisis del precio unitario representado en el concurso previo, es decir todos lo que se estaba cobrando previamente fue analizado.

El precio unitario viene cobrado el material a instalar, este puede ser canalización, cableado o postura de un elemento en específico. En la imagen 39 podremos observar el cobro de "Suministro e Instalación de Tablero tipo NQ 30 polos, barras de 225A, interruptor principal de 225A, 3F, 4H, 60Hz, 220V en gabinete NEMA 1 Servicios generales tipo sobreponer, marca Square D o similar.

En el cual viene cobrado primeramente el tablero como material, luego se cobra la mano de obra en el cual se paga a un oficial eléctrico y un ayudante eléctrico, con su cantidad en horas y su costo en pesos mexicanos para después hacer el total, por último es cobrada la herramienta por utilidad en su desarrollo de la postura.

Luego tenemos para el total del precio unitario una suma de elementos como son, costo directo, costo indirecto, costo indirecto de campo quedando acá el primer subtotal, luego se agrega financiamiento y se llega al segundo subtotal, para después poner la utilidad y cargos adicionales en caso de haber, esto nos ayuda a tener el precio unitario del ejemplo mostrado en la imagen.

Pero los costos también van por posturas de interruptores, suministro de cable, canalización, suministro de charola, suministro de conector, etc. Todo lo puesto en el transcurso de la obra sin dejar ni un elemento fuera puesto que no se podría cobrar posteriormente.

Obra:						
Presupuesto: Alimentación a cocinas [2 de 2] Cocinas Eventos, Cocina 2 Orientallibanes, Cocina Boliche, Cocina Mexicano, lobby bar, Night Club, Show Kitchen						
PRECIOS MXP						
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
TAB-FCSE-1	Suministro e Instalación de Tablero tipo NQ 30 polar, barrar de 225A, interruptor principal de 225A, 3F, 4H, 60Hz, 220V en gabinete NEMA 1 Serviciar generaler tipazabrepaner, marca square Dazimilar				Pza	
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	
Materialer						
HTAB-FCSE-1	Tablero tipo NQ 30 polar, barrar de 225A, interruptor principal de 225A, 3F, 4H, 60Hz, 220V en gabinete NEMA 1 Serviciar generaler tipazabrepaner, marca square Dazimilar	Pza	1.00000	\$ 17,200.00	\$ 17,200.00	
Suma de Materialer					\$ 17,200.00	
Mann de Obra						
OE	Oficial Electrica	jar	2.50000	\$ 597.47	\$ 1,493.68	
AE	Ayudante electrica	jar	2.50000	\$ 363.22	\$ 908.05	
Suma de Mann de Obra					\$ 2,401.73	
Herramienta						
HER	Herramientar	(x)ma	0.05000	\$ 2,401.73	\$ 120.09	
Suma de Herramienta					\$ 120.09	
Costo Directo					\$ 19,721.82	
				Indirectar	x 7.00	\$ 1,380.53
				Indirectar de Campa	x 4.00	\$ 788.87
Subtotal					\$ 21,891.22	
Financiamiento					\$ 0.00	
Subtotal					\$ 21,891.22	
				Utilidad	x 3.00	\$ 656.74
				Carqur Adicionaler		\$ 0.00
PRECIO UNITARIO					\$ 22,547.96	

Imagen 49.- Formato de análisis de precio unitario.

Pero los generadores y el precio unitario serán expresados en un resumen de estimación, en el cual ira de una manera más practica el cobro de lo que se realizó, es decir, los generadores son ilustraciones de lo que se realizó, la cantidad de material utilizado y el trayecto de lo que se cobrara, y el precio unitario es en detalle el cobro de cada elemento en lo instalado.

El resumen de estimación es el documento que conlleva el periodo trabajado y el cobro, haciendo un análisis de lo que hace falta, lo que ya se cobró, lo que se cobrara y lo ya cobrado. En este caso se da el precio unitario sin entrar a detalle, se da la cantidad y los materiales utilizados y el área de trabajo de lo cobrado así como el número de contrato actual.

El resumen de estimación es un punto intermedio entre la empresa que da el servicio con la empresa que administra la obra, para que luego la administradora pase la información y especifique que es cierto con la empresa que requiere el servicio.

Este resumen de estimación es a convenio de la empresa, pues lo puede pedir diario, cada dos días, cada semana, cada quince días, etc; esto dependiendo de cómo la empresa solicite requiera pagar a sus empresas que están trabajando.

El resumen de estimación tiene el nombre de la obra, el número de estimación el periodo trabajado y la empresa que está realizando el servicio.

En información de lo que se va cobrar tiene una clave especificada, conlleva el lugar donde se está trabajando, la cantidad en unidad esto previamente analizado a detalle en el precio unitario. Como información de cobro tiene el presupuesto que a utilizar, la estimación que se está cobrando en el periodo en cantidad de lo que se realizó y cobrado en pesos mexicanos, y después el acumulado actual para poder obtener el total.

RESUMEN DE ESTIMACION							
Obra: MG0314 - MOON GRAND PALACE							
Contratista: ICES (INGENIERIA Y CONSTRUCCION ELECTRICA SUSTENTABLE S.A. DE C.V.)							
Est. N°:	1		Periodo:	01-1 AL 14-03		Fecha:	14-mar-17
Clave	Concepto	Unidad	Presupuesto	Esta Estimación		Acumulado Actual	
			Cantidad	Cantidad	Importe	Cantidad	Importe
	Cocinas Eventos				\$ -		\$ -
	Cocina Eventos TAB-FCSE-1				\$ -		\$ -
TAB-FCSE-1	Suministro e instalación de Tablero tipo NQ 30 polos, barras de 225A, interruptor principal de 225A, 3F, 4H, 60Hz, 220V en gabinete NEMA 1 Servicios generales tipo sobreconer. marca square D.o similar	Pza	1	1	\$ 22,547.96	1.00	\$ 22,547.96
QOB115	Suministro e instalación de interruptor termomagnético tipo QOB de 1P, 15A, 127V. Catalogo QOB115	Pza	4	4	\$ 710.84	4.00	\$ 710.84
QOB130	Suministro e instalación de interruptor termomagnético tipo QOB de 1P, 30A, 127V. Catalogo QOB130	Pza	8	8	\$ 1,421.68	8.00	\$ 1,421.68
QOB230	Suministro e instalación de interruptor termomagnético tipo QOB de 2P, 30A, 127V. Catalogo QOB230	Pza	4	4	\$ 1,822.12	4.00	\$ 1,822.12

Imagen 50.- Formato Resumen de estimación.

Esto fue lo realizado en esta obra eléctrica en el proyecto del Hotel Moon Grand Palace en Cancún, realizado por los ingenieros Enrique Delgadillo, Gerardo Puentes, Alfredo Cardona y Carlos Rojas, Ing. Enrique como Residente de obra, el enlace entre la empresa ICES en cuestiones de costos a la obra según lo que se necesite y realizando formatos de precios unitarios y estimaciones. El Ing. Alfredo como Supervisor de Obra, el enlace de la empresa para la administradora y realizando generadores de obra para cobro inmediato. El Ing. Carlos como proyectista y encargado del área de ingeniería, realizando cálculos eléctricos y generando soluciones en baja tensión. El Ing. Gerardo Gerente de Alta Tensión y encargado de la obra, solucionando los problemas diarios y encargado de que el servicio proporcionado sea el requerido por la empresa.



Imagen 51.- De izquierda a derecha, empezando con el gerente de alta tensión y encargado de la obra ing. Gerardo Puentes, gerente de baja tensión ing. Enrique Delgadillo, residente de obra ing. Antonio Sanchez, gerente de obra ing. Alfredo Cardona.

El proyecto en baja tensión ha sido un éxito hasta el momento gracias a la capacidad de los ingenieros encargados solucionando los problemas diarios y con la experiencia que tienen en obras eléctricas, realizando el apoyo a residentes para generar mejores ingenieros y con capacidad de solucionar retos de ingeniería.



Imagen 52.- Área de Boliche alimentada eléctricamente y puesta en marcha.

V.- CONCLUSIÓN.

La parte del estudiante en ingeniería involucrado en las residencias eléctricas es una experiencia inigualable ya que es una oportunidad al mundo laboral el cual permite desarrollarse profesionalmente, en este proyecto en baja tensión se desarrollaron cualidad de ingeniería que la universidad te lo enseña pero es acá donde se aplica lo aprendido y por aprender.

El proyecto desarrollado de expansión del Hotel Moon Grand Palace sin duda es una oportunidad única, ya que es un proyecto donde se viene trabajando desde octubre del 2016 y el cual se ha venido desarrollando de manera conjunta con otras empresas, donde se aplicó cálculos eléctricos y software de apoyo en ingeniería.

En el tema de baja tensión ahí mucho que aprender aun, ya que es un mundo nuevo donde no solo se trata de cables, se trata de saber manejar los problemas, solución inmediata a retos diarios y manejo de personal de buena manera, es una manera competitiva y humana del ingeniero eléctrico de cómo desarrollarse y en ocasiones la universidad no te ha ese tipo de prácticas.

El proyecto realizado en Cancún es un trabajo en conjunto desde realizar cálculos en el área de ingeniería hasta el desarrollo de la trayectoria de un alimentador en la obra eléctrica realizado por los oficiales eléctricos, hasta el dibujo de un plano elaborado por ingenieros así como el realizar un contrato de un nuevo personal realizado por el área de recursos humanos, no solo es ingeniería es una parte de la vida del esfuerzo en conjunto de personas.

Durante la obra eléctrica se observó que los alimentadores aparte de ser la parte principal parte del proyecto va de una manera en que se pretende asegurado por las normas mexicanas e internacionales, con los cálculos eléctricos correspondientes con la idea de que no fallen en ningún momento y sea el adecuado, pero la parte fundamental es que lleva una historia de tiempo, de personas y de ingeniería, que hacen que no solo sea un alimentador si no sea un estilo de vida.

Concluyo en la idea de que la ingeniería eléctrica a lo largo del proyecto no fueron tan solo números, si no también fueron retos personales al resolverlos, no fue tan solo un proyecto fue mi primer desarrollo profesional en el campo laboral, no fue tan solo un proyecto de residencia fue parte de mis pensamientos, no fue tan solo terminar un proyecto de ingeniería, fueron días de trabajo y estudio personal donde un error no es algo teórico es algo que no se puede permitir pasar ya que de eso depende en si el resultado de una obra eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización). Edición 2012, México
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medidas. Ed. 2002, México
- Manual eléctrico Viakon Conductores Monterrey. Ed. México, segunda edición enero 2011
- Catálogo Compendiado no. 32 Schneider Electric. Edición 2010, México
- Transformadores y Motores Eléctricos. México: Editorial Limusa 2001, 252 pp.4. Koenigsberger, Rodolfo
- Análisis de Circuitos en Ingeniería. Editorial Mc Graw Hill Ed.2007.
- Circuitos Eléctricos, editorial Pearson Prentice Hall, séptima edición 2005.
- Análisis de sistemas eléctricos de potencia, editorial McGraw Hill, segunda edición, autor William Stevenson.

GLOSARIO

Abrir: Desconectar en forma manual o remota una parte del equipo para impedir el paso de la corriente eléctrica.

Aislante: Un material que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos y, por ende, el paso de la corriente eléctrica, cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo. Material no conductor que, por lo tanto, no deja pasar la electricidad.

Alimentador eléctrico: Circuito normalmente conectado a una estación receptora, que suministra energía eléctrica a uno o varios servicios directamente a varias subestaciones distribuidoras.

Alta tensión: Tensión nominal superior a 1 kV (1000 Volts)

Alternador: Generador eléctrico de corriente alterna que opera bajo el principio de inducción electromagnética por movimiento mecánico. El movimiento mecánico puede provenir de turbinas impulsadas por vapor, agua, gases calientes o algún otro medio impulsor.

Amper (*): Unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica, cuyo símbolo es A. Se define como el número de cargas igual a 1 coulomb que pasar por un punto de un material en un segundo.

Arrancar: Conjunto de operaciones manuales o automáticas, para poner en servicio un equipo.

Barra colectora (bus): Conductor eléctrico rígido, ubicado en una subestación con la finalidad de servir como conector de dos o más circuitos eléctricos.

Bobina: Arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.

Cable: Conductor formado por un conjunto de hilos, ya sea trenzados o torcidos.

Cableado: Circuitos interconectados de forma permanente para llevar a cabo una función específica. Suele hacer referencia al conjunto de cables utilizados para formar una red de área local.

Caída de tensión: Es la diferencia entre la tensión de transmisión y de recepción.

Calidad: Es la condición de tensión, frecuencia y forma de onda del servicio de energía eléctrica, suministrada a los usuarios de acuerdo con las normas y reglamentos aplicables.

Canalización: Accesorios metálicos y no metálicos expresamente diseñados para contener y proteger contra daños mecánicos alambres, cables o barras conductoras.

Capacidad: Medida de la aptitud de un generador, línea de transmisión, banco de transformación, de baterías, o capacitores para generar, transmitir o transformar la potencia eléctrica en un circuito; generalmente se expresa en MW o kW, y puede referirse a un solo elemento, a una central, a un sistema local o bien un sistema interconectado.

Carga: Cantidad de potencia que debe ser entregada en un punto dado de un sistema eléctrico.

Carga promedio: Carga hipotética constante que en un período dado consumiría la misma cantidad de energía que la carga real en el mismo tiempo.

Central generadora: Lugar y conjunto de instalaciones utilizadas para la producción de energía eléctrica. Dependiendo del medio utilizado para producir dicha energía, recibe el nombre correspondiente.

Circuito: Trayecto o ruta de una corriente eléctrica, formado por conductores, que transporta energía eléctrica entre fuentes.

Conductor: Cualquier material que ofrezca mínima resistencia al paso de una corriente eléctrica. Los conductores más comunes son de cobre o de aluminio y pueden estar aislados o desnudos.

Confiabilidad: Es la habilidad del Sistema Eléctrico para mantenerse integrado y suministrar los requerimientos de energía eléctrica en cantidad y estándares de calidad, tomando en cuenta la probabilidad de ocurrencia de la contingencia sencilla más severa.

Consumo (gasto): Cantidad de un fluido en movimiento, medido en función del tiempo; el fluido puede ser electricidad.

Consumo de energía: Potencia eléctrica utilizada por toda o por una parte de una instalación de utilización durante un período determinado de tiempo.

Consumo energético: Gasto total de energía en un proceso determinado.

Cortocircuito: Conexión accidental o voluntaria de dos bornes a diferentes potenciales.

Demanda eléctrica: Requerimiento instantáneo a un sistema eléctrico de potencia, normalmente expresado en mega watts (MW) o kilowatts (kW).

Diferencia de potencial: Tensión entre dos puntos. Es la responsable de que circule corriente por el conductor, para que funcionen los receptores a los que está conectada la línea.

Distribución: Es la conducción de energía eléctrica desde los puntos de entrega de la transmisión hasta los puntos de suministro a los Usuarios.

Energizar: Permitir que el equipo adquiera potencial eléctrico.

Equipo: Dispositivo que realiza una función específica utilizando como una parte de o en conexión con una instalación eléctrica, para la operación.

Equipo Vivo: Es el que está energizado.

Equipo Muerto: Es el que no está energizado.

Equipo Librado: Es aquel en que se ejerció la acción de librar.

Factor de carga: Relación entre el consumo en un período de tiempo especificado y el consumo que resultaría de considerar la demanda máxima de forma continua en ese mismo período.

Factor de demanda: Relación entre la demanda máxima registrada y la carga total conectada al sistema. //Relación entre la potencia máxima absorbida por un conjunto de instalaciones durante un intervalo de tiempo determinado y la potencia instalada de este conjunto.

Factor de potencia: Coseno de ángulo formado por el desfase existente entre la tensión y la corriente en un circuito eléctrico alterno; representa el factor de utilización de la potencia eléctrica entre la potencia aparente o de placa con la potencia real.

Falla: 1. Es una alternación o daño permanente o temporal en cualquier parte del equipo, que varía sus condiciones normales de operación y que generalmente causa un disturbio. || 2. Perturbación que impide la operación normal.

Frecuencia: Número de veces que la señal alterna se repite en un segundo. Su unidad de medida es el Hertz (Hz).

Generación de energía eléctrica: Producción de energía eléctrica por el consumo de alguna otra forma de energía.

Generador: Es el dispositivo electromagnético por medio del cual se convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

Generadores: Son todas aquellas unidades destinadas a la producción de energía eléctrica.

Hertz Hz (*): Un Hertz es la unidad de la frecuencia en las corrientes alternas y en la teoría de las ondas. Es igual a una vibración o a un ciclo por segundo.

Instalación: Es la infraestructura creada por el Sector Eléctrico, para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, así como la de los permisionarios que se interconectan con el sistema.

Interconexión: Es la conexión eléctrica entre dos áreas de control o entre instalación de un Permisionario y un Área de Control.

Interruptor: Dispositivo electromecánico que abre o cierra circuitos eléctricos y tiene la capacidad de realizarlo en condiciones de corriente nominal o en caso extremo de corto circuito; su apertura y cierre puede ser de forma automática o manual.

Kilowatt (*): Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1,000 watts; se abrevia kW.

Línea de transmisión: Es el conductor físico por medio del cual se transporta energía eléctrica, a niveles de tensión alto y medio, principalmente desde los centros de generación a los centros de distribución y consumo. // Elemento de transporte de energía entre dos instalaciones del sistema eléctrico.

Maniobra: Se entenderá como lo hecho por un operador, directamente o a control remoto, para accionar algún elemento que pueda o no cambiar el esta y/o el funcionamiento de un sistema, sea el eléctrico, neumático, hidráulico o de cualquier otra índole.

Mantenimiento: Es el conjunto de actividades para conservar las obras e instalaciones en adecuado estado de funcionamiento.

Metrología: Campo de los conocimientos relativos a las condiciones. Incluye los aspectos tanto teóricos como prácticos que se relacionan con las mediciones, cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo de la ciencia y la tecnología.

Motor eléctrico: Aparato que permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra mediante la rotación de un campo magnético alrededor de unas espiras o bobinado.

Ohm: Unidad de medida de la resistencia eléctrica. Equivale a la resistencia al paso de la electricidad que produce un material por el cual circula un flujo de corriente de un amperio, cuando está sometido a una diferencia de potencial de un Volt. Su símbolo es Ω .

Operación: Es la aplicación del conjunto organizado de técnicas y procedimientos destinados al uso y funcionamiento adecuado de elementos para cumplir con un objetivo.

Operador: Es el trabajador cuya función principal es la de operar el equipo o sistema a su cargo y vigilar eficaz y constantemente su funcionamiento.

Parar: Es el conjunto de operaciones, anuales o automáticas mediante las cuales un equipo es llevado al reposo.

Planta: Sinónimo de central, estación cuya función consiste en generar energía eléctrica.

Potencia: Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en Watt (W).

Potencia eléctrica: Tasa de producción, transmisión o utilización de energía eléctrica, generalmente expresada en Watts.

Potencia instalada: Suma de potencias nominales de máquinas de la misma clase (generadores, transformadores, convertidores, motores) en una instalación eléctrica.

Potencia máxima: Valor máximo de la carga que puede ser mantenida durante tiempo especificado.

Potencia real: Parte de la potencia aparente que produce trabajo. Comercialmente se mide en KW.

Producción de una central: Energía eléctrica efectivamente generada por una central durante un período determinado.

Protección: Es el conjunto de relevadores y aparatos asociados que disparan los interruptores necesarios para separar equipo fallado, o que hacen operar otros dispositivos como válvulas, extintores y alarmas, para evitar que el daño aumente de proporciones o que se propague.

Red de distribución: Es un conjunto de alimentadores interconectados y radiales que suministran a través de los alimentadores la energía a los diferentes usuarios.

Regulación Primaria: Es la respuesta automática medida en Mw. de la unidad generadora al activarse el sistema de gobierno de la misma, ante un cambio en la frecuencia eléctrica del sistema con respecto a su valor nominal.

Regulación Secundaria: Es la aportación en Mw de la unidad generadora en forma manual o automática para establecer la frecuencia eléctrica a su valor nominal de 60 Hz.

Reserva de energía: Cantidad de generación que aún podría suministrarse después de despachar las unidades para satisfacer la curva de demanda del periodo considerado. Se calcula restando la energía necesaria de la generación posible total del sistema en el periodo bajo estudio. Se expresa en porcentaje de la energía necesaria bruta.

Reserva disponible: Capacidad excedente después de cubrir la demanda máxima considerando las unidades que realmente se encuentran disponibles, es decir, excluyendo las unidades que se encuentran fuera de servicio por salidas forzadas o planeadas.

Resistencia: Cualidad de un material de oponerse al paso de una corriente eléctrica. La resistencia depende de la longitud del conductor, su material, de su sección y de la temperatura del mismo. Las unidades de la resistencia son Ω .

Seccionador: Es un dispositivo de seccionamiento que en caso de falla en el ramal del alimentador donde se instala, abre sus contactos automáticamente, aislando así la falla, su operación está comunicada a la del interruptor o restaurador según el caso, abre sus contactos al contar la falta de potencial tres veces.

Sincronizar: Es el conjunto de acciones que deben realizarse para conectar al Sistema Eléctrico Nacional en cada instante.

Sistema de distribución: Es el conjunto de subestaciones y alimentadores de distribución, ligados eléctricamente, que se encuentran interconectados en forma radial para suministrar la energía eléctrica.

Sistema eléctrico: Instalaciones de generación, transmisión y distribución, físicamente conectadas entre sí, operando como una unidad integral, bajo control, administración y supervisión.

Subestación: Conjunto de aparatos eléctricos localizados en un mismo lugar, y edificaciones necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica o para el enlace entre dos o más circuitos.

Subestación de distribución: Subestación que sirve para alimentar una red de distribución de energía eléctrica.

Subestación de transformación: Subestación que incluye transformadores.

Suministrador: Es la Comisión Federal de Electricidad.

Suministro: Es el conjunto de actos y trabajos para proporcionar energía eléctrica a cada usuario.

Tablero de control: Dentro de una subestación, son una serie de dispositivos que tienen por objeto sostener los aparatos de control, medición y protección, el bus mímico, los indicadores luminosos y las alarmas.

Tensión: Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en Volt (V) y vulgarmente se la suele llamar voltaje. La tensión de suministro en los hogares de México es de 110 V.

Transformación: Es la modificación de las características de la tensión y de la corriente eléctrica para adecuarlas a las necesidades de transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Transformador: Dispositivo que sirve para convertir el valor de un flujo eléctrico a un valor diferente. De acuerdo con su utilización se clasifica de diferentes maneras.

Usuario: Persona física o moral que hace uso de la energía eléctrica proporcionada por el suministrador, previo contrato celebrado por las partes.

(*): Se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un Amper utiliza un Watt de potencia. Unidad del Sistema Internacional.

Volt-ampere (*): Unidad de potencia eléctrica aparente y se abrevia VA.

Volt-ampere reactivo (*): Unidad de potencia eléctrica reactiva y se abrevia Var.

Watt (*): Es la unidad que mide potencia. Se abrevia W y su nombre se debe al físico inglés James Watt.

Nomenclatura-

NOMENCLATURA			
Símbolo de la magnitud	Definición de la Magnitud	Símbolo de la unidad	Definición de la unidad
λ	Porcentaje de reserva	%	Por ciento
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius	$^{\circ}\text{C}$	Grados Centígrados
3F-4H+TF	Sistema eléctrico de 3 Fases, 4 Hilos más Tierra Física		
$\cos\theta$	Ángulo coseno		
e%	Caída de tensión	%	Por ciento
HP	HorsePower (caballo de fuerza)	W	Watts
Hz	Frecuencia	Hz	Hertz
I	Corriente eléctrica	A	Amperes
I_c	Corriente corregida	A	Amperes
I_d	Corriente de disparo del interruptor	A	Amperes
I_{disc}	Corriente de cargas no continuas (no motores)	A	Amperes
I_{dp}	Corriente del interruptor contra sobrecarga	A	Amperes
I_m	Corriente nominal a plena carga de los motores menores	A	Amperes
I_o	Corriente nominal	A	Amperes
I_{nomM}	Corriente nominal del motor mayor	A	Amperes
I_{pcm}	Corriente a plena carga del motor	A	Amperes
KVA	Potencia aparente	kVA	Kilo-volts-ampères
KW	Potencia activa	kW	Kilowatts
L	Longitud del circuito	m	Metros
P	Potencia eléctrica	W	Watts
R	Resistividad eléctrica del conductor	Ω/km	Ohm por kilometro
S	Sección transversal de un conductor	mm^2	Milímetros cuadrados
$\text{sen}\theta$	Ángulo seno		
V_{f-f}	Voltaje fase - fase	V	Volts
V_{f-n}	Voltaje fase - neutro	V	Volts
W_t	Potencia eléctrica total del sistema	W	Watts
X	Reactancia eléctrica del conductor	Ω/km	Ohm por kilometro
Z	Impedancia del conductor	Ω/km	Ohm por kilometro
Ω	Ohmio	Ω	Ohm