



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**"IMPLEMENTACIÓN Y CÁLCULO DE UNA
INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL PARA UN
LABORATORIO CON PRODUCCIÓN DE CAPSULAS
DE GELATINA BLANDA"**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA
P R E S E N T A :**

GUZMÁN ZACARÍAS GILBERTO

ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS



San Juan de Aragón, Estado de México, Febrero de 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"IMPLEMENTACIÓN Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL PARA UN LABORATORIO CON PRODUCCIÓN DE CAPSULAS DE GELATINA BLANDA"

Índice	I
Introducción	IV
Capítulo 1 Antecedentes y bases de diseño	1
1.1 Alcance	1
1.1.1 Cumplimiento con normas y reglamentos	1
1.2 Ingeniería Y Diseño General	2
1.2.1 Sistema Eléctrico (Descripción General)	2
1.2.2 Equipo y Material	3
1.3 Clasificación de áreas	4
1.4 Sistema de distribución	5
1.5 Motores y control de motores	8
1.5.1 Arrancadores	8
1.5.2 Motores	11
1.6 Sistema de energía de respaldo y emergencia	11
1.7 Sistema de alumbrado	12
1.7.1 Control de alumbrado y accesorios	13
1.7.2 Alumbrado de emergencia	14
1.8 Métodos De Alumbrado	14
1.9 Cables eléctricos	17
1.10 Sistemas de tierra y pararrayos	18
1.10.1 Sistemas de tierra	18
1.10.2 Pararrayos	20
1.10.2.1 Elemento receptor de la descarga (punta captadora)	20
1.10.2.2 Elemento conductor a tierra (cableado)	20
1.10.2.3 Elemento dispersor a tierra (electrodo de puesta a tierra)	21
Capítulo 2 Levantamiento físico y cargas eléctricas	22
2.1 Reporte fotográfico de supervisión	22
2.2 Requisitos de las Subestaciones	22
2.3 Cargas totales por departamento	29
2.4 Diagrama unifilar	37
Capítulo 3 Diseño y cálculo del sistema eléctrico	41
3.1 Tablero general "TGN"	41
3.1.2 Tablero general "TGE"	41
3.1.3 Tableros derivados de distribución	42
3.1.4 Normas aplicables	43
3.2 Definiciones y términos de referencia	50
3.2.1 Equipos y canalizaciones que deben estar puestos a tierra	50
3.2.2 Equipo Fijo Específico, NOM 250-43	51
3.2.3 Equipos eléctricos de elevadores y grúas	52
3.2.4 Equipos No Eléctricos, NOM 250-44	52
3.3 Materiales de puesta a tierra	53
3.3.1 Electrodo de puesta a tierra especialmente construidos	53
3.3.2 Electrodo de varilla o tubería	54
3.3.3 Mejoramiento del terreno	54
3.4 Memoria de cálculo para diseño de sistema de tierras	57
3.4.1 Bases de diseño	57
3.4.2 Diseño preliminar	59
3.4.3 Cálculo de malla de sistema de tierras	62
3.5 Cálculos de conductores baja tensión	66
3.5.1 Alcance	66
3.5.2 Datos generales considerados para diseño	66

"IMPLEMENTACIÓN Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL PARA UN LABORATORIO CON PRODUCCIÓN DE CAPSULAS DE GELATINA BLANDA"

3.5.3	Selección de conductores de circuitos derivados en baja tensión	66
3.5.4	Cálculo para un motor	67
3.5.5	Cálculo del conductor por ampacidad, considerando tubo conduit	69
3.5.6	Cálculo por caída de tensión	70
3.5.7	Cálculo para un centro de carga (tablero)	72
3.5.8	Cálculo del conductor por ampacidad	73
3.6	Selección de conductores alimentadores en baja tensión	77
3.6.1	Cálculo para un centro de control de motores	77
3.6.2	Cálculo del conductor por ampacidad	79
3.6.3	Cálculo por caída de tensión	81

Conclusiones		83
---------------------	--	-----------

Anexo 1		86
----------------	--	-----------

Anexo 2		90
----------------	--	-----------

Bibliografía		96
---------------------	--	-----------

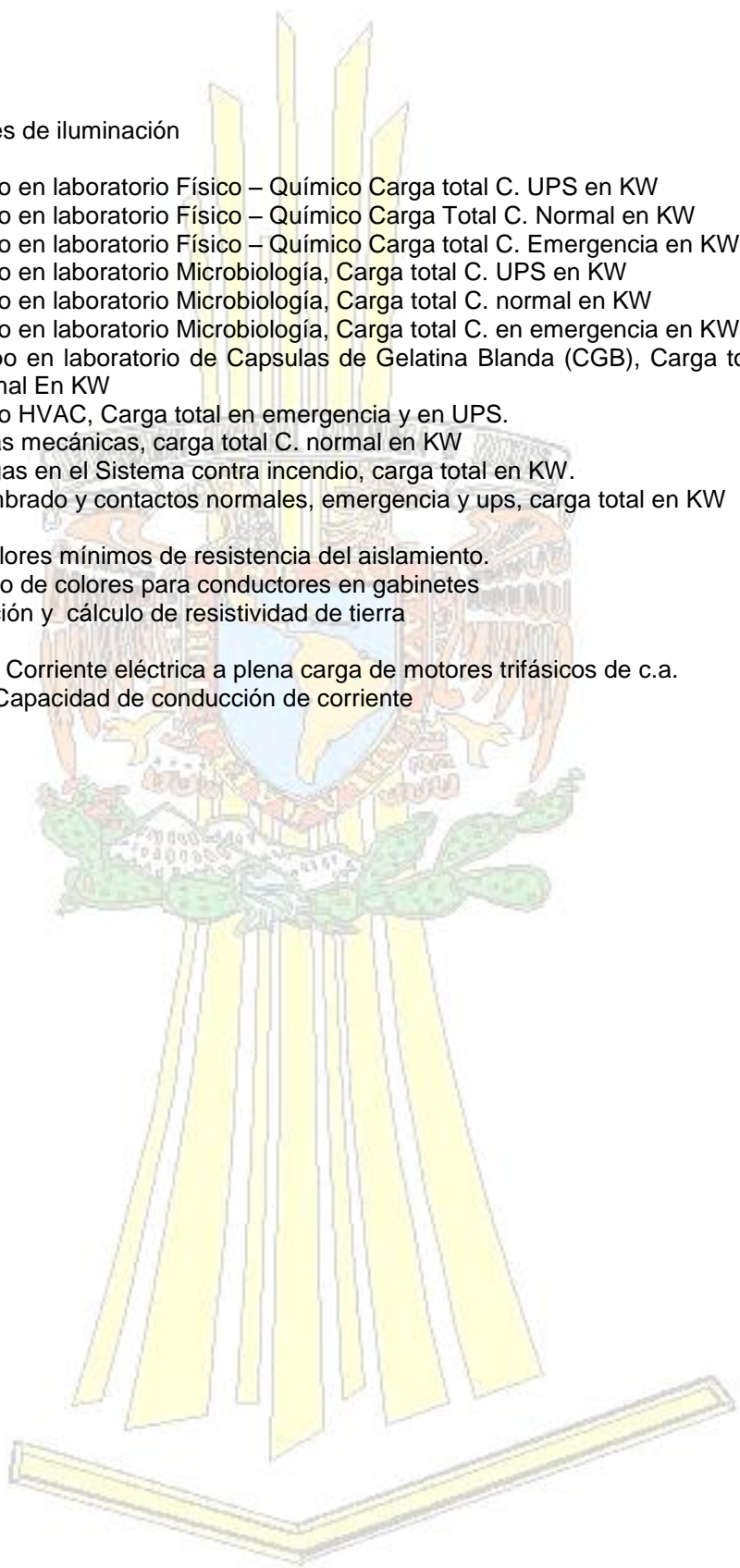
Lista de figuras

Figura 1.1	Suministro CFE.	2
Figura 1.2	Tablero tipo NQOD	5
Figura 1.3	Tablero para cargas mayores tipo: I-LINE y QD LOGIC	6
Figura 1.4	Transformadores tipo seco de baja tensión	6
Figura 1.5	Transformador de potencia	7
Figura 1.6	Contactos Trifásicos	7
Figura 1.7	Contacto Monofásico	8
Figura 1.8	Arrancador para motor	9
Figura 2.1	Subestación tipo interior	23
Figura 2.2	Tablero general de energía eléctrica	24
Figura 2.3	Tablero general de emergencia	24
Figura 2.4	Tablero de fuerza, equipos y proceso	25
Figura 2.5	Tablero para cargas mayores.	25
Figura 2.6	Transformadores, 440 a 220 y 127 V.	26
Figura 2.7	Sistema de control de motores	26
Figura 2.8	Sistema UPC (en inglés Uninterruptible Power Supply) Fuente Ininterrumpida de Poder	27
Figura 2.9	Tablero de contactos UPC.	27
Figura 2.10	Tablero de distribución UPC	28
Figura 2.11	Croquis de la planta	28
Figura 2.12	Simbología de la subestación	38
Figura 2.13	Digrama unifilar de la subestación	40
Figura 3.1	los valores mínimos de resistencia del aislamiento.	55
Figura 3.2	Código de colores para conductores en gabinetes	56
Figura 3.3	Conectores a presión.	57
Figura 3.4	Arreglo preliminar de malla.	59
Figura 3.5	Ubicación de medición de resistencia para cálculo de resistividad	60

"IMPLEMENTACIÓN Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL PARA UN LABORATORIO CON PRODUCCIÓN DE CAPSULAS DE GELATINA BLANDA"

Lista de tablas

Tabla 1.1 Niveles de iluminación	12
Tabla 2.1 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga total C. UPS en KW	29
Tabla 2.2 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga Total C. Normal en KW	30
Tabla 2.3 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga total C. Emergencia en KW	31
Tabla 2.4 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. UPS en KW	31
Tabla 2.5 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. normal en KW	32
Tabla 2.6 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. en emergencia en KW	32
Tabla 2.7 Equipo en laboratorio de Capsulas de Gelatina Blanda (CGB), Carga total C. Normal En KW	33
Tabla 2.8 Equipo HVAC, Carga total en emergencia y en UPS.	34
Tabla 2.9 Cargas mecánicas, carga total C. normal en KW	35
Tabla 2.10 Cargas en el Sistema contra incendio, carga total en KW.	35
Tabla 2.11 Alumbrado y contactos normales, emergencia y ups, carga total en KW	36
Tabla 3.1 los valores mínimos de resistencia del aislamiento.	46
Tabla 3.2 Código de colores para conductores en gabinetes	48
Tabla 3.3 Medición y cálculo de resistividad de tierra	61
Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.	91
Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente	94



Objetivo general

Diseñar la implementación y cálculo de una instalación eléctrica industrial para un laboratorio con producción de capsulas de gelatina blanda

Objetivos particulares

- Dimensionar los conductores y arreglo para la malla de puesta a tierra en la subestación de manera de obtener el medio de aterrizamiento que cumpla con los requisitos de seguridad previstos en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005, en lo referente al valor máximo de resistencia de 5 ohms para un sistema de distribución de media tensión en 13.2 kV, así como los valores máximos de tensión de paso y contacto durante el evento de circulación de corriente de falla a tierra.
- Establecer los criterios utilizados en el cálculo y selección del calibre de conductores para circuitos derivados a motores, circuitos alimentadores a Centros de Control de Motores (CCM'S) que operan en un sistema en baja tensión, así como también, la selección del calibre de conductores para alimentadores a motores y transformadores que operan en un sistema en media tensión.

Introducción

Desde 1962 participa en el mercado nacional abasteciendo al Sector Salud, en sus distintas instituciones como: Salubridad, I.M.S.S, I.S.S.S.T.E. e I.S.S.F.A.M. Participa de manera dinámica y creciente en el Sector Privado tanto en farmacias, hospitales, como en tiendas de autoservicio. Tecnofarma es una empresa altamente comprometida con la calidad en todos sus procesos y operaciones. Contando con una amplia gama de medicamentos destinados a diferentes usos terapéuticos como: Gastroenterología, Reumatología, Endocrinología, Cardiología, Analgesia, Dermatología, Neumología e Inmunología. La manufactura de nuestras marcas comerciales y de los medicamentos genéricos está supeditada a normas y patrones internacionales, nacionales y propios (valor agregado) que tienden a homologar la calidad del medicamento en cuanto a su pureza, biodisponibilidad, estabilidad, acción farmacológica, idoneidad y confianza entre otros. Tecnofarma está apoyada en el cumplimiento de las G.M.P's (Buenas Prácticas de Manufactura), normas éstas promulgadas por la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) de obligatorio cumplimiento y a las cuales deben ajustarse indistintamente la Industria Farmacéutica que produzca medicamentos, a fin de homologar la calidad de un medicamento, sin importar la forma de comercialización. Tecnofarma igualmente ajusta sus Productos a las Farmacopeas (USP, BP, CODEX, etc.) compendios de parámetros técnico-científicos. Esto quiere decir que nuestros Productos están fabricados bajo las normas de una Farmacopea, son equivalentes en los parámetros técnicos, comparados con otros de nombre comercial, fabricados bajo las mismas Farmacopeas como cualquier empresa multinacional. Los medicamentos son producidos en diferentes formas farmacéuticas. Tabletas, grageas, cápsulas y polvos. Semisólidos. Soluciones y suspensiones e Inyectables.

TecnoFarma, empresa 100% mexicana con más de 40 años ofreciendo medicamentos de calidad y alta tecnología inauguró su sexta planta en San Juan del Río, Querétaro. TecnoFarma, que cuenta con cinco plantas a nivel nacional, se encuentran trabajando al servicio de la vida con personal altamente capacitado.

Calidad, servicio y tecnología de vanguardia son algunas de las muchas fortalezas de la empresa.

Para cumplir con todo lo anterior la planta en cuestión debe contar con instalaciones eléctricas que cumplan los más altos estándares de la industria y que estén normadas por los organismos correspondientes.

El presente trabajo de tesis muestra la implementación del cálculo de del sistema eléctrico para los conductores eléctricos en baja tensión y el sistema de tierras.

El proyecto se presentó ante la jefatura de carrera como opción a titulación tipo “Caso práctico” más al no cumplir con ciertos requisitos se optó hacerlo en la modalidad de tesis.

El proyecto está dividido en:

- **Capítulo 1** se describe los antecedentes y bases de diseño así como la descripción eléctrica de toda la planta según las normas que rigen en nuestro país.
- **Capítulo 2** se hace un levantamiento físico y se muestra el diagrama unifilar de la planta y las cargas que se requieren para los diferentes departamentos que conforman la planta industrial.
- **Capítulo 3** se hace el diseño y el cálculo del sistema eléctrico para los conductores de baja tensión y del sistema de tierras

Capítulo 1

Antecedentes y bases de diseño

1.1 Alcance

Esta especificación junto con los documentos especificados en el inciso 1.2, cubre los requisitos en que se basará el diseño eléctrico, de los sistemas de fuerza, alumbrado, conexión a tierra, pararrayos, comunicación y sistemas auxiliares para el proyecto.

Los dibujos eléctricos, especificaciones de equipo y hojas de datos técnicos complementan esta especificación.

1.1.1 Cumplimiento con normas y reglamentos

El diseño, instalación, equipo y materiales de los sistemas eléctricos, se harán de acuerdo a los requisitos indicados en las últimas ediciones de las normas y reglamentos publicados por las siguientes sociedades:

- NOM-001-SEDE-2005 “Norma Oficial Mexicana, Instalaciones Eléctricas (Utilización)”
- NOM-025-STPS-2005 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”
- NOM-022-STPS-2005 “Electricidad Estática en los Centro de Trabajo”.
- IEEE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS
- NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION¹
- NEMA MG1-93 “Motors and Generators”
- NEMA ICS-1-93 “Industrial Control and Systems; General Requirements

¹ **NEMA** es la asociación de fabricantes de equipos eléctricos, fundada en 1926 y con sede en Arlington, Virginia. Sus empresas asociadas fabricar un conjunto diverso de productos, incluyendo la transmisión de energía y equipos de distribución, sistemas de iluminación, automatización y sistemas de control y sistemas médicos de diagnóstico por imagen.

- NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 497-97 "Clasificación de líquidos inflamables, Gases o vapores y de los lugares (clasificados) peligrosos para instalaciones eléctricas en áreas de procesos químicos.

1.2 Ingeniería Y Diseño General

1.2.1 Sistema Eléctrico (Descripción General)

- La energía eléctrica para la planta se proporciona por la compañía suministradora en 13.2 KV, 3 fases, 60 Hz. figura 1.1.

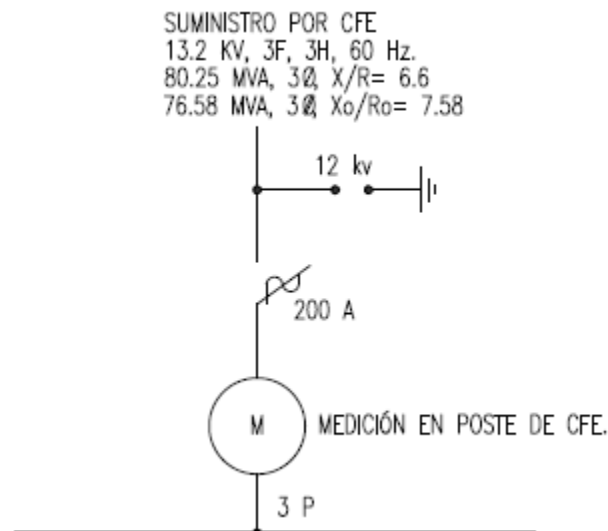


Figura 1.1 Suministro CFE.
 Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro

- El sistema eléctrico consiste de un sistema de distribución en 13.2 KV, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz a subestación unitaria, con sistemas de baja tensión en 220/127 V, 3 fases, 4 hilos y de 480 V, 3 fases, 4 hilos.
- Para detalles específicos del sistema de distribución refiérase a los diagramas unifilares.
- Las características de operación del suministro de energía deben permanecer dentro de $\pm 5\%$ del voltaje nominal y $\pm 1\%$ Hz de la frecuencia nominal.
- El sistema de distribución de baja tensión será aterrizado sólidamente.

- Los alimentadores individuales para equipos de utilización que reciben suministro de tableros de distribución o centros de control de motores, serán dimensionados para una caída máxima de voltaje de 5%.
- Lo siguiente aplicará a equipos de utilización que reciben suministro de centros de control de motores o tableros de alumbrado:
 - a. Los alimentadores de la subestación hacia los centros de control de motores o tableros de alumbrado, en general, serán dimensionados para una caída máxima de voltaje de 2%.
 - b. Los circuitos derivados individuales desde centros de control de motores o tableros de alumbrado, en general, serán dimensionados para una caída máxima de voltaje de 3%.
 - c. La suma de las caídas de tensión de los alimentadores y circuitos derivados hasta la salida más lejana no deberá exceder el 5%.

1.2.2 Equipo y Material

Los materiales eléctricos deberán estar marcados y listados como aprobados por Underwriter's Laboratories (U.L.), Factory Mutual (FM) o la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico, A.C. (ANCE) para el propósito requerido. El equipo o materiales para los cuales estándares o métodos de prueba no han sido establecidos por U.L., pero que se encuentran en aprobación de U.L., pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por TECNOFARMA.

- El equipo eléctrico suministrado como un componente o parte de un equipo estandarizado por un fabricante, deberá estar de acuerdo con los estándares del fabricante del equipo, así como con los códigos y estándares aplicables previamente referenciados.
- Los equipos serán diseñados para su operación en los voltajes listados a continuación:
 - a. Motores de 1hp a 200 HP, 480V ó 220 V, 3 fases.
 - b. Alumbrado fluorescente, contactos, instrumentos y motores para servicio de procesos no críticos: 127 V y 220 V, 1 y 2 fases.

- c. Alumbrado para fachadas y estacionamiento: 127 y 220 V, 1 y 2 fases.
- Todos los equipos localizados en el exterior o en localizaciones húmedas serán resistentes a la intemperie.
- Para interiores serán de propósitos generales, con empaque

1.3 Clasificación de áreas

- La especificación de áreas está Considerada como: Limpias, Anti explosión y Usos generales).
- Áreas Limpias:
 - Capsulas de Gelatina Blanda (CGB):
 - Planta Baja
 - Encapsulado 1 y 2.
 - Secado 1 A, 1 B, 2 A, 2 B.
 - Inspeccionadora 1 y 2
 - Seleccionadora
 - Planta Mezzanine.
 - Preparación de gelatina
 - Preparación de medicamento
 - Alimentación 1 y 2
 - Lavado de equipo
- Laboratorio de control de calidad (LCC):
 - Planta Baja:
 - Incubación
 - Esterilidad
 - Siembra
 - Biog. Sig.
 - Preparación
 - Crom. Gases

- Areas anti explosión:
 - Laboratorio de control de calidad (LCC):
 - Residuo
 - Solventes
 - Reactivos
- Áreas de Usos Generales:
 - Áreas almacenes de producto.
 - Instrumentación
 - Medios
 - Lavado
 - Muflas
 - Pasillo
 - Oficinas.
 - Baños y Vestidores.
 - Subestación Eléctrica y Cto. de Maquinas.
 - Área Técnica.

1.4 Sistema de distribución

- Tableros, En general, los tableros contendrán un Int. General como medio de desconexión y se suministrarán para todos los servicios de 0.48 KV, 0.22 kV.
 - En general los tableros para alumbrado y contactos serán del tipo NQOD (figura 1.3), para fuerza serán del tipo I-LINE y QD LOGIC para cargas mayores.(Figura 1.4)



Figura 1.2 Tablero tipo NQOD
Fuente: <http://goo.gl/zZ2UH>



Figura 1.3 Tablero para cargas mayores tipo: I-LINE y QD LOGIC
<http://goo.gl/cvmRk>

- Transformadores de potencia
 - Serán tipo seco, autoenfriado, uso interior. Los transformadores deberán incluir cambiador de derivaciones sin carga y todos los dispositivos y accesorios estándar.



Fig. 1.4 Transformadores tipo seco de baja tensión
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro.

- Los transformadores serán dimensionados para conducir el pico de carga que circula por todos los buses conectados a ellos. Adicionalmente, los alimentadores a los transformadores de potencia serán dimensionados para conducir la corriente a plena carga máxima con la clase de aislamiento y tipo de enfriamiento.
- En general, el devanado primario del transformador tendrá una configuración en delta y el devanado secundario una configuración en estrella. El punto neutro del secundario del transformador será expuesto para conexión externa de puesta a tierra.

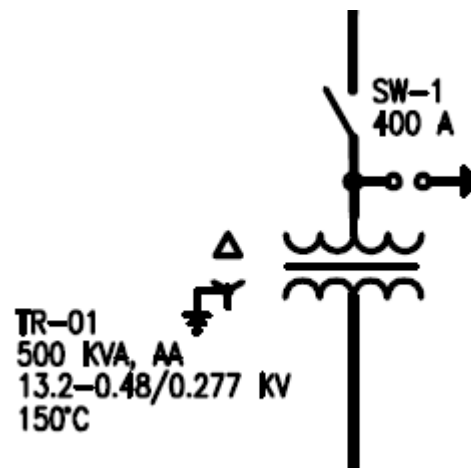


Fig. 1.5 Transformador de potencia
Fuente. Digrama unifilar Energía Normal

- Contactos trifásicos
 - Los contactos para trifásicos serán para servicio pesado, 4 hilos, 3 fases, 220 V, 30 A, para suministro de energía a máquinas fijas o portátiles.



**CONTACTO SENCILLO TRIFÁSICO 30A, 3F, 4H,
220V. TENSION NORMAL.**

Fig.1.6 Contactos Trifásicos
Fuente. Digrama unifilar Energía Normal

- La altura de montaje de los contactos será de 0.30 m sobre el nivel de piso terminado o a la altura requerida por el equipo y serán

localizados de tal manera que cualquier maquina o equipo pueda ser conectada al contacto más cercano.

- Contactos monofásicos
 - Contactos monofásicos, 3 hilos, 127 volts, serán suministrados para servicio a herramientas y lámparas de extensión portátiles, en todas las áreas y edificios.



Contacto Duplex polarizado para tensión normal 127 v

Fig. 1.7 Contacto Monofásico
Fuente. Digrama unifilar Energía Normal

- En áreas de proceso, la altura de montaje de los contactos monofásicos será de 0.30 m sobre el nivel de piso terminado y serán localizados de tal manera que los equipos puedan ser conectados al contacto más cercano con una extensión de 15 metros.
- Dentro de los edificios, la altura de montaje y localización de contactos monofásicos y trifásicos será determinada de acuerdo con los requisitos particulares de cada cuarto.

1.5 Motores y control de motores

1.5.1 Arrancadores

En general, los arrancadores para motores² en baja tensión serán alojados en centros de control de motores para interiores, en cubículos de acero autosoportados, con construcción de secciones múltiples. Los gabinetes serán de

² La misión fundamental de un arrancador es limitar la punta de corriente que se produce durante el arranque del motor. En los motores de jaula de ardilla la punta de arranque producida varía entre 5 In y 10 In. Los esfuerzos electromecánicos en los motores aumentan como el cuadrado de la intensidad. La reducción de la punta de arranque reduce los daños sufridos tanto en los bobinados del motor, como en los rodamientos. Una menor corriente de arranque permite reducir la sección de los cables de alimentación y la punta contratada a la compañía eléctrica, consiguiendo así un considerable ahorro. http://www.sedecal.com/files/descargas/Sedecal_descargas_26.pdf

propósitos generales equivalentes a NEMA 1³, con alambrado NEMA clase 1, Tipo B. Los dispositivos de control se proporcionarán alambrados a bloques terminales individuales alojados en el cubículo de cada arrancador. La conexión de la carga se hará directamente al lado de carga de los relevadores de sobrecarga o de los interruptores de circuitos alimentadores.

La protección de motores en los centros de control de motores consistirá de medios de desconexión a pie de equipo y de interruptores en caja moldeada dentro de los CCM'S (Centro de control de motores). La capacidad interruptiva mínima deberá ser adecuada para soportar la corriente de corto circuito disponible.



Fig. 1.8 Arrancador para motor
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro.

³ **NEMA TIPO 1:** Gabinete diseñado para uso de interiores principalmente para proveer un grado de protección contra contactos accidentales y contra cantidades limitadas de polvo y suciedad, no requieren tener sellos y no se requiere de una protección contra corrosión de alta magnitud.

Fabricación: Lamina negra o galvanizada de calibre delgado (calibre 18 o calibre 16) pintura líquida o de polvo, y puede tener barrenos, ventilaciones, o calados siempre y cuando no permitan la entrada accidental de piezas metálicas o el contacto del personal en las partes eléctricas.

http://www.derrant.com.mx/normas_estandares_NEMA.html

El centro de control de motores incluirá un mínimo de 25% de espacio de reserva. En general, los arrancadores para motores de baja tensión serán a tensión plena, apertura en aire, combinados con un medio de desconexión y un disparo instantáneo como protección del circuito del motor. Un contactor de operación magnética proporcionará protección contra sobrecargas. Será proporcionado un relevador trifásico de sobrecarga por motor, equipado con 3 elementos térmicos. El tamaño mínimo de los arrancadores a 440 V y/o 220 V serán NEMA Tamaño 1. En general, el control será a 120 V, una fase, proporcionado a través de transformadores de control montados en el arrancador.

- Los motores de 15 HP o mayores en 220V, tendrán Arrancadores a tensión reducida de estado sólido
- Para motores hasta 10HP en 220V, tendrán arrancadores a tensión plena.
- Los motores en 480V, tendrán arrancadores a tensión plena.
- Cuando sea práctico, los arrancadores para motores en baja tensión equipados con estación de botones, podrán utilizarse y montarse cerca de los motores que ellos controlan. Esto deberá limitarse a áreas no clasificadas, a menos que sean apropiados para el área.
- En general los arrancadores de motores monofásicos serán de operación manual, apertura en aire, del tipo a tensión plena, provistos solamente de protección contra sobrecarga. Los arrancadores serán localizados cerca de los motores que ellos protegen. Varios motores que tengan arrancadores manuales pueden ser combinados en un solo alimentador protegido por un interruptor localizado en un tablero de distribución.
- Una estación de botones se proveerá y localizará cerca de cada uno de los motores controlados por arrancadores magnéticos. El gabinete de la estación de botones se suministrará de acuerdo a las condiciones ambientales y la clasificación de áreas correspondiente.

1.5.2 Motores

En general, todos los motores deberán ser de inducción tipo jaula de ardilla⁴, con aislamiento clase F, de acuerdo a NEMA MG1⁵.

Cuando un motor este controlado con un variador de velocidad deberá ser especificado y diseñado para cumplir con lo que marca la NEMA MG1, para motores que operan bajo este servicio, los motores deberán ser de alta eficiencia.

1.6 Sistema de energía de respaldo y emergencia

El sistema de respaldo y de emergencia deberá consistir de un tablero de distribución alimentado a través del sistema de transferencia automático, El sistema de transferencia tendrá una alimentación normal de energía desde una subestación en baja tensión y una alimentación alterna de energía desde un generador de emergencia. El tablero de emergencia alimentará el alumbrado de emergencia, el sistema de suministro de energía ininterrumpible (UPS), y otras cargas en el área control de calidad, capsulas de gelatina blanda y otros servicios críticos.

Los interruptores de transferencia cambiarán automáticamente la carga de la fuente normal a la de emergencia. Los interruptores de transferencia incluirán un retardo en la transferencia para evitar operaciones innecesarias por caídas de voltaje momentáneas. Adicionalmente, la transferencia para regreso a la fuente

⁴ Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

<http://www.electron.frba.utn.edu.ar/archivos/Motores.pdf>

⁵ NEMA MG 1 es el estándar definitivo para obtener información práctica sobre el rendimiento, la seguridad, la verificación, la construcción y la fabricación de motores de corriente alterna y corriente continua y generadores. Se proporciona acceso a las pruebas fundamental, así como los criterios dimensionales y de aplicación relativos a la maquinaria rotativa. El estándar ayuda a los usuarios en la selección y aplicación correcta de los motores y generadores

<http://www.nema.org/News/Pages/NEMA-Publishes-NEMA-MG-1-2011-Motors-and-Generators.aspx>

normal de energía será bajo condiciones automáticas. El interruptor de transferencia enviará automáticamente al generador de emergencia una señal de arranque, al detectar la pérdida de la fuente de energía normal.

1.7 Sistema de alumbrado

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación promedio requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo y de acuerdo a la Tabla 1 de niveles de iluminación y las NOM-025-STPS-1999 (Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.).

- Se proveerá iluminación en todas las áreas excepto en áreas designadas para equipos futuros y alumbrado exterior.
- Se deberán de instalar luces de obstrucción en estructuras altas, en conformidad con el Reglamento de Aeronáutica Civil.

Tabla 1. Niveles de iluminación

AREA	NIVEL LUMINOSO (LUXES)
Areas administrativas	
a. Pasillos, escaleras interiores, áreas de servicio	200
b. Oficinas, áreas de dibujo	500
c. Entradas y escaleras de entrada al edificio	200
d. Comedor, cocina	300
Cuartos de control	300
Equipo mecánico y áreas de servicio	100
Andenes	50
Cuartos de bombas y compresores	200
Escaleras y áreas de operación	100
Cuartos de tableros y ccm's (Centro de control de motores)	300
Baños y vestidores	100
Almacenes y edificios de almacenamiento	200
Areas de empaque	
Líquidos y semisólidos	400

Tabletas y capsulas	400
Empaque blíster	500
Areas de producción	
Laboratorio de material de empaque	750
Muestreo de material de empaque	750
Muestreo de materia prima	750
Laboratorio de microbiología (N1CL-MB02)	750
Área para cabina de flujo laminar (N1CL-CF04)	750
Laboratorio Químico (N1CL-LQ08)	750
Laboratorio Químico de HPLC's (N1CL-LQ09)	750
Área de muestras de retención (N1CL-MR01)	300

1.7.1 Control de alumbrado y accesorios

1. En general, el alumbrado en áreas de almacenamiento interiores será suministrado por unidades fluorescentes que se instalarán en Laboratorio de control de calidad y capsulas de gelatina blanda y usos similares. La tensión de alimentación del alumbrado fluorescente será en 220 Y 127 VCA.
2. El alumbrado será controlado mediante tableros utilizando interruptores termomagnéticos. Sin embargo, cuando sea necesario controlar un grupo de luminarios se instalarán apagadores locales, en caja de la denominación NEMA correspondiente a la clasificación del área de que se trate. Si en un circuito se hace necesario un apagador para un grupo de lámparas, el resto de las lámparas del circuito necesariamente deberán llevar apagador.
3. De preferencia los grupos de lámparas para iluminación exterior se controlarán mediante contactores magnéticos, accionados por celdas fotoeléctricas o relojes programadores.
4. Generalmente se suministrarán reflectores o difusores para todas las unidades de alumbrado.

5. Los tableros para alumbrado, contactos y motores monofásicos deberán ser 3 fases, 4 hilos en gabinete de la denominación NEMA correspondiente a la clasificación del área que se trate.
6. Podrá haber circuitos de alumbrado y circuitos de contactos en el mismo tablero, pero no luminarias y contactos en el mismo circuito.
7. Los circuitos derivados de alumbrado generalmente se protegerán por interruptores de 20 amperes alojados en los tableros de alumbrado. Cada tablero será protegido separadamente por un interruptor principal.
8. La máxima caída de voltaje entre el interruptor principal del servicio de alumbrado a través del circuito derivado hasta la salida más lejana no debe exceder el 5% del voltaje nominal del interruptor del servicio.

1.7.2 Alumbrado de emergencia

1. El alumbrado de emergencia en áreas de proceso, cuartos eléctricos y de control será con unidades de alumbrado fluorescente conectadas a circuitos con suministro de planta de emergencia.
2. Los niveles de iluminación bajo condiciones de emergencia deben permitir una evacuación segura del personal del área o los equipos.
3. Las unidades de alumbrado para señales de salida, se instalarán de acuerdo con los códigos aplicables. Estas deberán ser equipadas con lámparas fluorescentes y batería de respaldo.

1.8 Métodos De Alambrado

En general, el alambrado eléctrico será en tubería conduit y en charolas para cables.

- Los sistemas de alumbrado irán en conduit y para distribución de fuerza y control se utilizarán charolas para cables. Las bajadas desde las charolas principales sobre el rack de tuberías hasta los motores y cargas eléctricas serán con conduit. Solamente para cable de baja tensión de calibre No. 4/0 AWG o mayores, se utilizará charola o canal en lugar del conduit. Cables para motores y cargas eléctricas localizadas en el mismo lugar, serán

agrupados en una charola que termine arriba de los motores. De esta charola a los motores, se usará conduit. La charola es preferible cuando se cruzan áreas no peligrosas.

- Donde se requieran, se utilizarán bancos de ductos subterráneos. Los bancos de ductos subterráneos se embeberán en concreto rojo y en el cruce de caminos serán reforzados con varilla de $\frac{1}{2}$ " pulgada de diámetro.
- Cuando se requiera, las cajas de conexiones serán de fabricación aprobada, construidas de lámina de acero, aluminio o plástico reforzado. Las entradas para tales cajas de conexión serán hechas con conectores a prueba de intemperie tipo hub.
- Conduit, charolas y trincheras
 1. En general, las charolas serán para servicio pesado, de aluminio libre de cobre, adecuadas para un espaciamiento máximo entre soportes de 12" sin deflexiones excesivas. La charola será dimensionada con 20% de espacio libre para crecimiento futuro. Las charolas serán tipo escalera adecuadas para instalaciones interiores y exteriores.
 2. Los conduits para instalaciones aéreas serán en general de fierro galvanizado, tipo semi pesado, de acuerdo a norma NOM-B-209. El tamaño mínimo del conduit aéreo será de $\frac{3}{4}$ ".
 3. El conduit para sistemas subterráneos será de tamaño mínimo de 1" para tubería conduit de acero galvanizado o tubería de PVC rígido, tipo semipesado, de tamaño mínimo de 2". Todas las salidas de conduit que emergen de los ductos subterráneos serán hechas con conduit de fierro galvanizado. Los conduits de aluminio no serán usados en instalaciones enterradas aun si están envueltos en concreto. Todas las uniones roscadas en conduits metálicos se harán con lubricante conductivo.
 4. Las cajas comunes de jalado y de empalmes podrán servir a varios alimentadores. Se proporcionarán barreras donde los voltajes diferentes se junten en la misma caja. En áreas peligrosas, las cajas

de jalado se instalarán arriba del nivel de piso y de acuerdo la clasificación del área.

5. Los accesorios de sujeción y conexión de charolas serán de acero inoxidable o aluminio, los canales de soporte serán de acero galvanizado por inmersión en caliente. Todos los tornillos, tuercas, roldanas y varillas roscadas serán de acero inoxidable. Las abrazaderas de conduit y clemas para sujeción a vigas serán electroplateadas.
6. Los cables en charolas horizontales serán asegurados a intervalos no mayores de 3 pies en trayectoria horizontales y en verticales a cada 1.5 pies.
7. Las charolas serán unidas con placas de expansión. Estas placas no se localizarán sobre los puntos de soporte. Un puente para tierras deberá unir secciones adyacentes de charolas, en adición a las placas de empalme.
8. Cables de diferentes niveles de tensión irán en charolas separadas o se separan por barreras. Los multiconductores de baja tensión de fuerza y control pueden ocupar la misma charola. El alambrado de las señales de instrumentación irá en una charola separada del alambrado de fuerza y control.
9. El llenado de la charola será de acuerdo al NEC 1996. Los cables de fuerza de media tensión se instalarán en una sola capa. Los cables de baja tensión de calibres del No. 3/0 y menores podrán ser agrupados; los cables de instrumentos y control podrán ser agrupados.
10. Los registros hombre deben ser empleados únicamente en áreas no peligrosas.
11. Todos los conduits subterráneos serán envueltos en concreto rojo excepto como se indica a continuación:
 - a. En dos rutas paralelas de conduit de acero, transportando 600 V o menos pueden ser instalados sin envoltente de concreto.

- b. Conduits subterráneos en cuartos de tableros, cuartos de control y edificio de la subestación pueden ser colocados en arena y cubiertos con material de relleno.

1.9 Cables eléctricos

El cable será como se especifica más adelante. La temperatura máxima de operación, aplicación, dimensionamiento y tipo de aislamiento será de acuerdo a NFPA 70 (seguridad eléctrica en lugares de trabajo), National Electrical Code. Los cables estarán de acuerdo con los estándares aplicables de ICEA (Insulated Cable Engineers Association).

Requisitos de cables eléctricos

- A menos que se especifique otra cosa los conductores serán de cobre.

Los calibres mínimos y tipos de aislamientos a utilizar son:

- Para circuitos de control y protección Cal. No. 14 AWG, THW-LS, 600V
- Para circuitos de alumbrado Cal. No. 12 AWG, THW-LS, 600V

Para circuitos de fuerza hasta 600 volts:

- Monopolar, Cal. No. 12 AWG, THW-LS, 600V.
- Multiconductores, Cal. 12 AWG, tipo TC, THHW-LS + PVC, 600V.
- Para circuitos de fuerza de 25 KV Cal. No. 1/0 AWG, EPR, tipo MV-90.

Los tipos de cable son de acuerdo con el National Electric Code

1. THW se refiere al aislamiento termoplástico retardante a la flama, resistente a la humedad y al calor, con una temperatura máxima de operación de 75°C en localizaciones secas y húmedas.
2. MV-90 se refiere a cable para media tensión, monopolar o multiconductor, dieléctrico sólido, con rango de aislamiento de 2000 V o mayor. El cable puede tener aislamiento de etileno propileno (EPR) o aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE).

3. Cable TC se refiere al cable multiconductor con cubierta no metálica aprobado para instalación en charolas. El aislamiento puede ser THW o XHHW.
4. Para la aplicación de cable armado, tipo MC (Metal Clad), se utilizará cable armado con armadura metálica engargolada.
5. Todos los cables serán continuos, sin uniones o empalmes hasta donde sea posible. Donde los empalmes son necesarios, se harán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable y localizados en cajas de conexión, cajas de jalado u otra localización aprobada, previa autorización de TECNOFARMA.
6. El alambrado para alumbrado será con código de colores. Los circuitos de alumbrado incluirán un conductor de tierra.
7. Cables compuestos por calibres del No. 12 únicamente, incluyendo conductores de fuerza y control (designación ICEA S-66-524) podrán ser usados para sistemas de 600 V.

1.10 Sistemas de tierra y pararrayos

1.10.1 Sistemas de tierra

- Se deberá proveer un sistema de tierras confiable para conectar a tierra el equipo eléctrico y estructuras de la planta. Se considerará que un equipo no eléctrico está satisfactoriamente conectado a tierra cuando la estructura de acero sobre la cual está soportado, esté conectada al sistema de tierras. El sistema de conduits se considera aterrizado a través del equipo al que se conecta.
- En donde el sistema de canalización utilizado sea charola, se deberá buscar que exista continuidad eléctrica a lo largo de todo el recorrido, así como un mínimo de dos trayectorias a tierra. Lo anterior se hará interconectando con cable desnudo semiduro trenzado las uniones entre tramos de charolas, haciendo bajadas con conexión al sistema general de tierras a cada 25 m.

- El sistema de tierras consistirá de un anillo (circuito cerrado) de cable desnudo semiduro y trenzado que generalmente rodea a cada uno de los edificios, áreas de procesos exteriores y subestaciones, el cual estará conectado a varillas de cobre. Todos estos anillos deberán interconectarse formando una malla ininterrumpida, para que cualquier corriente a tierra tenga por lo menos dos trayectorias. Las varillas serán de cobre tipo copperweld de 3 m de longitud y 16 mm. (5/8") de diámetro.
- El cable de los anillos deberá ser calibre 4/0 AWG como mínimo y las derivaciones calibre 6 AWG como mínimo. El cable de tierras irá a una profundidad mínima de 60 cm. bajo nivel de piso, a excepción de que se indique otra profundidad en planos.
- El equipo que se encuentre alejado de la planta podrá ser conectado a tierra mediante un sistema independiente el cual no es necesario conectar a la malla general.
- Los sistemas de tierras deberán diseñarse de tal forma, que permitan pruebas periódicas por medio de pozos de registro para varillas.
- En la salida de piso y en lugares donde el cable de tierra esté expuesto a daño mecánico se protegerá con tubo conduit y en áreas corrosivas las partes expuestas con pintura epóxica o similar.
- Los centros de control de motores, tableros de distribución media y baja tensión, las subestaciones unitarias, transformadores, etc., se deberán proveer con dos conexiones a la red de tierras. Los tableros de control, tableros de alumbrado y transformadores de alumbrado tendrán por lo menos una conexión directa a la red de tierras.
- Todos los motores serán conectados a tierra mediante un conductor de tierras incluido en el alimentador del motor, que proviene desde el centro de control de motores. Los motores de media tensión tendrán por lo menos una conexión directa a la red de tierras con cable calibre 4/0 AWG.
- Todo equipo probable a producir o absorber electricidad estática deberá conectarse adecuadamente a tierra; incluyendo tanques, recipientes, intercambiadores, torres, estructuras de acero, etc.

- Para conexiones, uniones y derivaciones de cables de tierras deberán usarse conectores tipo soldable excepto a equipo que regularmente se desconecta para mantenimiento. La conexión de este equipo deberá hacerse con conectores tipo mecánico, atornillados a la superficie metálica.

1.10.2 Pararrayos

La instalación del sistema de Pararrayos y puesta a tierra física (Se presenta el cálculo en el capítulo 3) está dividida en tres puntos de interés:

1.10.2.1 Elemento receptor de la descarga (punta captadora)

Como elemento receptor de la descarga se proyectó la instalación de una punta de pararrayos Tipo. 'SATELIT" con un radio de protección sustancial de 110.80 mts con relación a su eje vertical. Este pararrayo tiene una longitud de 0.30 mts, el cual será ensamblado en un mástil de acero inoxidable de 2" diámetro x 6.10 mts long, logrando así una altura total de 6.40 mts.

Se proyectó la colocación de la punta de pararrayos en la nave principal, en virtud de que dicha ubicación nos permitirá proteger completamente las instalaciones de la Planta.

Basándonos en el apartado 8 selecciones de pararrayos, norma NOM-022-STPS-1999, norma NFPA (National Fire Protection Association) 780-1999, norma IEC-10 24 (International Electrical Code), norma NFC-17 102 y norma UNE-21 186. Ya que dichas normas recomienda utilizar como parámetro de protección el espectro electro geométrico, como el método más avanzado para garantizar la efectiva protección contra las descargas de rayos.

1.10.2.2 Elemento conductor a tierra (cableado)

La selección del conductor se basa en el cálculo de las necesidades requeridas para éste servicio, quedando de la siguiente manera;

Sistema de pararrayos; Cable de cobre desnudo tipo pararrayos de 32 hilos, diam. 11.9 mm, cal 1/0 awg, Conexión a tierra de los electrodos de puesta a tierra; Cable de cobre desnudo cal 1/0, temple semiduro, awg.

Basándonos en el apartado conductores de bajada, norma NFPA 1999.

1.10.2.3 Elemento dispersor a tierra (electrodo de puesta a tierra)

Como elemento dispersor a tierra estamos proyectando la instalación de un delta (tres) de electrodos de puesta a tierra, tipo rehilete de cuatro aspas, de 30 x 50 cm de sección x 100 cm de long, fabricado en cobre electrolítico. El diseño de puesta a tierra está basado en la norma Norteamericana NEC 250-1999 apartado 250-50 (a-d); 250-52; 250-12; y en los apartados Tomas de Tierra norma NFPA 1999.

Esto se incorporará mediante un producto intensificador de tierras físicas para garantizar la baja resistencia eléctrica al paso de corriente en ohms, mejorar la resistividad eléctrica de los terrenos de influencia, estabilizar la resistencia total de los electrodos y protegerlos evitando el desgaste corrosivo por su mejorador anódico compuesto de magnesio y zinc, con un valor de 3.4 ohms/cm mediante pruebas de calidad

Capítulo 2

Levantamiento físico y cargas eléctricas

En este capítulo se muestra el desarrollo de la obra eléctrica propuesta en este trabajo de tesis.

2.1 Reporte fotográfico de supervisión

- Reporte fotográfico de supervisión de instalaciones eléctricas en las instalaciones de la zona de talleres
- Tableros de distribución general, alumbrado, contactos y fuerza de los talleres y almacenes en baja tensión.

La empresa **TECNOFARMA** se encuentra ubicada en la siguiente dirección.

Oriente 10 No. 8, C.P 76809, Parque Nuevo Industrial San Juan del Río Querétaro

A continuación se describe los componentes eléctricos de la empresa, los diagramas unifilares se presentan en el anexo.

2.2 Requisitos de las Subestaciones

El local de la subestación ofrecerá fácil acceso al personal calificado permitiendo las labores de inspección y mantenimiento. En condominios, edificios de apartamentos u oficinas, se debe ubicar en la zona común y, lo más cerca posible al exterior de la edificación, para minimizar el recorrido de redes de media tensión dentro de la misma.

La altura mínima exigida para el local de la subestación será de 2.40 m.

El nivel de iluminación mínimo exigido en el local de la subestación es de 300 luxes al nivel del piso; el control de alumbrado, en lo posible, se ubicará fuera del local pero cerca al acceso.

- **Subestación tipo interior.** En este tipo de subestaciones el equipo y diseño de la subestación estarán adaptados para operar en lugares protegidos de los cambios climatológicos.
- Todas las subestaciones deberán poseer un cerramiento exterior para impedir el paso de las personas no autorizadas al interior de aquéllas. Igualmente se establece que el control de la cerradura se encuentre en poder de la Administración

La energía eléctrica para la planta se proporciona por la compañía suministradora en 13.2 KV, 3 fases, 60 Hz

La subestación que se encuentra en funcionamiento se muestra en la fig. 2.1 con alimentación para dos transformadores.

La subestación cuenta con dos transformadores con capacidad de 1000 y 2000 KVA



Fig. 2.1 Subestación tipo interior
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro.

A continuación se presenta el reporte fotográfico con lo que cuenta la empresa



Fig. 2.2 Tablero general de energía eléctrica normal
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Río, Qro.



Fig. 2.3 Tablero general de emergencia.
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Río, Qro.



Fig. 2.4 Tablero de fuerza, equipos y proceso
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro.



Fig. 2.5 Tablero para cargas mayores.
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro.



**Fig. 2.6 Transformadores, 440 a 220 y 127 V.
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Río Qro.**



**Fig. 2.7 Sistema de control de motores
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Río Qro.**



Fig. 2.8 Sistema UPS (en inglés Uninterruptible Power Supply) Fuente Ininterrumpida de Poder
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro



Fig. 2.9 Tablero de contactos UPS.
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro



Fig. 2.10 Tablero de distribución UPC
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro

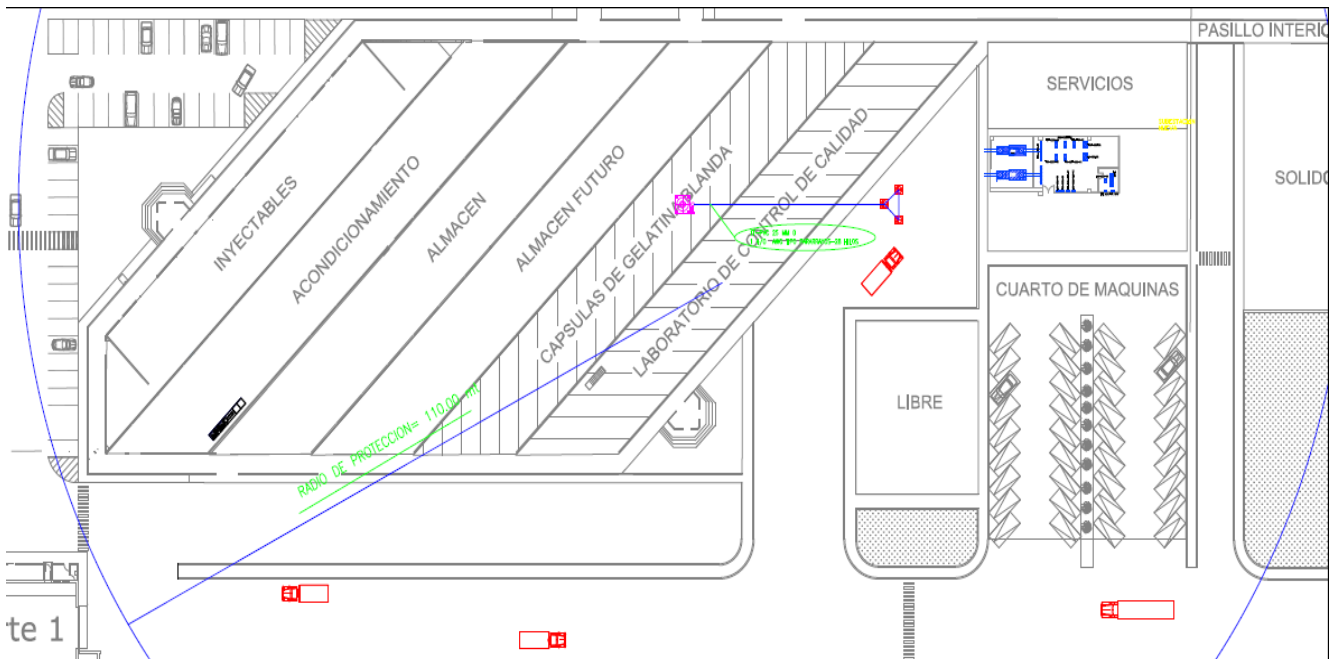


Fig. 2.11 Croquis de la planta.
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro

2.3 Cargas totales por departamento

La planta cuenta con los siguientes montajes y cargas totales por departamento

Tabla 2.1 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga total C. UPS en KW

TABLA DE DESCRIPCION DE EQUIPOS							
EQUIPO EN LABORATORIO FISICO QUIMICO							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE AREA	AREA
CONSUMO ELÉCTRICO							
EQ-097	CROMATOGRAFO DE LIQUIDOS 1	1	110	0.825	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-097A	BOMBA CUATERNARIA	1	110	0.1224	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-097B	DETECTOR	1	110	0.1485	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-097C	TERMOSTATO	1	110	0.1865	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-097D	INYECTOR	1	110	0.2592	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-098	CROMATOGRAFO DE LIQUIDOS 2	1	110	0.825	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-098A	BOMBA CUATERNARIA	1	110	0.1224	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-098B	DETECTOR	1	M	0.1485	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-098C	TERMOSTATO	1	110	0.1865	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-098D	INYECTOR	1	110	0.2592	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031	CROMATOGRAFO DE LIQUIDOS 3 (HPLC3)	1	110	0.825	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031A	BOMBA CUATERNARIA	1	110	0.1224	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031B	DETECTOR	1	110	0.1485	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031C	TERMOSTATO	1	110	0.1865	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031D	INYECTOR	1	110	0.2592	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-25	HPLC					LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC HORNO C02065	1	110	0.225	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC BOMBA CUATERNARIA PU-2089	1	110	0.385	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC AUTOMUESTREADOR AS-2059	1	110	0.144	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC DETECTOR UV-UV2075	1	120	0.378	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC INTERFASE LC NETTI-LC NETTI	1	120	0.162	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-24	HPLC					LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC HORNO C02065	1	110	0.225	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC BOMBA CUATERNARIA PU-2089	1	110	0.385	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC AUTOMUESTREADOR AS-2059	1	110	0.144	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC DETECTOR 2010 MD2010	1	110	0.207	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC INTERFASE LC NETTI-LC NETTI	1	120	0.162	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-22	HPLC					LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC HORNO C02065	1	110	0.225	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC BOMBA CUATERNARIA PU-2089	1	110	0.385	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC AUTOMUESTREADOR AS-2059	1	110	0.144	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC DETECTOR UV-UV2075	1	120	0.378	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC INTERFASE LC NETTI-LC NETTI	1	120	0.162	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-23	HPLC					LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC HORNO C02065	1	110	0.225	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC BOMBA CUATERNARIA PU-2089	1	110	0.385	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC AUTOMUESTREADOR AS-2059	1	110	0.144	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC DETECTOR INDICE DE REFRACCION	1	120	0.42	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
	HPLC INTERFASE LC NETTI-LC NETTI	1	120	0.162	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION

EQ-130	CROMATOGRAFO DE GASES	1	110	2.025	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-021	PUNTO DE FUSION	1	110	0.154	CONTACTO UPS	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-031	CROMATOGRAFO DE LIQUIDOS 3 (HPLC3)	1	110	0.825	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-031A	BOMBA CUATERNARIA	1	110	0.1224	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-031B	DETECTOR	1	110	0.1485	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-031C	TERMOSTATO	1	110	0.1665	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-031D	INYECTOR	1	110	0.2592	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE ÁREA	ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
EQL-18	SONICADOR	1	117	0.8775	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQL-11	SONICADOR	1	110	0.165	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQL-10	SONICADOR	1	117	0.1755	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-072	CENTRIFUGA	1	120	0.084	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQL-11	SONICADOR	1	110	0.165	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQ-019	TRITURADOR KARLFISHER	1	110	0.22	CONTACTO UPS	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
EQL-032	ESTUFA DE VACIO	1	120	0.504	CONTACTO UPS	LFQ-07	FQ-MUFLAS
HPLC 1, 3 Y 4	HPLC		110	2.025	CONTACTO UPS	LFQ-02	FQ-CROMATOGRAFO DE GASES
UPLC	CROMATOGRAFO	1	110	0.378	CONTACTO UPS	LFQ-02	FQ-CROMATOGRAFO DE GASES
CQ-112	CROMATOGRAFO	1	110	2.025	CONTACTO UPS	LFQ-02	FQ-CROMATOGRAFO DE GASES
CHB-005	MICROBALANZA ANALITICA	1	110	0.088	CONTACTO UPS	LFQ-11	FQ-BALANZAS
EQ-107	EQUIPO INFRAROJO ESPECTROMETRO	1	110	0.165	CONTACTO UPS	LFQ-04	FQ-IR
EQ-078	REFRACTOMETRO	1	110	0.162	CONTACTO UPS		NO UBICADO
CARGA TOTAL C. UPS EN KW				29.0044			

Tabla 2.2 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga Total C. Normal en KW

EQUIPO EN LABORATORIO FISICO QUIMICO							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
EQ-069	DISOLUTOR	1	110	1.7	CONTACTO NORMAL	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-26	BOMBA PARA LAVADO COLUMNA	1	110	0.1665	CONTACTO NORMAL	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-07	DESINTEGRADOR DE TABLETAS	1	110	0.55	CONTACTO NORMAL	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-074	POLARIMETRO	1	110	0.088	CONTACTO NORMAL	LFQ-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQL-20	AGITADOR PARA TOMICAS	1	115	0.1885	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-AREA GENERAL
CS-200-2+R	SIST. EXTRACCIÓN	1	127	2.286	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-ÁREA GENERAL
CS-200-2+R	SIST. EXTRACCIÓN	1	127	2.286	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-ÁREA GENERAL
CS-200-2+R	SIST. EXTRACCIÓN	1	127	2.286	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-ÁREA GENERAL
CS-200-2+R	SIST. EXTRACCIÓN	1	127	2.286	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-ÁREA GENERAL
CS-200-2+R	SIST. EXTRACCIÓN	1	127	2.286	CONTACTO NORMAL	LFQ-08	FQ-ÁREA GENERAL
EQL-017	ESTUFA DE SECADO	1	120	1.872	CONTACTO NORMAL	LFQ-07	FQ-MUFLAS
EQL-07	DESINTEGRADOR DE TABLETAS	1	110	0.55	CONTACTO NORMAL		NO UBICADO
EQ-041	POTENCIOMETRO	1	110	12.341	CONTACTO NORMAL		NO UBICADO
EQL-14	AGITADOR MULTIPLE	1	110	0.44	CONTACTO NORMAL		NO UBICADO
BVM-01	SECADOR	1	110	0.36	CONTACTO NORMAL	BVM-01	FQ-BAÑOS VESTIDORES MUJERES
BVH-02	SECADOR	1	110	0.36	CONTACTO NORMAL	BVH-01	FQ-BAÑOS VESTIDORES HOMBRES
CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW				30.044			

Tabla 2.3 Equipo en laboratorio Físico – Químico Carga total C. Emergencia en KW

EQUIPO EN LABORATORIO FISICO QUIMICO							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
				CONSUMO ELÉCTRICO			
EQL-08	REFRIGERADOR	1	127	0.162	CONTACTO EMERGENCIA	Lfq-05	FQ-INSTRUMENTACION
EQ-045	REFRIGERADOR NUEVO	1	120	0.162	CONTACTO EMERGENCIA	Lfq-04	FQ-IR
				CARGA TOTAL C. EMERGENCIA EN KW	0.324		
CARGA TOTAL EN LABORATORIO FISICO QUIMICO KW				56.13			

Tabla 2.4 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. UPS en KW

EQUIPO EN LABORATORIO MICROBIOLOGIA							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
				CONSUMO ELÉCTRICO			
CB-59	INCUBADORA	1	120	1.92	CONTACTO UPS	LM-09	LM-AUTOCLAVE
CB-79	AUTOCLAVE	3	233	3	CONTACTO UPS	LM-09	LM-AUTOCLAVE
CB-79	AUTOCLAVE FUT	3	233	3	CONTACTO UPS	LM-09	LM-AUTOCLAVE
CB-80	MEDIACLAVE	3	240	3.5	CONTACTO UPS	LM-10	LM-PREPARACION
CB-77	MEDIAJET	1	110	0.2	CONTACTO UPS	LM-10	LM-PREPARACION
G-0827	MARKEM IMAJE	1	110	0.55	CONTACTO UPS	LM-10	LM-PREPARACION
EQL-03	INCUBADORA 3	1	115	1.702	CONTACTO UPS	LM-08	LM-INCUBACION
EQ-033	INCUBADORA 2	1	120	0.6	CONTACTO UPS	LM-08	LM-INCUBACION
EQ-129	TOC	1	115	0.1725	CONTACTO UPS	LM-02	LM-INSTRUMENTACION
				CARGA TOTAL C. UPS EN KW	14.6445		

Tabla 2.5 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. normal en KW

EQUIPO EN LABORATORIO MICROBIOLOGIA							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
BEQ-001	AUTOCLAVE 2 SUMI	3	120	4	CONTACTO NORMAL	LM-09	LM-AUTOCLAVE
EQL-30	AUTOCLAVE SANYO	1	230	4	CONTACTO NORMAL	LM-09	LM-AUTOCLAVE
EQ-082	HORNO DE DESPIROGENIZACION	3	220	1.98	CONTACTO NORMAL	LM-09	LM-AUTOCLAVE
EQ-043	POTENCIOMETRO	1	110	0.0055	CONTACTO NORMAL	LM-10	LM-PREPARACION
BEQ-056	POTENCIOMETRO ORION	1	110	0.11	CONTACTO NORMAL	LM-10	LM-PREPARACION
	PARRILLA			0		LM-10	LM-PREPARACION
	PARRILLA			0		LM-10	LM-PREPARACION
	PARRILLA			0		LM-10	LM-PREPARACION
EQ-032	INCUBADORA 1	1	120	0.6	CONTACTO NORMAL	LM-08	LM-INCUBACION
EQL-02	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR	1	110	0.88	CONTACTO NORMAL	LM-11	LM-ESTERILIDADES
EQL-01	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR	1	110	0.88	CONTACTO NORMAL	LM-12	LM-SIEMBRA
EQ-054	BAÑO MARIA	1	110	1.1	CONTACTO NORMAL	LM-12	LM-SIEMBRA
BB-006 *	BALANZA GRANATARIA	1	110	0.162	CONTACTO NORMAL	LM-12	LM-SIEMBRA
BB-008	BALANZA ANALITICA	1	110	0.162	CONTACTO NORMAL	LM-14	LM-BALANZA
BB-007	BALANZAS ANALITICA	1	110	0.018	CONTACTO NORMAL	LM-14	LM-BALANZA
EQ-008	HALÓMETRO ÓPTICO	1	115	0.023	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQ-009	MICROSCOPIO BIOLÓGICO COMPUESTO	1	120	0.05	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQL-031	ULTRASONIDO	1	117	0.585	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQL-05	LAMPARA DE LUZ UV	1	115	0.03312	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQL-04	CONTADOR DE COLONIAS	1	127	0.762	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQ-027	ESPECTRO UV	1	127	1.6002	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
CS-200-2	SIST. EXTRACCIÓN	1	115	0.7015	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
CS-200-2	SIST. EXTRACCIÓN	1	115	0.7015	CONTACTO NORMAL	LM-05	LM-AREA GENERAL
EQ-071	CONDUCTIVIMETRO			0		LM-02	LM-INSTRUMENTACION
EQL-21	BAÑO SECO 2	1	120	0.252	CONTACTO NORMAL		NO UBICADO
EQL-037	BAÑO SECO 1	1	120	0.252	CONTACTO NORMAL		NO UBICADO
CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW				18.85782			

Tabla 2.6 Equipo en laboratorio Microbiología, Carga total C. en emergencia en KW

EQUIPO EN LABORATORIO MICROBIOLOGIA							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
EQ-034	REFRIGERADOR CHICO CONGELADOR	1	125	1.875	CONTACTO EMERGENCIA	LM-08	LM-INCUBACION
EQ-062	REFRIGERADOR	1	125	1.875	CONTACTO EMERGENCIA	LM-08	LM-INCUBACION
CARGA TOTAL C. EMERGENCIA EN KW				3.75			

CARGA TOTAL EN LABORATORIO MICROBIOLOGIA KW	37.25
--	--------------

Tabla 2.7 Equipo en laboratorio de Capsulas de Gelatina Blanda (CGB), Carga total C. Normal En KW

EQUIPO EN LABORATORIO CAPSULAS GELATINA BLANDA (CGB)							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
				CONSUMO ELECTRICO			
	MAQ. ENCAPSULADORA CSJ-500R	3	440	22.4	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	MINICHILLER MAQUINA ENCAPSULADORA	3	220	3.6	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	TAMBOR SECADOR 128 KILOS	3	440	67.5	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	REACTOR ONE POT DE GELATINA	3	440	12	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	TANQUE GELATINA ONE POT 2x5 KW	1	220	40	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	ULTRA HOMOGENIZADOR MEDICAMENTO	3	440	10	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	TANQUE SIN CHAQUETA P/MEDICAMENTO	3	440	0	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	TANQUE ENCHAQUETADO PARA MEDICAMENTO	1	220	12	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	COLOR MIXER 20 HP	3	440	15	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
	CAPSULE SORTER 8 ROWS	3	220	1.75	EMERGENCIA	CGB	CGB-ENCAPSULADO Y SECADO
CGB-49	INSPECCIÓN 2			0	CONTACTO NORMAL	CGB-49	CGB-INSPECCIÓN
	VIBRADOR	3	220	0.15	CONTACTO NORMAL	CGB-49	CGB-INSPECCIÓN
	MOTOR (5 HP)	3	220	3.73	CONTACTO NORMAL	CGB-49	CGB-INSPECCIÓN
CGB-47	INSPECCIÓN 1			0	CONTACTO NORMAL	CGB-47	CGB-INSPECCIÓN
	VIBRADOR	3	220	0.15	CONTACTO NORMAL	CGB-47	CGB-INSPECCIÓN
	MOTOR (5 HP)	3	220	3.73	CONTACTO NORMAL	CGB-47	CGB-INSPECCIÓN
CGB-54	SELECCIONADORA (0.5 HP)	3	220	0.373	CONTACTO NORMAL	CGB-54	CGB-SORTER
CGB-59 *	LINEA DE ACONDICIONAMIENTO 2		220	0	CONTACTO NORMAL	CGB-59	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 2
	BLISTER	3	220	15	CONTACTO NORMAL	CGB-59	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 2
CGB-61	ENCARTONADORA	3	220	10	CONTACTO NORMAL	CGB-61	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 2
CGB-60 *	LINEA DE ACONDICIONAMIENTO 1		220	0	CONTACTO NORMAL	CGB-60	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 1
	BLISTER	3	220	1.5	CONTACTO NORMAL	CGB-60	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 1
CGB-62	ENCARTONADORA	3	220	10	CONTACTO NORMAL	CGB-62	CGB-LINEA ACONDICIONAMIENTO 1
				CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW	44.633		
CARGA TOTAL EN CAPSULAS DE GELATINA BLANDA KW		263.10					

Tabla 2.8 Equipo HVAC, Carga total en emergencia y en UPS.

CARGAS HVAC							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
				CONSUMO ELÉCTRICO			
UMA-CAP-01	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (15 HP)	3	440	11.19	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
DH-CAP-01	DESHUMIDIFICADOR			0	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
	VENT. PROCESO (7.5 HP)	3	440	5.595	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
	VENT. REACTIVACIÓN (3 HP)	3	440	2.238	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
UMA-CAP-02	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (15 HP)	3	440	11.19	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
DH-CAP-02	DESHUMIDIFICADOR			0			
	VENT. PROCESO (7.5 HP)	3	440	5.595	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
	VENT. REACTIVACIÓN (3 HP)	3	440	2.238	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
UMA-CAP-03	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (25 HP)	3	440	18.65	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
VEXT-CAP-01	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (2 HP)	3	440	1.492	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
UMA-LAB-01a	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (10 HP)	3	440	7.46	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
HU-LAB-01a	HUMIDIFICADOR	3	440	30	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
VEXT-LAB-02	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (3HP)	3	440	2.238	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
CARGA TOTAL C. EMERGENCIA EN KW				97.886			
UMA-CAP-04	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (25 HP)	3	440	18.65	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
VEXT CAP 02	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (5 HP)	3	440	3.73	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
UMA-LAB-01	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (20 HP)	3	440	14.92	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
HU-LAB-01	HUMIDIFICADOR	3	440	60	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
VEXT-LAB-01	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (2 HP)	3	440	1.492	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
HU-LAB-02	HUMIDIFICADOR	3	440	72	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
VEXT-LAB-03	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (1.5 HP)	3	440	1.119	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
VEXT-LAB-04	UNIDAD DE EXTRACCIÓN DE AIRE (0.5 HP)	3	440	0.373	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CP-01	BOMBA DE AGUA HELADA (7.5 HP)	3	440	5.595	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CP-02	BOMBA DE AGUA HELADA (7.5 HP)	3	440	5.595	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CP-03	BOMBA DE AGUA HELADA (7.5 HP)	3	440	5.595	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CS-01	BOMBA DE AGUA HELADA (15 HP)	3	440	11.19	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CS-02	BOMBA DE AGUA HELADA (15 HP)	3	440	11.19	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAH-CS-03	BOMBA DE AGUA HELADA (15 HP)	3	440	11.19	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAC-01	BOMBA DE AGUA CALIENTE (10 HP)	3	440	7.46	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
BAC-02	BOMBA DE AGUA CALIENTE (10 HP)	3	440	7.46	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
UGAH-01	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CHILLER 1	3	440	170	NORMAL		ÁREA EXTERIOR (SERVICIOS)
UGAH-02	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CHILLER 2	3	440	170	NORMAL		ÁREA EXTERIOR (SERVICIOS)
CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW				628.739			

CARGAS HVAC							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
				CONSUMO ELECTRICO			
	CAJAS DE CONTROL HVAC (3 KW)	1	110	12	UPS		ÁREA TÉCNICA
CARGA TOTAL C. UPS EN KW				12			

Tabla 2.9 Cargas mecánicas, carga total C. normal en KW

CARGAS MECÁNICAS							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
	CALENTADOR 1	3	220	4.5	NORMAL		CGB-LAVADO
	CALENTADOR 1	3	220	4.5	NORMAL		MEZZANINE
	CALENTADOR 3	3	220	5	NORMAL		
	HIDRONEUMÁTICO (10 HP)	3	220	7.46	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	HIDRONEUMÁTICO (7.5 HP)	3	220	5.59	NORMAL		
	HIDRONEUMÁTICO (7.5 HP)	3	220	5.59	NORMAL		
	BOMBA DE VACÍO (2 HP)	3	220	1.492	NORMAL		FQ-CAMPANAS DE EXTRACCIÓN
	VENTILADOR CALDERA (7.5 HP)	3	220	5.595	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	BOMBA DE CONDENSADO 1 (5 HP)	3	220	3.73	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	BOMBA DE CONDENSADO 2 (5 HP)	3	220	3.73	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	BOMBA DE DIESEL 1 (5HP)	3	220	3.73	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	BOMBA DE DIESEL 2 (5HP)	3	220	3.73	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
	SECADORA COMP (1 HP)	3	220	0.746	NORMAL		CTO. MÁQUINAS
CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW				55.393			

CARGAS MECÁNICAS							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:		ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
	COMPRESOR (50 HP)	3	440	37.3	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
	COMPRESOR (50 HP)	3	440	37.3	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
	ÓSMOSIS	3	440	38.1	EMERGENCIA		CTO. SERVICIOS
CARGA TOTAL C. NORMAL EN KW				112.7			

CARGA TOTAL EN CARGAS MECÁNICAS KW 168.09

Tabla 2.10 Cargas en el Sistema contra incendio, carga total en KW.

CARGAS SISTEMA CONTRA INCENDIO							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE ÁREA	ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
CONSUMO ELÉCTRICO							
EQ-01	BOMBA VERTICAL SIST. VS INCENDIO (25 HP)	3	440	18.65	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
EQ-02	CONTROL P/ TABLERO	1	115	0.92	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
EQ-02	PRE-CALENTADOR	1	115	2.99	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
EQ-03	BOMBA CENTRIFUGA (0.35 HP)	1	115	0.2611	EMERGENCIA		CTO. MÁQUINAS
CARGA TOTAL EN KW				22.8211			

CARGA TOTAL EN SIST. CONTRA INCENDIO KW 22.82

Tabla 2.11 Alumbrado y contactos normales, emergencia y ups, carga total en KW

ALUMBRADO Y CONTACTOS NORMAL							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE AREA	ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
TAN-MAQ-01	ALUMBRADO NORMAL SUBESTACIÓN Y SERV.	3	220	3.2	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TCN-MAQ-01	CONTACTOS NORMAL SUBESTACIÓN Y SERV.	3	220	12.12	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TAN-CGB-01	ALUMBRADO NORMAL GELATINAS	3	220	14.809	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TCN-CGB-01	CONTACTO NORMAL GELATINAS	3	220	14	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TAN-AT-01	ALUMBRADO NORMAL AREA TECNICA	3	220	8.8	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TC-AT-01	CONTACTO NORMAL AREA TÉCNICA	3	220	3.78	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TA-FQ-01	ALUMBADO NORMAL AREA FISICO QUIMICO	3	220	5.6	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TC-FQ-01	CONTACTOS NORMAL AREA FISICO QUIMICO	3	220	7.24	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TA-MB-01	ALUMBRADO NORMAL MICROBIOLOGIA	3	220	8.68	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
TC-MB-01	CONTACTOS NORMAL MICROBIOLOGIA	3	220	34.8	NORMAL		ÁREA TÉCNICA
CARGA TOTAL EN KW				113.029			

ALUMBRADO Y CONTACTOS EMERGENCIA							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE AREA	ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
TAE-CGB-01	ALUMBRADO EMERGENCIA CAP. GELATINA	3	220	6.4	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
TAE-FQ-MB-01	ALUMBRADO EMERGENCIA LAB. FIS-QUIM	3	220	5	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
TAE-AT-01	ALUMBRADO EMERGENCIA AREA TÉCNICA	3	220	1.6	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
TAE-MAQ-SERV-01	ALUMBRADO EMERGENCIA SUBESTACIÓN Y SERV	3	220	3	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
TER-LCC-01	CONTACTOS EMERGENCIA REFRIGERADORES	3	220	5.9	EMERGENCIA		ÁREA TÉCNICA
CARGA TOTAL EN KW				21.9			

ALUMBRADO Y CONTACTOS UPS							
No. DE TAG.	DESCRIPCION	FASES	VOLTAJE (V)	CONSUMO (KW)	CONECTADO A:	CLAVE AREA	ÁREA
CONSUMO ELECTRICO							
TCU-MAQ-01	CONTACTOS REGULADOS SUBESTACION Y SERV	3	220	1	UPS		ÁREA TÉCNICA
CARGA TOTAL EN KW				1			

CARGA TOTAL EN ALUMBRADO Y CONTACTOS A.T. EN KW 135.93

CARGA FUTURA EMERGENCIA EN KW

CARGA FUTURA NORMAL EN KW

DESCRIPCION	CARGA (KW)
ENERGIA NORMAL	890.70
ENERGIA EMERGENCIA	477.35
ENERGIA UPS	56.6439
TOTAL CARGA KW	1425.20

CARGA TOTAL INSTALADA CGB, LCC, Y HVAC (KW)	1650.50
--	----------------

Se presenta a continuación el Diagrama unifilar y simbología de la subestación

2.4 Diagrama unifilar

Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así la forma de visualización completa del sistema de forma más sencilla. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por fase, compuesto de una de las tres líneas y un neutro de retorno, es rara vez necesario mostrar más de una fase y el neutro de retorno cuando se dibuja un diagrama del circuito. Muchas veces el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que lo componen mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes. No se muestran los parámetros del circuito, y las líneas de transmisión se representan por una sola línea entre dos terminales. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar o de una línea. Este indica por una sola línea y por símbolos estándar, cómo se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa la información significativa acerca del sistema.

La importancia de las diferentes partes de un sistema varía con el problema, y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza. Por ejemplo, la localización de los interruptores y relevadores no es importante para un estudio de cargas. Los interruptores y los relevadores no se mostrarían en el diagrama si la función primaria fuera la de proveer información para tal estudio. Por otro lado, la determinación de la estabilidad de un sistema bajo condiciones transitorias resultantes de una falla depende de la velocidad con que los relevadores e interruptores operan para aislar la parte del sistema que ha fallado. Por lo tanto, la información relacionada con los interruptores puede ser de

extrema importancia. Algunas veces los diagramas unifilares incluyen información acerca de los transformadores de corriente y de potencia que conectan los relevadores al sistema o que son instalados para medición.

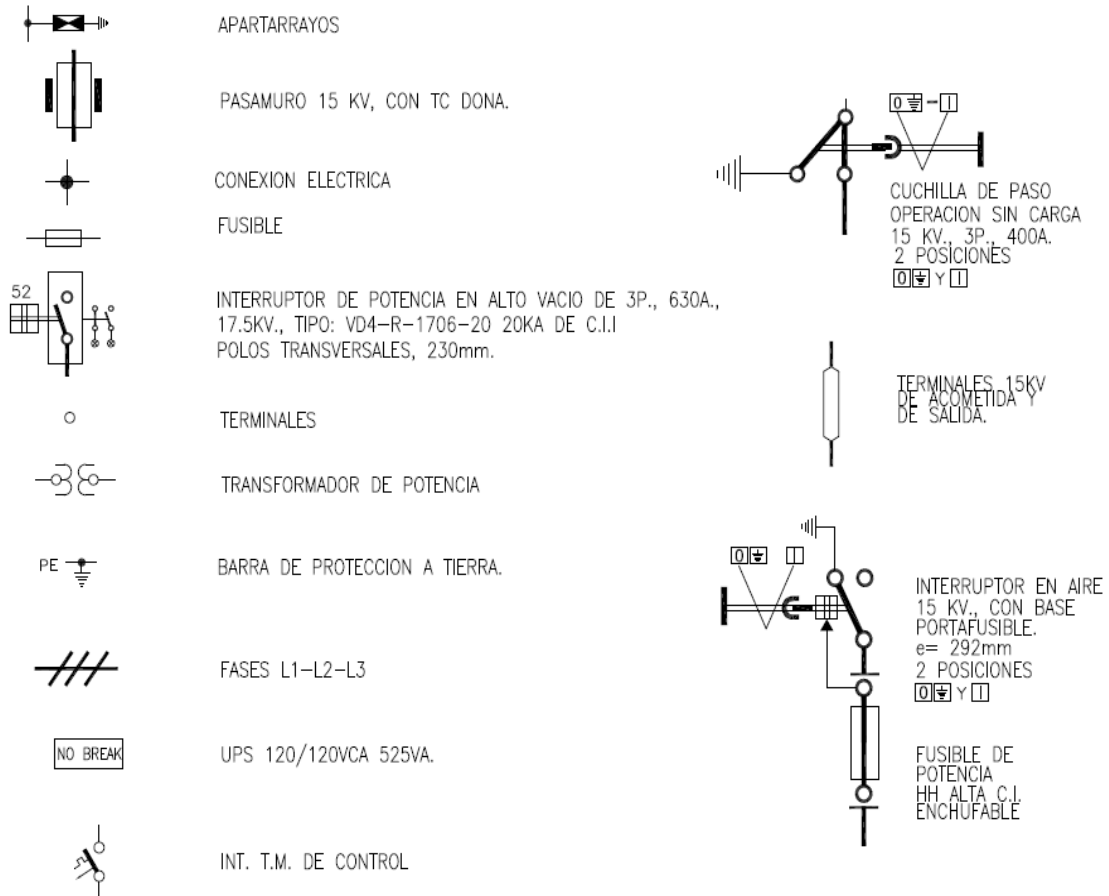


Fig. 2.12 Simbología de la subestación
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro

Es importante conocer la localización de los puntos en que el sistema se aterriza, con el fin de calcular la corriente que fluye cuando ocurre una falla asimétrica que involucre la tierra.

El símbolo estándar para designar una conexión estrella trifásica con el neutro sólidamente conectado a tierra.

Si una resistencia o reactancia se inserta entre el neutro de la estrella y la tierra, para limitar el flujo de corriente a tierra durante la falla, se le pueden adicionar al símbolo estándar de la estrella aterrizada los apropiados para la resistencia o la inductancia.

La mayoría de los neutros de transformadores de los sistemas de transmisión están sólidamente aterrizados. Por lo general, los neutros de los generadores se aterrizan a través de resistencias razonablemente elevadas y algunas veces a través de bobinas.

El diagrama unifilar se usa para dibujar el circuito equivalente monofásico o por fase del sistema, con el fin de evaluar el comportamiento de éste bajo condiciones de carga o durante la ocurrencia de una falla.

La figura 2.2 muestra el diagrama unifilar de la subestación con las derivaciones de los dos transformadores

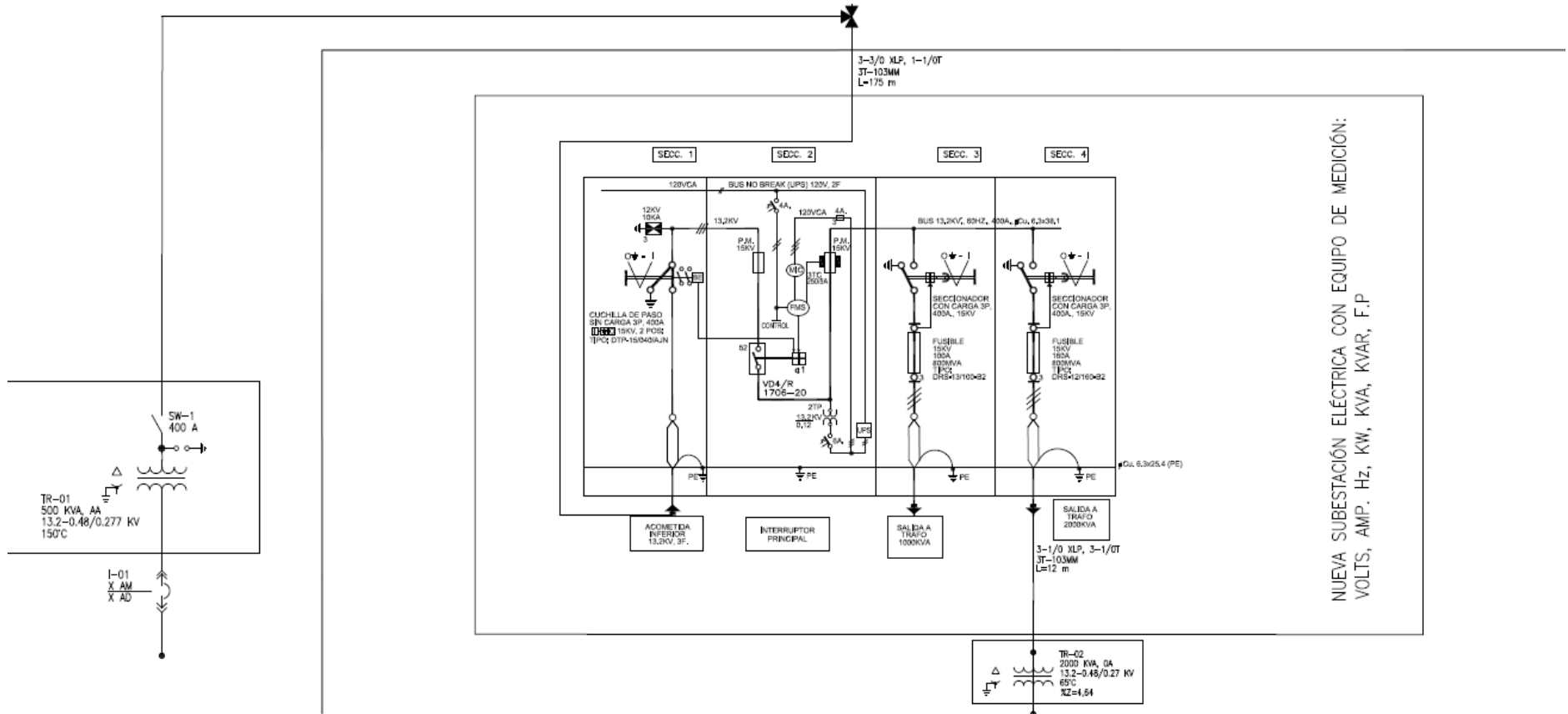


Fig. 2.13 Diagrama unifilar de la subestación
Fuente: Tecnofarma Planta San Juan del Rio Qro

Capítulo 3

Diseño y cálculo del sistema eléctrico

En este capítulo se hace el diseño y el cálculo del sistema eléctrico para los conductores **de baja tensión y del sistema de tierras**, se enumera en los primeros subcapítulos la descripción de los equipos a utilizar y su normatividad.

3.1 Tablero general “TGN”

En este tablero se recibe el suministro eléctrico desde el transformador, en el lado de baja tensión, se localiza en forma accesible fácilmente en la misma área del cuarto eléctrico y conectados por medio de cable de cobre, se ha provisto que será del tipo gabinete metálico nema 1, 3 fases, 4 hilos con barra de tierra, 220/127 v, 60hz.

El interruptor electrónico general será de 3p x 2500 amp. y alimentara a un tablero de distribución principal, para una carga de 1650.5 kva de carga total instalada.

El tablero de distribución general alimentara al tablero general en emergencia, así como a las demás cargas de motores y tableros que no son considerados en el sistema de emergencia.

3.1.2 Tablero general “TGE”

Este tablero recibirá el suministro eléctrico desde el sistema de transferencia, el cual es alimentado de la planta de emergencia de 750 kw y del tablero TGN, este tablero TGE se localiza en forma accesible fácilmente en la misma área del cuarto eléctrico donde también contendrá al equipo de transferencia.

En la propuesta, por lo que respecta al calibre de los conductores, la caída de tensión calculada desde el tablero general, en ningún caso excede del 2 %. El calibre de los conductores se ha definido, tomando en cuenta la intensidad de

corriente instalada de los equipos operando a plena carga, la caída de voltaje no es mayor de 5 % global.

3.1.3 Tableros derivados de distribución

Se ha previsto tableros alimentados a 3 fases, 4 hilos, 60hz, 220/127 volts, con interruptores principales de capacidad interruptiva intermedia, tipo NF en su mayoría y NQOD dependiendo la carga instalada. Estos alimentan a las derivaciones de suministro para alumbrado, contactos, salida especiales y fuerza.

Se emplean conductores de cobre tipo trenzado en varios hilos para todos los calibres, con forro termoplásticos thhw-ls 75°C, 600 volts, sobre charola tipo o tubería conduit, instalados en forma visible aparente fijados con abrazaderas y colgadores a techo, muro y estructura.

Los conductores, cajas registro, cajas terminales y en general los accesorios complementarios de estas canalizaciones para las diferentes salidas serán de tipo conduit.

Este proyecto eléctrico se diseñó de acuerdo con los criterios siguientes criterios:

- **Funcionalidad.** Esto significa que las instalaciones se proyectaron adecuadas a los fines o usos para los que se requiera energía, siendo su capacidad, dimensiones y características apropiadas a las necesidades que van a presentarse cotidianamente. Así también, se han proyectado en forma que prevean:
- **Continuidad en servicio.** Calidad en los parámetros de la energía (voltaje y frecuencia adecuados). Oportunidad de lugar y momento en el suministro. reserva razonable para ampliaciones futuras.
- **Seguridad.** Las instalaciones se han diseñado en forma tal que cumplan cabalmente con las normas de seguridad vigentes, a fin de preservar la integridad física de los operarios de la instalación y evitar riesgos y daños

tanto al personal como a las construcciones. En todo caso se procuró observar estrictamente las normas técnicas para instalaciones eléctricas nom-001-sede-2005 promulgadas por la secretaría de energía y demás reglamentaciones y decretos aplicables.

- **Economía.** Se procuró proyectar las instalaciones en forma que no representen una inversión exorbitante en equipo y accesorios, ni excesos por el pago de energía. Se recomienda al cliente seguir los lineamientos y especificaciones de este proyecto, tan al pie de la letra como sea posible; sobre todo en lo que se refiere a capacidad de interruptores, calibres, cables, diámetros de tuberías, ductos y demás especificaciones de este proyecto.

3.1.4 Normas aplicables

El objetivo de las normas es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a utilización de la energía eléctrica a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades referente a la protección por daños eléctricos.

Las normas y códigos contienen regulaciones que establecen requerimientos de diseño e instalación de equipos y sistemas eléctricos.

El diseño y cálculo de los diferentes componentes del sistema eléctrico deberán estar aprobados y verificados de acuerdo a las normas que rigen en la actualidad y que hacen referencia al sistema eléctrico (Capítulo 1 subcapítulo 1.2 pág. 1 y 2)

Las instalaciones eléctricas deberán sujetarse estrictamente a los planos de proyecto, a las especificaciones de materiales y equipos, a los alcances indicados en este, así como ejecutarse de acuerdo a la norma (Oficial Mexicana) NOM-001-SEDE-2005 al reglamento de construcción del Estado y a las Normas y lineamientos de la Dirección de Obras.

Los materiales y equipos eléctricos, deberán ser de primera calidad, de los tipos, número de catálogo y marcas aprobadas por la NOM-001-SEDE-2005.

Antes de iniciar los trabajos, la persona encargada del proyecto presentará a la Dirección de Obra, muestra de los materiales que no sean los indicados en estas especificaciones con los números de NOM-001-SEDE-2005, para su autorización; además que en el caso de equipos se presentaran catálogos ilustrativos, planos y/o diagramas del fabricante.

La mano de obra será de primera calidad, hecha por personal competente calificado y con amplia experiencia en este tipo de trabajos.

Los trabajos de las instalaciones eléctricas, deberán hacerse con herramientas apropiadas y no se admitirán los trabajos desarrollados con herramientas inadecuadas.

La posición exacta de las salidas eléctricas, contactos, alumbrado y de comunicaciones y seguridad, así como las trayectorias de las canalizaciones, deberán fijarse en la obra, de acuerdo con los planos de proyecto, las especificaciones respectivas y la Dirección de Obra.

El transporte de personal, materiales, equipos, además del almacenaje de materiales, equipos y herramientas, la vigilancia y la limpieza de desperdicios, forman parte de los alcances en los trabajos correspondientes a las instalaciones. Las estructuras, herrajes, colgadores, soportes, necesarios para la instalación y montaje de las canalizaciones y equipos eléctricos, serán suministrados e instalados por el contratista eléctrico.

Los trabajos de obra civil, albañilería, yeso, pintura y jardinería y / o decoración que son necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, relativos a las instalaciones eléctricas serán hechas por otros contratistas, de acuerdo con la

Dirección de la Obra, siempre y cuando estos trabajos sean programados con anticipación de los trabajos respectivos, de otra forma, serán por cuenta del contratista eléctrico.

Todos los materiales y equipos deberán ser instalados de manera correcta y limpia, la instalación de cualquier material o equipo que no se sujete a las normas, reglamentos y/o especificaciones, será removido y reinstalado y/o repuesto sin costo adicional para el propietario.

- **Tableros e Interruptores.** Todos los tableros deberán llevar la lista de los interruptores derivados con una leyenda escrita claramente y protegida con mica, identificando los circuitos derivados, conforme lo establece la NOM 001-SEDE-2005. Todos los conductores (terminales) en los tableros e interruptores deberán quedar identificados.

En todos los interruptores y equipo de control deberá dejarse un letrero indicando el circuito y el equipo que protegen y controlan.

Todos los tableros deberán quedar balanceados eléctricamente.

- **Protección del alimentador.** De acuerdo al artículo 240-6, las capacidades normalizadas para interruptores y fusibles son:

10, 15, 20, 25, 30, 35, 40,45,50,60,70,80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200. 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 amp.

De acuerdo al artículo 240-3, los conductores deberán protegerse contra sobre corriente de acuerdo a lo siguiente:

- Dispositivos con rango de 800a o menos. La capacidad de los conductores debe corresponder a corriente nominal normalizada.
- Del interruptor, se permite el valor inmediato superior del dispositivo, solamente si esta capacidad no es mayor a los 800 a.
- dispositivos con rango mayor a 800a. La capacidad de los conductores debe corresponder a corriente nominal normalizada del interruptor, o bien ser mayor.

- **Pruebas.** Pruebas de rigidez dieléctrica (aislamiento). Esta prueba deberá hacerse en todos los circuitos por medio de un megger, de acuerdo con lo que establecido por el fabricante y la NOM 001-SEDE-2005.

A continuación se dan los valores mínimos de resistencia del aislamiento, según las capacidades de conducción de los conductores, en condiciones de operación normales.

Tabla 3.1 los valores mínimos de resistencia del aislamiento.

Capacidad de conducción (amp.) o calibre del conductor.	<i>Resistencia del aislamiento para conductores con aislamiento para 600 Volts. en Ohms.</i>
Núm. 12 y menores	1.000
25 a 50 amp.	0.250
51 a 100 amp.	0.100
101 a 200 amp.	0.050
201 a 400 amp.	0.025

Los valores anteriores deberán medirse con todos los tableros, interruptores, dispositivos de protección contra sobre corriente, instalados y conectados en su lugar.

Se deberá probar la continuidad de conexión a tierra de todos los conductores de conexión a tierra, cajas, partes metálicas de los equipos y partes metálicas de la instalación accesibles a las personas. Así como medir las resistencias a tierra y esta deberá estar dentro de los límites especificados por la NOM 001-SEDE-2005.

Lineamientos para la ejecución de la mano de obra, en el tendido de cables para las redes eléctricas en general.

- Limpieza de registros normales.
- Guiado y limpieza de ductos.

- Tendido de cables.
- Transportarlo de bodega al lugar de uso.
- Poner herramienta de mano necesaria.
- Medir de registro a registro, para evitar cocas de desperdicio.
- Dejar cocas en registros derivados.
- Tratar de dejar el menor número de conexiones posibles.
- Unir los tramos donde se tenga registro.
- El tendido deberá comprender un registro inicial de uso hasta el registro final de conexión con sus derivaciones correspondientes.
- No se utilizaran grasas para instalar cable.
- Dejar perfectamente peinados los cables con su identificación del circuito o centro de carga alimentador. El cable en los registros no deberá apoyarse en el piso, deberá dejarse con apoyos aislados a muros, dejando placas de señalamiento de servicios que alimenta.
- Cabecear los extremos de los cables finales, mientras se efectúa la conexión mecánica y la protección con cinta de aislante.
- Señalar con pintura los registros de baja tensión en color o con letras B. T. en color amarillo.
- Ajustar perfectamente las tapas o reportar a la supervisión de obra para la Cía. constructora para que las arregle o las cambie, así mismo, reportar registros mal contruidos, mal acabados o con faltantes de obra civil.
- Verificar el emboquillado de los tubos al paño de registros, reportando a la supervisión anomalías de estos.
- Efectuar las pruebas de continuidad del cable y de la resistencia del mismo en los extremos.
- Una vez terminados los trabajos, colocar la tapa y sellar con material que evite la entrada de agua o cuerpos extraños.
- Llevar a cabo todos los trabajos anteriores con la mayor seguridad posible.

En caso de encontrar anomalías ajenas a la instalación eléctrica que afecte el buen servicio deberá ser reportado de inmediato y por escrito (bitácora o memorándum), a la supervisión de obra.

- **Conductores y accesorios** Para la selección de conductores deben considerarse los factores de temperatura agrupamiento caída de tensión, por corto circuito etc., el conductor neutro se considera como activo según la sección 310-15 nota 10 inciso C.

Los conductores deben cumplir con su código de colores y radios de curvatura como está establecido en el proyecto.

Las tuberías que llegan a los tableros, estas no deben exceder del 40% de relleno quedando el 60% de espacio para ventilación de los cables como se indica en la tabla 10-4 de esta norma, más de dos conductores. El tipo de tubería a instalar esta especificado en el proyecto.

Las tuberías deberán soportarse a menos de 1 metro de los tableros o registros y a cada 2.5 metros entre soportes como máximo cuando vaya visible por muro o estructura.

Los registros y gabinetes que se utilizan deben ser de tamaño suficiente para proveer espacio libre a todos los conductores dentro del, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Código de colores para conductores en gabinetes

Código de colores		
VOLTAJE	220/127v.	480/277v.
FASE A	NEGRO	CAFE
FASE B	ROJO	NARANJA
FASE C	AZUL	AMARILLO
NEUTRO	BLANCO	GRIS CLARO
TIERRA	DESNUDO O FORRO VERDE	DESNUDO O FORRO VERDE.

Conductores de cobre suave, con aislamiento tipo THW-LS, de cloruro de polivinilo (PVC), y recubrimiento de baja emisión de humos, para 600 Volts, 75° C,

temperatura máxima de operación; de los calibres AWG, especificaciones en los planos de proyecto, los conductores serán del tipo cable y deberán tener impreso claramente sobre el aislamiento, la marca, el calibre de conductor y el tipo de aislamiento.

Los tableros de distribución de la energía eléctrica general, estarán trabajando a una tensión de 220/127Volts, 3 Fases, 4 hilos, 60 hz, en gabinete de sobreponer tipo Nema 1, además contarán con interruptores termomagnéticos, e interruptor electromagnético principal para tablero general o zapatas principales según se indique, de la marca Square'd, de las características indicadas en los planos del proyectos y catálogo de conceptos, con una capacidad interruptiva de 65,000 Amp.

Los tableros subgenerales y derivados se instalarán de acuerdo a lo especificado en el proyecto.

Como puntos principales se tienen:

- 1) Revisar que la capacidad de las barras fases, tablillas del neutro y tierra sea la Especificada.
- 2) Que la capacidad nominal de los interruptores termomagnéticos derivados sea la Indicada, así como su capacidad interruptiva.
- 3) Que el gabinete este debidamente aterrizado.
- 4) Que los conductores cumplan con su código de colores espacios de trabajo y radios de curvatura como está establecido en el proyecto.
- 5) Todos los tableros subgenerales, derivados e interruptores termomagnéticos deben estar debidamente identificados.
- 6) No se deben realizar empalmes dentro de los tableros.
- 7) En ambientes húmedos o corrosivos el acabado de los tableros será tropicalizado.

3.2 Definiciones y términos de referencia

El propósito de la puesta a tierra de los equipos eléctricos es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida, las instalaciones y para que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos. Lo cual se logra conectando al punto de conexión del sistema eléctrico con el planeta tierra, todas las partes metálicas que pueden llegar a energizarse, mediante un conductor apropiado a la corriente de corto circuito del propio sistema en un punto determinado.

Los sistemas de puesta a tierra de equipos, por su importancia como medio de protección están normalizados a nivel mundial. En nuestro país, la norma vigente NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas, utilización, contiene los requisitos mínimos de seguridad desde el punto de vista de la conducción de corrientes de falla.

En los siguientes puntos se establecerá, en forma resumida, lo más importante de dicha norma.

3.2.1 Equipos y canalizaciones que deben estar puestos a tierra

Equipo Fijo en General (NOM 250-42).

Las partes metálicas expuestas y no conductoras de corriente eléctrica del equipo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ser puestas a tierra, en cualquiera de los siguientes casos.

Donde el equipo está localizado a una altura menor a 2.4 m y a 1.5 m horizontalmente de tierra u objetos aterrizados que puedan entrar en contacto con una persona.

Si el equipo está en un lugar húmedo y no está aislado, o está en contacto con partes metálicas.

Si el equipo está en un lugar peligroso o, donde el equipo eléctrico es alimentado por cables con cubierta metálica.

Si el equipo opera con alguna terminal a más de 150 V a tierra, excepto en:
Cubiertas de Interruptores automáticos que no sean el interruptor principal y, que sean accesibles a personas calificadas únicamente (NOM 250-42, excepción 1).

Estructuras metálicas de aparatos calentadores, exentos mediante permiso especial y si están permanentemente y efectivamente aisladas de tierra (NOM 250-42, excepción. 2).

Carcasas de transformadores y capacitores de distribución montados en postes de madera a una altura mayor de 2.4 m sobre nivel del piso (NOM 250-42, excepción. 3).

Equipos protegidos por doble aislamiento y marcados de esa manera (NOM 250-42, excepción. 4).

3.2.2 Equipo Fijo Específico, NOM 250-43

Todas las partes metálicas no conductoras de corriente de las siguientes clases de equipos, no importando voltajes, deben ser puestas a tierra, mediante los conductores calculados según la Tabla 250-95 de la NOM, observando que no obstante se corran cables en paralelo por diferentes canalizaciones, el calibre de todos los cables de puesta a tierra dependen únicamente de la protección.

Armazones de Motores como se especifica en la NOM (430-142).

Gabinetes de controles de motores, excepto los que van unidos a equipos portátiles no aterrizados.

3.2.3 Equipos eléctricos de elevadores y grúas

Equipos eléctricos en talleres mecánicos automotrices, teatros, y estudios de cine, excepto luminarias colgantes en circuitos de no más de 150 Volts a tierra.

- Equipos de Proyección de cine.
- Anuncios luminosos y equipos asociados.
- Generador y motores en órganos eléctricos.

Armazones de tableros de distribución y estructuras de soporte, exceptuando las estructuras de tableros de corriente directa aislados efectivamente.

Equipo alimentado por circuitos de control remoto de clase 1, 2 y 3 y circuitos de sistemas contra incendios cuando la NOM en la parte B del artículo 250 requiera su aterrizado.

Luminarias conforme a la NOM en sus secciones 410-17 a 410-21.

Bombas de agua, incluyendo las de motor sumergible.

Capacitores {NOM 460-10}.

Además metálicos de pozos con bomba sumergible.

3.2.4 Equipos No Eléctricos, NOM 250-44

Las siguientes partes metálicas de equipos no eléctricos serán puestas a tierra:

- Estructuras y vías de grúas operadas eléctricamente.
- La estructura metálica de elevadores movidos no eléctricamente, a las que están sujetos conductores eléctricos.
- Los cables de acero de los elevadores eléctricos.
- Partes metálicas de subestaciones de voltajes de más de 1 KV

Por otra parte, la Norma Oficial Mexicana establece que la resistencia de un solo electrodo "no debe ser mayor de 25 ohms, con acometidas en baja tensión, en las condiciones más desfavorables (época de estiaje)" {NOM 250-84}.

Para subestaciones, la NOM menciona "La resistencia eléctrica total del sistema de tierra debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a 25 ohms para subestaciones hasta 250 KVA y 34.5 KV, 10 ohms en subestaciones mayores de 250 KVA y hasta 34.5 KV y de 5 ohms en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 KV" {2403-2c}.

3.3 Materiales de puesta a tierra

Es muy importante tomar en cuenta que por norma {NOM 250-26c}, los electrodos de puesta a tierra de los sistemas eléctricos deben estar accesibles y preferiblemente en la misma zona del puente de unión principal del sistema.

De acuerdo con la norma oficial mexicana {NOM 250-81}, el sistema de electrodos de puesta a tierra se forma interconectando los siguientes tipos de electrodos (siempre que existan):

- Tubería metálica de agua enterrada
- Estructura metálica del inmueble
- Electrodo empotrado en concreto
- Anillo de tierra
- En caso de no disponer de alguno de los anteriores, se deben usar uno o más de los electrodos especialmente contruidos:
 - Electrodo de varilla o tubería
 - Electrodos de placa
 - Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos

3.3.1 Electrodos de puesta a tierra especialmente contruidos

La norma oficial mexicana {NOM 250-83} dispone que se puedan usar uno o más de los electrodos siguientes: Varilla o tubería, electrodos de placa y estructuras metálicas subterráneas.

3.3.2 Electrodo de varilla o tubería

De acuerdo con la NOM {250-83c} los electrodos de varilla y tubo, no deben tener menos de 2.40 m de largo y deben instalarse de tal modo que por lo menos 2.00 m de su longitud esté en contacto con la tierra.

Las varillas de metales no ferrosos deben estar aprobadas y tener un diámetro no inferior a 13 mm de diámetro, y las demás de por lo menos 16 mm. Las tuberías deben tener un diámetro no inferior a 19 mm, y si son de hierro, deben tener una protección contra corrosión en su superficie.

Las varillas de acero con un recubrimiento de cobre de 10 milésimas dura un promedio de 35 años en un suelo promedio; si tiene un recubrimiento de 13 milésimas dura hasta 45 años. En cambio, una varilla de acero galvanizado tiene una vida estimada de 15 años.

Estos electrodos se aplican al suelo mediante percusión hasta que alcanzan la profundidad adecuada. En caso de terrenos rocosos o de tepetate, las varillas no pueden meterse de esa manera; se doblan o solamente no pueden entrar. Ocasionalmente se ha sabido de casos donde las varillas han sido regresadas hacia la superficie después de haber tratado de clavarlas en terrenos rocosos. Cuando la roca está a menos de 2,40 m, estos electrodos pueden meterse en diagonal hasta con un ángulo de 45 grados de la vertical. Pero, si no es este el caso, se deben enterrar horizontales en una trinchera abierta para el caso a 800 mm de profundidad por lo menos.

3.3.3 Mejoramiento del terreno

El problema de lograr una resistencia baja en la roca, así como en otros suelos de alta resistividad, está asociada con el material en contacto con el electrodo y la compactación que éste recibe al rellenar el agujero.

El relleno ideal debe compactarse fácilmente, ser no corrosivo y a la vez buen conductor eléctrico observe la fig. 3.1. La bentonita entre otros compuestos como el sulfato de magnesio o de sulfato de cobre, o de compuestos químicos patentados (THOR GEL, GEM, etc.) cumple con esos requisitos.

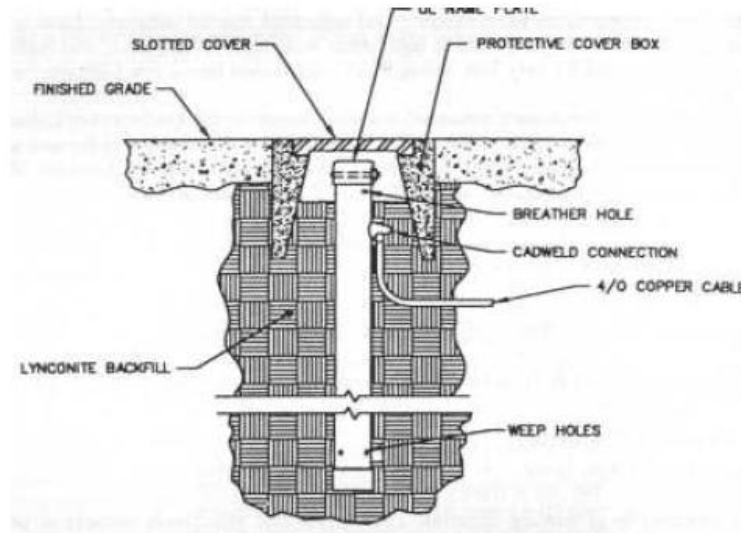


Fig. 3.1 resistencia baja en la roca
<http://goo.gl/bl4NL>

La bentonita es una arcilla consistente en el mineral montmorillonita, un silicato de aluminio, y tiene la particularidad de absorber hasta cinco veces su peso de agua y de hincharse hasta 13 veces su volumen seco. Y tiene una resistividad de 2.5 ohm-m con humedad del 300%.

Aparte del relleno con alguno de los compuestos mencionados, existen otros métodos químicos más. En el primero, en un registro junto a la varilla se colocan unos 30 cm de los compuestos.

Este método es efectivo donde hay poco espacio como en banquetas o estacionamientos.

El otro método es excavar una zanja alrededor de la varilla y llenarla con unos 20 o 40 kg de los compuestos químicos mencionados arriba, diluyendo con agua. La primera carga dura unos 2 o 3 años y, las posteriores aún más, por lo que el mantenimiento es menos frecuente con el tiempo.

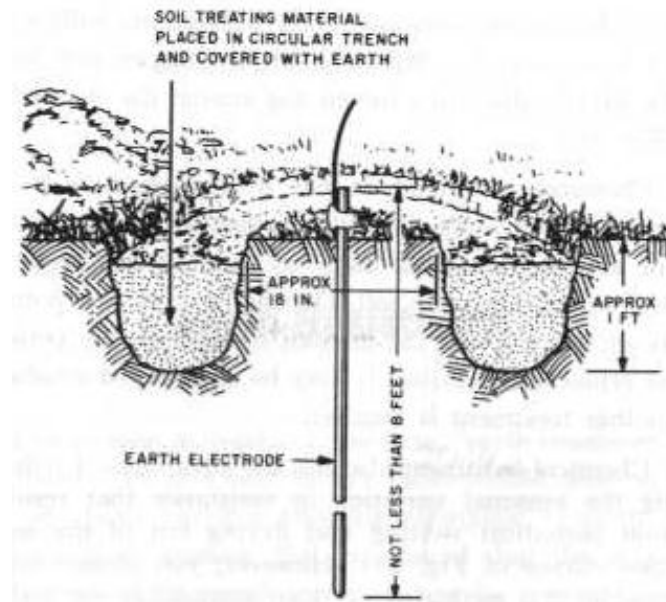


Fig. 3.2 excavar una zanja alrededor de la varilla y llenarla con unos 20 o 40 kg de los compuestos químicos

Fuente: <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe80.html>

Por último, se puede utilizar uno de los cementos puzolánicos – graníticos - conductores (Earth-Link 101, etc.) de la siguiente manera: se cubre el cable del electrodo [4/0 AWG] colocado horizontalmente en una zanja de unos 75 cm de profundidad, con una capa de cemento seco de unos 5 cm de grueso y 50 cm de ancho.

Con el tiempo, el cemento toma la humedad del suelo y endurece. Este método desarrollado en Japón en los 70s, tiene la ventaja que no requiere mantenimiento, es antirrobo, y por el tipo de material, no se corroen los cables con el tiempo. Y, se adapta perfectamente a los lugares donde la capa superficial es poco profunda y de alta resistividad.

- **Conectores** Los conectores de conductores de puesta a tierra con los electrodos pueden ser del tipo de soldadura exotérmica.



Fig. 3.3 Conectores a presión.

Fuente: <http://www.burndy.com/es/industrias/utility/subestaciones.aspx>

Las abrazaderas u otros medios aprobados {NOM 250-115}, no deben tener soldaduras con materiales de puntos de baja fusión (estaño, plomo, etc.).

Las abrazaderas deben ser adecuadas para el número y tipo de conductores. Además, deben de ser compatibles con los materiales de los conductores y los electrodos de puesta a tierra, y cuando se usen enterradas, deben ser del tipo apropiado (NOM 250-115).

3.4 Memoria de cálculo para diseño de sistema de tierras

3.4.1 Bases de diseño

El proyecto se contempla como una ampliación de la planta TECNOFARMA ubicada en Calle Oriente 10 No. 8, Nuevo Parque Industrial Sn. Juan del Rio, Qro.; la sección correspondiente a una nueva subestación de distribución en media tensión para una acometida de CFE a 13,200 volts.

El diseño de la malla estará soportado por el procedimiento indicado en la norma de referencia NRF-011-CFE-2004, STD-80-IEEE-2000 y en los requisitos que para sistema de tierra se indica en el artículo 924 de la NOM-001-SEDE-2005.

De acuerdo al procedimiento antes mencionado, se han hecho las siguientes consideraciones de diseño:

- a) Hasta contar con la información de las corrientes de falla en el punto de acometida de la planta el valor de aportación al corto circuito de fase a tierra se ha considerado en base a la capacidad interruptiva de los fusibles instalados en la red aérea, que resultan de 8000 amperes simétricos.
- b) El tiempo de duración de la falla se estableció de acuerdo a tiempo de operación del fusible de respaldo en la acometida para una falla de 8000 amperes simétricos, que resulta de 0.05 segundos,
- c) Consideramos que la corriente de falla que circulará por la malla es una fracción de la corriente total para este caso se ha supuesto un valor de 75% es decir 6000 amperes simétricos.
- d) La resistividad del suelo se determinó por medición de la resistencia R, utilizando un equipo teluometro de cuatro terminales¹ y el método de Wenner², espaciando la varillas auxiliares una distancia a de 6 metros y una profundidad de 0.30 metros, para calcular por la ecuación $\rho = 2\pi aR$, la resistividad del suelo.

¹ Medidor de resistencia en tierra (Para mayor información consulte la siguiente pagina

<http://goo.gl/UfwLs>

² El procedimiento de medición que se describe a continuación emplea el método Wenner aceptado universalmente y desarrollado por el Dr. Frank Wenner, miembro de la agencia de estándares de EE.UU., en 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.) La fórmula es: Dividir Ohmios-centímetros entre 100 para convertirlos en Ohmios-metros.

Para medir la resistividad del terreno, conecte el comprobador de resistencia de tierra tal y como se muestra más abajo. Como puede ver, se colocan en el terreno cuatro picas en línea recta equidistantes entre ellas. La distancia entre las picas debe ser al menos el triple que el valor de profundidad de la pica. Por lo tanto, si la profundidad de cada pica es de 30 cm, asegúrese de que la distancia entre las picas es como mínimo de 91 cm.

El <http://www.fluke.com/fluke/gtes/soluciones/resistencia-de-tierra/medicion-de-la-resistividad-del-terreno.htm> Fluke 1625 genera una corriente conocida a través de las dos picas exteriores y se mide la caída en el potencial de tensión entre las dos picas interiores. Mediante la Ley de Ohm ($V = IR$), el comprobador Fluke calcula de forma automática la resistividad del terreno.

Dado que elementos como piezas de metal enterradas o acuíferos subterráneos distorsionan e invalidan a menudo los resultados de la medición, siempre se recomienda realizar mediciones adicionales en las que los ejes de las picas se hayan girado 90 grados. Al cambiar la profundidad y la distancia varias veces, se produce un perfil que puede determinar un sistema de resistividad del terreno adecuado.

Las mediciones de resistividad del terreno a menudo se ven distorsionadas por la existencia de corrientes de tierra y sus armónicos. Para impedir que esto ocurra, el Fluke 1625 emplea un sistema de control automático de frecuencia, el cual selecciona automáticamente la frecuencia de medición con la mínima cantidad de ruido que le permita obtener una lectura clara.

<http://goo.gl/rDJmU>

- e) Por recomendación de resistencia mecánica, por la instalación, y efectos corrosivos del terreno se consideró un calibre 2/0 AWG.

3.4.2 Diseño preliminar

El arreglo preliminar indicado a continuación toma en cuenta el arreglo de equipo de distribución eléctrica, y forma la malla que se ha analizado.

Las mediciones de resistividad se hicieron físicamente dentro de los límites de este arreglo, tal como se indica en los dibujos siguientes:

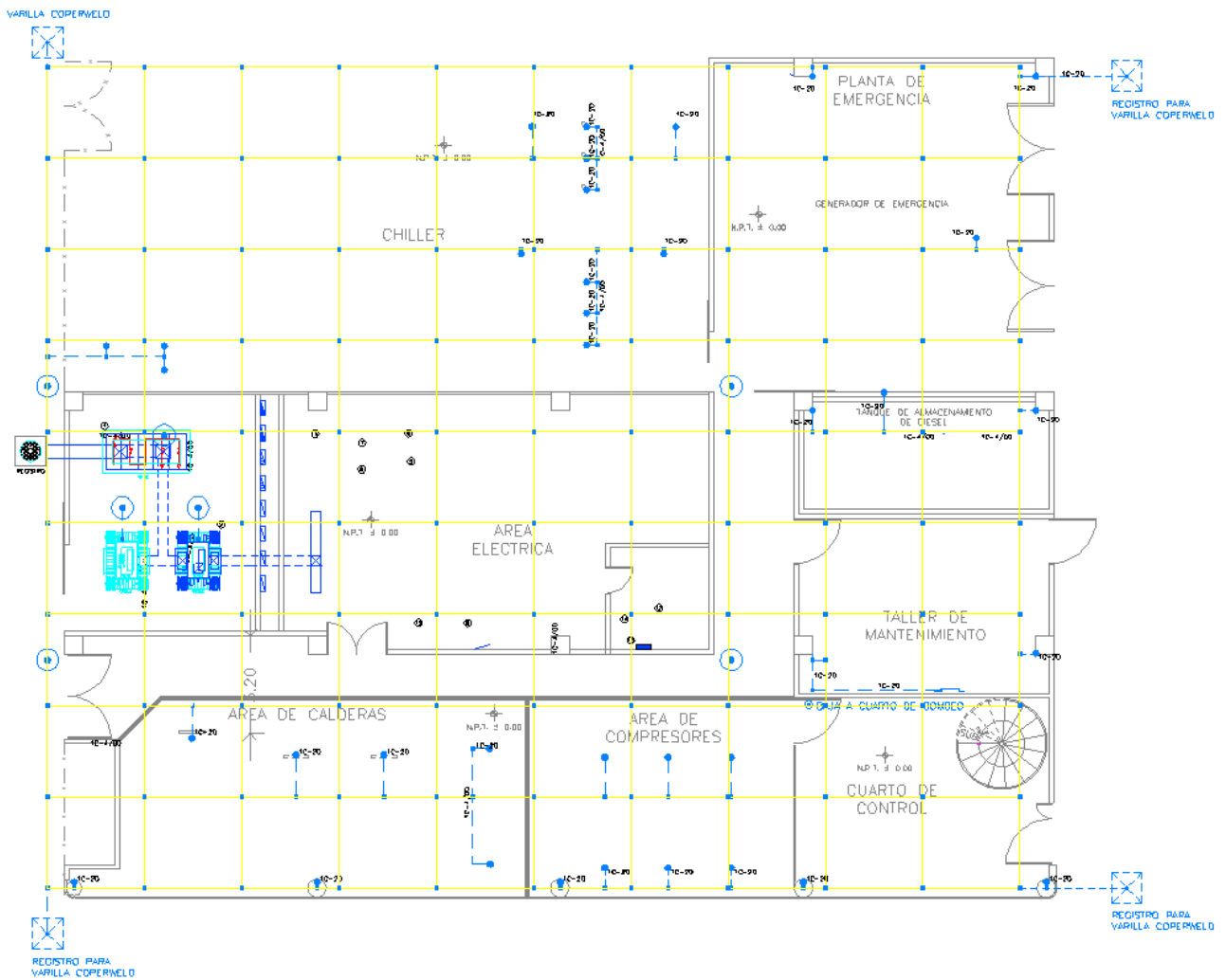


Fig. 3.4 Arreglo preliminar de malla.
Fuente. Digrama unifilar Energía Normal.

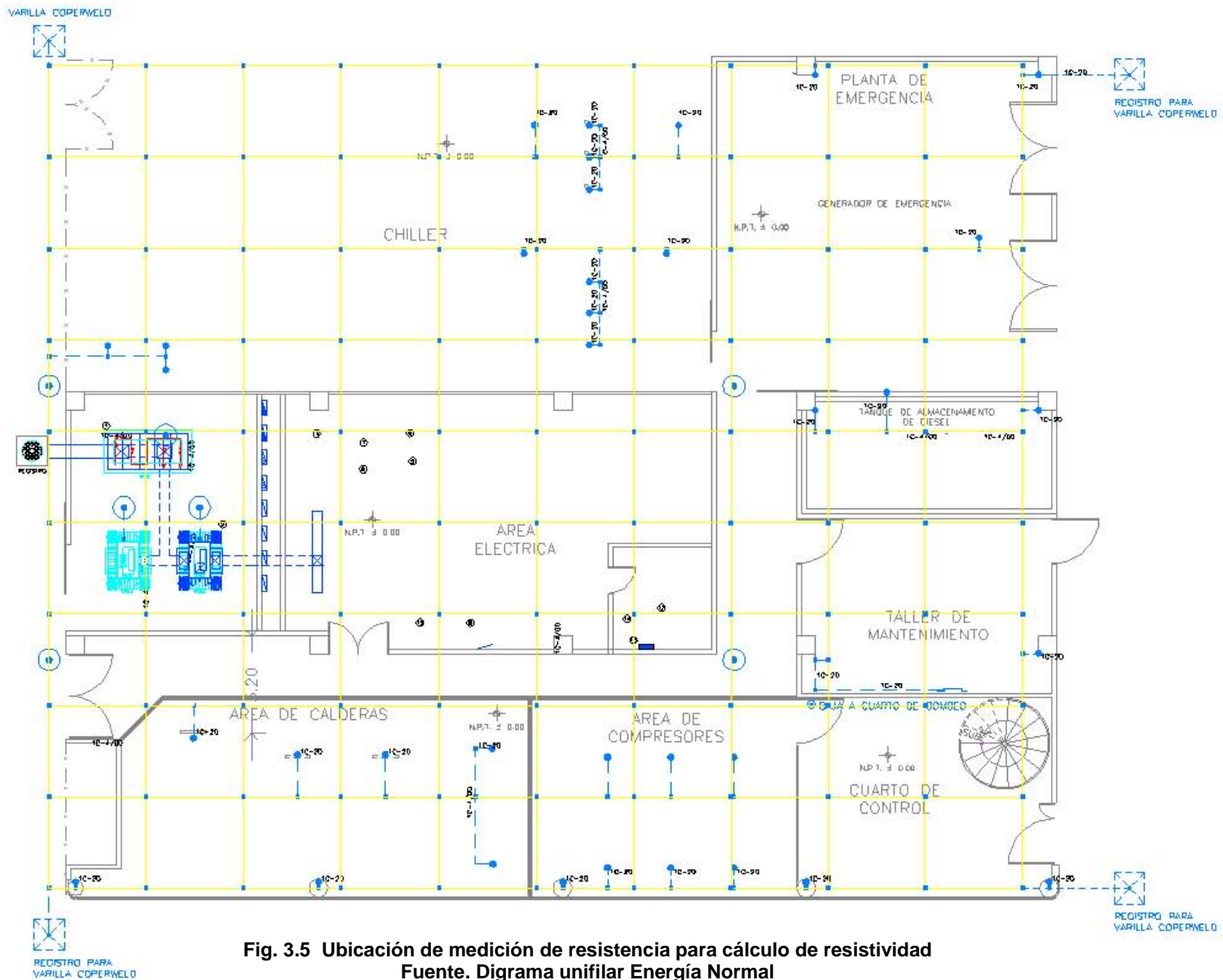


Fig. 3.5 Ubicación de medición de resistencia para cálculo de resistividad
Fuente. Digrama unifilar Energía Normal

Tabla 3.3 Medición y cálculo de resistividad de tierra

Medición y cálculo de resistividad de tierra	Fecha :16 de mayo de 2011
Pág. 1 de 1	
Datos del cliente	
Razón Social: TECNOFARMA	
Dirección: Oriente 10 # 8, Nuevo parque industrial San Juan del rio Querétaro	

DATOS GENERALES SOBRE LA MEDICION REALIZADA

AREA:	LADO NORTE ENFRENTA DE CALDERAS Y CISTERNA
PUNTO DE PRUEBA:	SUBESTACION ELECTRICA
CONDICIONES AMBIENTALES:	SOLEADO
CONDICIONES DEL TERRENO:	SECO
INSTRUMENTO EMPLEADO:	TELUROMETRO MCA. CIRCUTOR MOD. TV4

LECTURAS

LECTURA	DISTANCIA (A) ENTRE ELECTRODOS (m)	PROFUNDIDAD (B) DE ELECTRODOS (m)	LECTURA	ESCALA	RESISTENCIA R (Ohm g)	RESISTIVIDAD ρ Ohm g-m	
1	6	0.3	6.79	1	6.79	266.98	
2	6	0.3	7.23	1	7.23	272.57	
3	6	0.3	7.48	1	7.48	281.99	
4	6	0.3	7.96	1	7.96	299.71	
5	6	0.3	7.96	1	7.96	299.71	
6	6	0.3	8.13	1	8.13	306.49	
RESISTENCIA PROMEDIO EN OHMS-METRC						286.07	

OBSERVACIONES: EN LA EXCAVACION OBSERVADA PARA LA CISTERNA, APRECIAMOS SUELO DE TEPETATE MUY SECO HASTA PROFUNDIDAD DE CUATRO METROS CORRESPONDIENDO A LOS VALORES DE RESISTIVIDAD CALCULADOS.

EJECUTO MEDICION: RICARDO LICONA SANCHEZ	REVISO: ING. GILBERTO GUZMAN Z.	APROBO: ING. UBALDO GUZMAN Z.

3.4.3 Cálculo de malla de sistema de tierras

PROYECTO: MEISA SAN JUAN DEL RIO
 AREA: CUARTO DE MAQUINAS
 CONCEPTO: SISTEMA DE TIERRAS

FECHA: 17-May-11
 ELABORO: ROSA E. ROMAN B.
 APROBO: _____
 PLANO REF: IE-ST-MAQ01

CÁLCULO DE MALLA DE SISTEMA DE TIERRAS

DATOS DE DISEÑO

Resistividad del terreno (ρ) =	<u>286</u>	ohms-m
Largo de la Malla =	<u>32</u>	m
Ancho de la Malla =	<u>27</u>	m
Cables Horizontales =	<u>10</u>	
Cables Transversales =	<u>11</u>	
Cantidad de Electrodo =	<u>11</u>	
Longitud de Electrodo =	<u>3</u>	m
Diametro de Electrodo =	<u>0.019</u>	m
Potencia de Corto-Circuito =	<u>191</u>	kVA
Tensión de Operación =	<u>13.8</u>	kVolts
Corriente de Falla a Tierra =	<u>8000</u>	
Corriente de Corto-Circuito en la Malla =	<u>6000</u>	Amp.
Tiempo que dura la falla (t) =	<u>0.05</u>	seg.
Resistividad Piso - Pies (ρ_s) =	<u>2000</u>	ohms-m
Separación entre conductores (D) =	<u>3.2</u>	m
Profundidad de la malla (h) =	<u>0.5</u>	m
Diámetro del conductor principal (d) =	<u>0.009262</u>	m
Cantidad de cables (n) =	<u>11</u>	
Longitud de cable en la malla =	<u>617</u>	m

RESULTADOS

Conductor de Malla (A_{mm^2}) =	<u>4.76</u>	mm ²
Resistencia del Sistema de Tierras (R) =	<u>3.97</u>	Ohms
Tensión de Contacto Tolerable (E_{ct}) =	<u>1964.94</u>	Volts
Tensión de Paso Tolerable (E_{pt}) =	<u>12151.38</u>	Volts
Tensión de Malla (E_m) =	<u>142.27</u>	Volts
Tensión de Pso (E_p) =	<u>4219.81</u>	Volts

Los cálculos realizados indican que se puede utilizar conductor Cal. 10 sin embargo debido a los requerimientos de resistencia y rigidez mecánica se recomienda usar como mínimo un conductor Cal. 2/0

LA RESISTENCIA DE LA MALLA CUMPLE LA NOM-001-SEDE-2005

LA MALLA ES SEGURA PARA TENSIONES DE CONTACTO

LA MALLA ES SEGURA PARA TENSIONES DE PASO

a) Cálculo del conductor de la malla para tierra.

El conductor se puede calcular en unidades inglesas mediante la siguiente ecuación:

$$A_{KCMIL} = I \cdot K_f \cdot \sqrt{t_c}$$

Donde:

- A_{KCMIL} = Sección transversal del conductor en KCMIL
- I = Corriente de falla en KA
- K_f = Constante del material a 40°C
- t_c = Duración de la corriente de falla en segundos

$$I = \frac{6.0}{7} \text{ A}$$

$$K_f = \frac{7}{0.05} \text{ s}$$

$$A_{KCMIL} = 9.391485505 \text{ KCMIL}$$

$$A_{mm^2} = 4.76000279 \text{ mm}^2$$

b) Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

La resistencia total del sistema de tierras usando electrodos verticales se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R' = \frac{R_1 R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2R_{12}}$$

Donde :

- R_1 = Resistencia de los conductores de la malla en Ω
- R_2 = Resistencia de todos los electrodos verticales en Ω
- R_{12} = Resistencia mutua entre el grupo de conductores R_1 y el grupo de electrodos verticales R_2 en Ω

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{a'} \right) + \frac{k_1 L_c}{\sqrt{A}} - k_2 \right]$$

Donde:

- ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$
- L_c = Longitud total de los conductores conectados en la malla en m
- a' = Coeficiente de profundidad de la malla $a' = \sqrt{a \cdot 2h}$
- a' = Coeficiente de para conductores enterrados a $h=0$ se considera igual a "a"
- a = Radio del conductor en m
- k_1, k_2 = Constantes relacionadas con la geometría de la malla
- A = Area cubierta por los conductores
- h = Profundidad de la malla

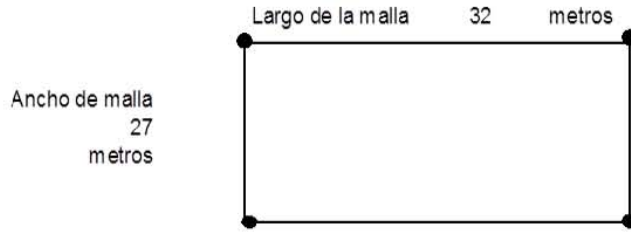
$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi n L_r} \left[\ln \left(\frac{4L_r}{b} \right) - 1 + \frac{2k_1 L_r}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

Donde:

- L_r = Longitud promedio del electrodo en m
- b = Radio del conductor en m
- n = Número de electrodos

$$R_{12} = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{L_r} \right) + \frac{k_1 L_c}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right]$$

ARREGLO DE LA MALLA



Calibre del conductor: 0.009262 m
 Profundidad de la malla: 0.5 m

Separación horizontal = 3 m
 Separación vertical = 3.2 m

A = 864 m²
 h = 0.50 m
 L_c = 617 m
 ρ = 286 Ohms-m
 a = 0.0095 m
 a' = 0.097467943 m
 k₁ = 1.075
 L_r = 3 m
 b = 0.019 m
 n = 11

k₂ = 4.93

R₁ = 4.00 Ohms
 R₂ = 9.14 Ohms
 R₁₂ = 3.64 Ohms
 R_g = 3.97 Ohms

c) cálculo de las tensiones de paso y de contacto tolerables.

La ecuación para calcular la tensión de contacto tolerable para una persona es:

$$E_{ct} = (1000 + 1.5 C_s \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

La ecuación para calcular la tensión de contacto tolerable para una persona es:

$$E_{pt} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0.09}$$

Donde:

- E_{ct} = Tensión de paso tolerable para una persona.
- ρ_s = Resistividad del piso que tiene contacto con los pies de una persona
- t = Tiempo de duración de la falla
- E_{pt} = Tensión de paso tolerable para una persona
- C_s = Factor de reducción

ρ = 286 Ohms-m
 ρ_s = 2000 Ohms-m
 t = 0.05 s
 h = 0.5 m

C_s = 0.9292
 E_{ct} = 1964.94 volts
 E_{pt} = 12151.38 volts

d) Cálculo de tensión de paso y tensión de malla contacto tolerables del sistema

Partiendo de la ecuación para el cálculo de la tensión de malla tenemos:

$$Em = \frac{\rho K_m K_i I_G}{Lm}$$

Donde:

- Km = Coeficiente de configuración de la malla.
- Ki = Factor de corrección por irregularidad de la malla
- ρ = Resistividad del terreno.
- I_G = Corriente de corto - circuito.
- Lm = Longitud total de la malla incluyendo las varillas
- Em = Tensión de contacto

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\text{Ln} \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D + 2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \text{Ln} \left(\frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right]$$

Donde:

- D = Separación media entre conductores paralelos en una sola dirección.
- h = Profundidad a que se enterrarán los conductores.
- d = Diámetro del conductor principal.
- n = Cantidad de hilos en una dirección.
- Kh = (1+(h/ho))^{1/2}
- ho = Profundidad de referencia de la varilla (1m).
- Km = Coeficiente de configuración
- Ki = Factor de irregularidad Ki = 0.644 + 0.148n

D = <u>3.2</u> m	Km = <u>0.5750</u>
h = <u>0.5</u> m	Ki = <u>2.272</u>
d = <u>0.009262</u> m	kh = <u>1.2247</u>
n = <u>10.4765</u>	Em = <u>142.273</u> volts
kh = <u>1.2247</u>	
Kii = <u>1</u>	
Lp = <u>118</u> m	

LA MALLA ES SEGURA PARA TENSIONES DE CONTACTO

Para el calculo de la tensión de paso partimos de la formula:

$$Ep = \frac{\rho K_i K_s I_G}{Ls}$$

Donde:

- Ls = Longitud efectiva de los conductores
 - Ks = Factor geometrico Ks = 1/3.14[1/2h+1/(D+h)+(1/D)*(1-((0.5)n-2))] *
- *Nota: El numero de términos es igual a los conductores en paralelo transversales.

Ks = <u>0.5036</u>	
Ls = <u>465.3</u> m	
Ep = <u>4219.81</u> volts	

LA MALLA ES SEGURA PARA TENSIONES DE PASO

3.5 Cálculos de conductores baja tensión

3.5.1 Alcance

La presente memoria cubre los criterios utilizados para el cálculo y selección de los conductores eléctricos en baja tensión (440 VCA) para circuitos derivados a motores trifásicos y alimentadores a Centros de Control de Motores (CCM'S).

A continuación se enumeran los documentos, normas, estándares de referencia que sirven como base para el cálculo y selección de conductores en baja tensión.

- Norma oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones eléctricas (utilización).
- Estándar IEEE std 141-1993 "Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants".
- Bases de diseño del sistema eléctrico del proyecto
- Table 9 NEC-96: Alternating-Current Resistance and Reactance For 600-Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) Three Single Conductors in Conduit.

3.5.2 Datos generales considerados para diseño

- Conductores en baja tensión: Los conductores seleccionados son de cobre, tienen aislamiento con temperatura máxima de operación de 90 0C. Sin embargo se emplean ampacidades de conductores a 75 0C y 60°C de acuerdo a lo indicado en el artículo 110-14c de la NOM-001-SEDE-2005.
- Conductores en media tensión: Los conductores seleccionados son de cobre, tienen aislamiento con temperatura máxima de operación de 90 0C.

3.5.3 Selección de conductores de circuitos derivados en baja tensión

Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección de conductores en baja tensión.

- a. Tensión nominal del sistema. 220 V.
- b. Temperatura ambiente 30 0C
- c. Tipo de conductor Multiconductor
- d. Material del conductor Cobre
- e. Material del aislamiento THHW-LS
- f. Máxima temperatura de operación del conductor 60 / 75 0C
- g. Máxima caída de tensión permitida para el circuito 3 %

Para ilustrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores se desarrollan dos ejemplos: el primero para un motor y el segundo para un centro de carga (tablero) paquete.

3.5.4 Cálculo para un motor

Se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación:

- a. Tipo de carga. Motor
- b. Potencia 50 HP
- c. Tensión nominal del motor 220 V
- d. Número de fases 3
- e. Tensión nominal del sistema 220 V
- f. Factor de potencia 0.9
- g. Identificación del motor COMPRESOR E
- h. Número del circuito 8
- i. Eficiencia 0.85
- j. Factor de demanda 1.0
- k. Longitud del circuito 35
- l. Tipo de conductor Monopolar
- m. Sistema de soporte o canalización Ambos (tubo conduit de acero y Charola de Aluminio)
- n. Material dominante entre los sistemas Aluminio de soporte o canalización

- o. Tipo de charola Tipo escalera, con espaciamento máximo entre travesaños de 15.24 cm.
- p. Arreglo de conductores Los conductores serán instalados en la charola sin separación entre sí.
- q. Tipo de protección Interruptor termomagnético

Se determina el valor de la corriente nominal del motor aplicando el artículo 430 6(a) de la norma NOM-001-SEDE-2005³, según el cual se puede obtener el valor de la corriente de la tabla 430-150 cuando este valor se emplea como base para la selección de conductores.

De la tabla 430-150 (Checar en el anexo 2) se obtiene una corriente nominal de 130 Amp., para un motor de 0 HP operando a 220 V.

Aplicando el artículo 430-22⁴ de la norma citada, la capacidad de un conductor que alimenta un solo motor deberá tener una capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga, por lo tanto:

³ **SECRETARIA DE ENERGIA NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005**, Pág. 347 Instalaciones Eléctricas (utilización) Los valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado. Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V. <http://200.77.231.100/work/normas/noms/2006/001sede.pdf>

⁴ **Ibíd**em, Pág. 322 Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un solo motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica nominal (de plena carga). Para un motor de varias velocidades, los conductores del circuito derivado de alimentación al controlador, deben seleccionarse tomando como base la corriente eléctrica nominal más alta indicada en la placa del motor; para seleccionar los conductores en el circuito derivado entre el equipo de control y el motor, debe tomarse como base la corriente eléctrica nominal de los devanados que los conductores energizan.

Excepción 1: Para motores de corriente continua (c.c.) con una fuente de poder de rectificación monofásica, los conductores entre el control y el motor deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que los siguientes por cientos de la corriente eléctrica nominal del motor a plena carga: a. Cuando se usa un rectificador monofásico de media onda, 190%. b. Cuando se usa un rectificador monofásico de onda completa, 150%.

$$I_s = (1.25) (I_n) (FD)$$

Dónde:

I_s = Corriente para selección del conductor (Amp).

I_n = Corriente nominal del motor (Amp).

FD = 1.0 Factor de Demanda

$$I_s = (1.25) (130 \text{ Amp}) (1.0)$$

$$I_s = 162.5 \text{ Amp.}$$

Debido a que el conductor se instalará en tubo conduit y en charola se determina el calibre del conductor por capacidad de conducción para cada caso:

3.5.5 Cálculo del conductor por ampacidad, considerando tubo conduit

Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-16 (se encuentra en el anexo 2), considerando una temperatura máxima de operación de 75°C y una temperatura ambiente de 30 °C. El factor de corrección por temperatura es de 1.0

Se considera que el conductor se instalará en tubo, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la tabla 310-16 (Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C Anexo 2) de la norma NOM-001-SEDE-2005.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de alimentación de equipos convertidores incluidos como parte de un sistema de control de velocidad ajustable, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% la capacidad nominal de entrada del equipo convertidor. Para motores con arranque en estrella, conectados para funcionar en delta, la selección de los conductores de circuitos derivados en el lado de la línea del controlador debe basarse en la corriente eléctrica a plena carga. La selección de conductores entre el controlador y el motor debe basarse en un 58% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b. Cuando se usa un rectificador monofásico de onda completa, 150%.

<http://200.77.231.100/work/normas/noms/2006/001sede.pdf>

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para tubo, factor de corrección por agrupamiento), considerando los valores de la tabla 310-16, se determina la capacidad de conducción de corriente para el conductor y se verifica que se cumpla con la siguiente condición:

Capacidad de conducción de corriente del conductor (I_{COND}) > I_c

$$I_c = \frac{I_s}{FCT * FDC}$$

Dónde:

FCT = Factor de corrección por temperatura.

FDC = Factor de corrección por tipo de canalización (agrupamiento en conduit).

I_{COND} = Capacidad de conducción de corriente del conductor en Amp.

I_c = Corriente corregida en Amp.

I_s = Corriente para selección del conductor (Amp).

Sustituyendo:

$$I_{COND} > \frac{162.5}{(1.0) * (1.0)}$$

$$I_{COND} > 162.5$$

La capacidad de conducción de corriente del conductor, mayor que 162.5, corresponde al calibre 2/0 AWG cuya ampacidad a 75 °C es 175 Amp.

Por lo tanto; se cumple que: 175 Amp. > 162.5 Amp.

3.5.6 Cálculo por caída de tensión

Aplicando la nota del artículo 310-15, la cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del

conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión, en cumplimiento con el artículo 215-2 en su nota 1 y con el artículo 210-19 en su nota 4; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3 %.

Del estándar IEEE-std-141-1993:

$$e \% = \frac{\sqrt{3} L * (I_n / \text{COND} X \text{FASE}) (R \text{COS} \phi + X \text{SEN} \phi)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de resistencia y de reactancia para un conductor, en canalización no magnética, (Tabla No.9 Resistance and Reactance for 600 volts cables 3-Phase, 60Hz, 75 0C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 1999) ya que, aunque se está analizando la caída de tensión para conduit de acero, el material predominante entre ambos sistemas es el aluminio.

Así, considerando un conductor por fase, calibre 2/0 AWG, se tiene:

$$L = 35 \text{ mts.}$$

$$R_{750C} = 0.328084 \Omega / \text{km}$$

$$X_{750C} = 0.177165 \Omega / \text{km}$$

Aplicando la formula anterior se obtiene.

$$e\% = 0.11 \%$$

Se observa que la caída de tensión para un conductor por fase de calibre 2/10 AWG cumple con los requisitos de caída de tensión dado que no excede el 3% máximo permitido.

El criterio para la selección del calibre se toma en base al mayor número de conductores por fase. Para este caso ambos sistemas son alimentados con un solo conductor por fase. Por lo tanto, el siguiente criterio será verificar el calibre de cada sistema. Como el calibre seleccionado es el mismo, el criterio de la selección final será la caída de tensión más crítica, es decir la mayor. Como se puede observar, la caída de tensión para ambos sistemas es la misma. Por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será multiconductor calibre 2/0 AWG.

3.5.7 Cálculo para un centro de carga (tablero)

Para mostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un Equipo paquete se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

a.	Tipo de Carga.	Tablero
b.	Potencia	8.68 KW
c.	Tensión Nominal	220 V
d.	Número de Fases	3, 4H
e.	Tensión Nominal del Sistema	220 V
f.	Factor de Potencia	0.9
g.	Numero del equipo	TA-MB-01
h.	Numero del circuito	9
i.	Factor de Demanda:	1.0
j.	Factor de Servicio	1.0
k.	Longitud del Circuito	106 m
l.	Tipo de conductor	Multiconductor
m.	Sistema de soporte o canalización	Ambos (tubo conduit de acero y Charola de Aluminio)
n.	Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización	Aluminio
o.	Tipo de charola	Tipo escalera, con espaciamiento máximo entre travesaños de 15.24 cm.
q.	Arreglo de conductores	Los conductores serán instalados en la charola sin separación entre sí.
o.	Tipo de protección	Interruptor Termomagnético
l		

Se determina el valor de la corriente nominal del Equipo paquete considerando la capacidad nominal del mismo y el factor de servicio.

$$I_n = \frac{KW * 1000}{\sqrt{3} * V * F.P.}$$

Dónde:

KW = Capacidad Nominal del Equipo paquete en KW.

V = Tensión nominal en Volts.

F.P. = Factor de potencia

Substituyendo:

$$I_n = \frac{8.68 \text{ KW} * 1000}{\sqrt{3} * 220 \text{ V} * 0.9}$$

$I_n = 25.31 \text{ Amp.}$

3.5.8 Cálculo del conductor por ampacidad

Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-16, considerando una temperatura máxima de operación de 75 0C y una temperatura ambiente de 30 0C. El factor de corrección por temperatura es de 1.

Se considera que el conductor se instalará en charola sin tapa, la corriente del conductor no deberá sobrepasar la capacidad indicada en la tabla 310-16 de acuerdo con el artículo 318-11 a) de la norma NOM-001-SEDE-2005

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el artículo 220-10, b) de la norma NOM-001-SEDE-2005, el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para charola, Factor decremental de charola), considerando los valores de la tabla 310-16 (Ver atabla en el anexo 2).

Se determina la capacidad de conducción del conductor y se verifica que se cumpla la siguiente condición:

Capacidad de conducción de corriente del conductor (I_{COND}) > I_c

$$I_c = \frac{I_n * 1.25}{FCT * FDC}$$

Dónde:

FCT = Factor de corrección por temperatura.

FDC = Factor de corrección por tipo de canalización (Factor decremental en charola).

I_{COND} = Capacidad de conducción de corriente del conductor en Amp.

I_c = Corriente corregida en Amp.

I_n = Corriente nominal del equipo en Amp.

Sustituyendo

$$I_{COND} > \frac{25.31 * 1.25}{(1.0) * (1.0)}$$

$$I_{COND} > 31.63$$

La capacidad de conducción de corriente del conductor, mayor que 31.63, corresponde al calibre 10 AWG cuya ampacidad a 75 °C es 175.0 Amp.. Por lo tanto, se cumple que:

$$35.0 \text{ Amp.} > 31.63 \text{ Amp.}$$

Cálculo por caída de tensión

Aplicando la nota del artículo 310-15⁵, la cual se indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del

⁵ **Ibíd**em, pp 143-144, Capacidad de conducción de corriente para tensiones nominales de 0 a 2 000 V. Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes incisos (a) o (b).

conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. En cumplimiento con el art. 215-2 en su nota 1 y con el art. 210-19 en su nota 4; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%.

$$e \% = \frac{\sqrt{3} * L (I_n / \text{COND} * \text{FASE}) (R \cos \phi + X \text{SEN} \phi)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un monoconductor, en canalización no magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600V cables, 3-Phase, 60 Hz, 75 0C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 1996), y considerando un conductor por fase:

Para un multiconductor calibre 10 AWG se tiene

$$\begin{aligned} L &= 106 \text{ mts.} \\ R_{75^{\circ}\text{C}} &= 1.017060 \Omega / \text{km} \\ X_{75^{\circ}\text{C}} &= 0.196850 \Omega / \text{km} \end{aligned}$$

NOTA: Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas en esta Sección no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos derivados, véase la Nota 4 de 210-19(a), para los circuitos de alimentación, véase la Nota 2 de 215-2(b).

a) Disposiciones generales. Para la selección del tamaño nominal de los conductores, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2 000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 y los incisos (d)

a (j) siguientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente.
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

b) Supervisión de ingeniería. Con la supervisión de personal de ingeniería, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

Repitiendo la formula anterior se obtiene.

$$e\% = 2.47 \%$$

Aplicando la formula anterior se obtiene.

$$e\% = 10.02 \%$$

Se observa que la caída de tensión para un conductor de calibre 10 AWG por fase no cumple con los requisitos de capacidad de conducción y de caída de tensión por se calcula ahora para un conductor cal. 4 AWG.

Para un multiconductor calibre 4 AWG se tiene:

$$\begin{aligned} L &= 106 \text{ mts.} \\ R_{75^{\circ}\text{C}} &= 1.017060 \Omega / \text{km} \\ X_{75^{\circ}\text{C}} &= 0.196850 \Omega / \text{km} \end{aligned}$$

Repitiendo la formula anterior se obtiene.

$$e\% = 2.47 \%$$

El criterio para la selección del calibre se toma en base al mayor número de conductores por fase. Para este caso ambos sistemas son alimentados con un solo conductor por fase. Por lo tanto, el siguiente criterio será verificar el calibre de cada sistema. Como el calibre seleccionado es el mismo, el criterio de la selección final será la caída de tensión más crítica, es decir la mayor. Como se puede observar, la caída de tensión para ambos sistemas es la misma. Por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será multiconductor calibre 4 AWG.

3.6 Selección de conductores alimentadores en baja tensión

Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección de alimentadores en baja tensión

a.	Tensión nominal del sistema.	440 / 254 V.
b.	Temperatura ambiente	30 °C
c.	Tipo de conductor	Monoconductor
d.	Material del conductor	Cobre
e.	Material del aislamiento	THHW-LS
f.	Máxima temperatura de operación del conductor	75 °C
g.	Máxima caída de tensión permitida para el circuito	3%.

3.6.1 Cálculo para un centro de control de motores

Para ilustrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores alimentadores, se desarrolla un ejemplo para un Centro de Control de Motores.

Se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación:

a.	Tipo de carga.	CCM.
b.	Carga total Conectada	65.30 KW
c.	Tensión nominal del tablero	440 V
d.	Número de fases	3
e.	Tensión nominal del sistema	440 V
f.	Factor de potencia	0.9
g.	Número de CCM.	CCM-03 (EOLIS)
h.	Número de Circuito	8
i.	Longitud del circuito	35 mts.
j.	Tipo de conductor	Monoconductor
k.	Sistema de soporte o canalización	Charola de Aluminio
l.	Tipo de charola	Tipo escalera, con espaciamiento máximo entre travesaños de 15.24 cm.
o.	Arreglo de conductores	Instalados en la charola sin separación
p.	Tipo de protección	Interruptor Electromagnético

Se determina el valor de la corriente nominal del tablero aplicando los artículos 430-24 al 430-26⁶ de la norma NOM-001-SEDE-2005.

De la tabla 430-150 se obtiene una corriente nominal para cada motor operando a 40 V

Aplicando el artículo 430-24 de la norma citada, la capacidad de un conductor que alimenta a varios motores y otras cargas deberá tener una capacidad de conducción de corriente cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores más 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas (de acuerdo a lo indicado en el artículo 220) que puedan operar al mismo tiempo, por lo tanto:

$$I_R = \sum I_M + 1.25I_{MM} + \sum I_L$$

$$I_S = (I_R + FC_{FUT})FD$$

⁶ **Ibíd.** pp 322-323 **Varios motores o motor(es) y otra(s) carga(s).** Los conductores que suministren energía eléctrica a varios motores o a motores y otras cargas, deben tener una capacidad de conducción de corriente, cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25% de la corriente nominal del motor de mayor corriente del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas determinadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 220 y otras Secciones aplicables.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten varios motores en combinación con otras cargas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con lo indicado en 430-7 (d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas de sus diferentes partes están a la vista de acuerdo con lo indicado en 430-7(d)(2), el conductor seleccionado debe tener una capacidad de conducción de corriente como se establece en 430-24.

430-26. Factor de demanda para el alimentador. Cuando resulte un calentamiento reducido en los conductores de los motores que operen por ciclos o en forma intermitente o cuando los motores no operen al mismo tiempo, se permite que los alimentadores tengan una capacidad de conducción de corriente menor que

la especificada en 430-24, pero condicionado a que los conductores tengan suficiente capacidad de conducción de corriente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores a alimentar y las características y régimen de trabajo de las cargas. Para efectos de

Dónde:

I_S	= Corriente para selección del conductor	(Amp).
I_R	= Corriente resultante	(Amp).
ΣI_M	= Suma de corrientes nominales de todos los motores	(Amp).
ΣI_L	= Suma de corrientes de otras cargas (continuas)	
I_{MM}	= Corriente nominal del motor mayor del grupo considerado	(Amp).
FD	= Factor de Demanda	
FC_{FUT}	= Factor de crecimiento de carga futura	(Amp).

$$I_R = (96 + (1.25)(22) + 0) = 123.5 \text{ A.}$$

$$I_S = [123.5 + 0](1.0)$$

$$I_S = 123.5 \text{ Amp.}$$

3.6.2 Cálculo del conductor por ampacidad

Se considera que el conductor se instalará en charola sin tapa, la corriente del conductor no deberá sobrepasar la capacidad indicada en la tabla 310-16 (Ver anexo 2) de acuerdo con el artículo 318-11⁷ a) de la norma NOM-001-SEDE-2005.

aprobación, será necesario presentar el estudio de ingeniería que demuestre fehacientemente la carga máxima a que se someterán los conductores.

⁷ **Ibidem, pp 173 318-11. Capacidad de conducción de corriente de los cables de 2 000 V o menores en soportes tipo charola para cables**

a) Cables multiconductores. La capacidad de conducción de corriente de los cables multiconductores de 2 000 V nominales o menores, instalados según los requisitos indicados en 318-9, deben cumplir con la capacidad de conducción de corriente de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, deben aplicarse sólo a cables multiconductores con más de tres conductores que transporten corriente eléctrica. La corrección se debe limitar al número de conductores que transportan corriente eléctrica en el cable y no al número de conductores en el soporte tipo charola.

Excepción 1: Cuando los soportes tipo charola para cables tengan cubiertas continuas a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad de conducción de corriente indicada en las Tablas 310-16 y 310-18.

Excepción 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soporte tipo charola sin cubierta o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para charola, Factor decremental de charola), considerando los valores de la tabla 310-16. Se determina la capacidad de conducción para el conductor y se verifica que se cumpla la siguiente condición:

Capacidad de conducción de corriente del conductor (I_{COND}) > I_c

$$I_c = \frac{I_s}{FCT * FDC}$$

Dónde:

FCT = Factor de corrección por temperatura.

FDC =Factor de corrección por tipo de canalización (Factor decremental en charola).

I_{COND} = Capacidad de conducción de corriente del conductor en Amp.

I_c = Corriente corregida en Amp.

I_s = Corriente para selección del conductor en Amp.

Sustituyendo:

$$I_{COND} > \frac{123.5}{(1.00) * (1.00)}$$

$$I_{COND} > 123.5$$

Considerando 1 conductores por fase:

$$I_{COND} > 123.5$$

cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder la establecida en 310-15(b) para cables multiconductores con no más de tres conductores aislados de 0 a 2 000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente.

La capacidad de conducción de corriente del conductor, mayor que 123.5, corresponde al calibre 1/0 AWG cuya ampacidad a 75 °C es 150.0 Amp.

Por lo tanto; se cumple que:

150.0 Amp. > 123.5 Amp.

3.6.3 Cálculo por caída de tensión

Aplicando la nota del artículo 310-15, la cual se indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión, en cumplimiento con el artículo 215-2⁸ en su nota 1 y con el artículo 210-19 en su nota 4⁹; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%.

$$e \% = \frac{\sqrt{3} * L (\ln / \text{COND} * \text{XFASE}) (R \text{COS } \varphi + X \text{SEN } \varphi)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un conductor monopolar, en canalización no magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600V cables, 3-Phase, 60 Hz, 75 °C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 1999). Y considerando tres conductores por fase:

Para un multiconductor calibre 1/0 KCM se tiene:

⁸ **Ibidem**, pag.44 **Capacidad nominal y tamaño mínimos del conductor. 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 a 1 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.

⁹ **Ibidem**, pag. 39 **Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos** **NOTA 4:** Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta el receptáculo más lejano no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento. Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos alimentadores,

$$\begin{aligned}L &= 35 \text{ mts.} \\R_{75^{\circ}\text{C}} &= 0.393700 \, \Omega / \text{km} \\X_{75^{\circ}\text{C}} &= 0.144356 \, \Omega / \text{km}\end{aligned}$$

$$e\% = 0.64 \%$$

El criterio para la selección del calibre se toma en base primeramente al mayor número de conductores por fase, en segundo lugar se verifica el calibre obtenido en cada método y finalmente la caída de tensión más crítica. Para este caso se observa que el conductor obtenido por ampacidad cumple con los requerimientos establecidos de caída de tensión, por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será monoconductor calibre 1/0 AWG.

Conclusiones

Las instalaciones eléctricas forman parte esencial en nuestras vidas, constantemente estamos observando y colaborando en su funcionamiento. La instalación eléctrica es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, los elementos que constituyen una instalación eléctrica son; la acometida, el equipo de medición, interruptores, derivándose el interruptor general, interruptor derivado, interruptor termo magnético, el arrancador, el transformador, tableros, tablero general, centro de control de motores, tableros de distribución o derivados, motores y equipos accionados por motores, estaciones o puntos de control, salidas para alumbrado y contactos, plantas de emergencias, tierra o neutro en una instalación eléctrica, interconexión.

El buen funcionamiento de una instalación eléctrica depende del cumplimiento de las normas y reglamentos que incluyen los conductores e aisladores los cuales integran las canalizaciones eléctricas para tener una óptima protección y no permitir un mal funcionamiento. Los circuitos derivados son igual de importantes para la distribución de energía después de las canalizaciones, así como su aplicación en los motores.

Desde el punto de vista de la seguridad, en el laboratorio deben considerarse también los aspectos relacionados con las instalaciones. Se tiene en cuenta los aspectos relacionados con el propio diseño del laboratorio y las instalaciones propias de los mismos como son: instalaciones de gas, agua, aire comprimido, de vacío, electricidad, ventilación, etc.

La instalación eléctrica en el laboratorio debe estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión, en función del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta las futuras necesidades del laboratorio.

Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales.

Criterios de seguridad en la instalación eléctrica:

La conducción eléctrica del laboratorio se centralizará en un cuadro general cuya ubicación será tal que no comprometa la seguridad del personal por emplazamientos clasificados, áreas de paso, etc.

El cuadro deberá permanecer en todo momento cerrado y en buen estado, garantizándose un grado mínimo de protección.

Se extremará el control en la correcta identificación de los conductores, fase, neutro.

Todos los circuitos dispondrán de la correspondiente protección magnetotérmica con corte omnipolar y protección diferencial cubriendo la totalidad de los circuitos. Las canalizaciones serán entubadas protegidas frente a factores mecánicos, químicos y térmicos.

En función de las características de cada laboratorio se pueden establecer circuitos para iluminación, para cada mesa o grupo reducido de mesas de trabajo o para cada aparato de gran consumo, o grupos de aparatos especiales.

En los locales donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante.

Por lo consiguiente el cálculo de tierras y de cableado de baja tensión cumple con los lineamientos siguientes:

El sistema de tierras cumple con los requisitos el requisito de la norma NON-001-SEDE-2005 sección 921-25 en cuanto a la resistencia con un valor menor de 10 ohms, (además de mantener tensiones de contacto y paso inferiores a las tolerables.

Esta propuesta contempla emplear una sección inferior del conductor, la cual es superior al mínimo que se requiere para conducir la corriente máxima de malla, pero además cuenta con una resistencia mecánica que recomendada en la norma STD-80-IEEE-2000.

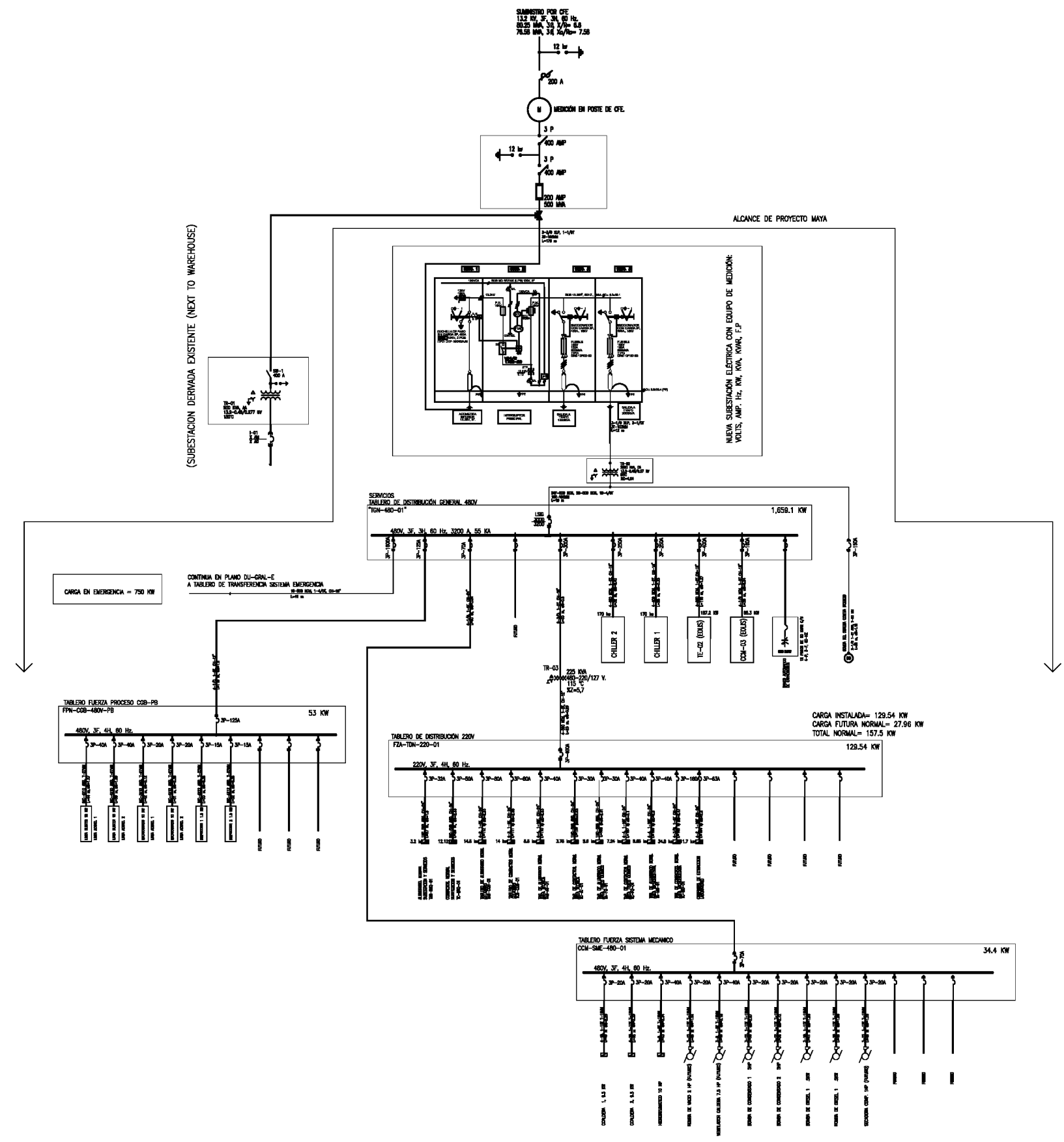
En cuánto a la **selección del calibre** el criterio se toma en base primeramente al mayor número de conductores por fase, en segundo lugar se verifica el calibre obtenido en cada método y finalmente la caída de tensión más crítica. Para este caso se observa que el conductor obtenido por ampacidad cumple con los requerimientos establecidos de caída de tensión, por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será monoconductor calibre 1/0 AWG.

Otra ventaja que añade técnicamente al tener una malla mejor distribuida y uniforme para controlar las tensiones de paso y contacto en el momento de falla por sobrecorriente.

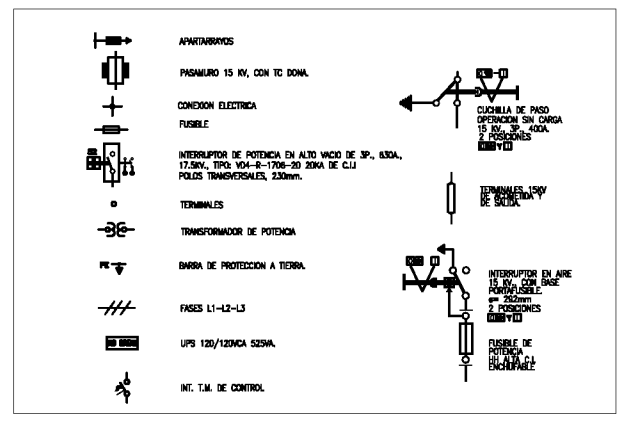
Anexo 1 Diagramas unifilares

A continuación se enlistan los diagramas unifilares donde se basa este proyecto de tesis

1. Diagrama unifilar de energía normal
2. Diagrama Unifilar de energía de emergencia
3. Diagrama unifilar de sistema de tierras en subestación eléctrica



SIMBOLOGIA DE SUBSTACION



INGENIERIA

CIRCUITO DE LOCALIZACION

NORTE

ESCALA GRAFICA

SIMBOLOGIA

TRANSFORMADOR REGULADOR EN BARRA ESPECIAL, TIPO DE OPERACION ILE O ILE O, ACORDADO A BARRAS

TRANSFORMADOR TIPO BELL, TIPO DE OPERACION MEDIDA, OPERADO EN ALAMBRE

REACTANCIA ELECTROREACTIVA, BARRA, OPERADO MEDIDA DE ESPESOR

REACTANCIA TRANSFORMADORA, BARRA, OPERADO MEDIDA DE ESPESOR

REACTANCIA TRANSFORMADORA, BARRA, OPERADO MEDIDA DE ESPESOR, DE ESPESOR BARRA L

UNIDAD INTERRUPTOR DE POTENCIA, EN BARRA, 15KV, 3P Y DE OPERACION SIN CARGA, 2 POSICIONES DE PASO-ABRIR

OPERACION DE OPERACION, BARRA DE CONTROL, 400V, 3P, 4W, 2 POSICIONES

BARRA DE TRANSFERENCIA A BARRA DE TRANSFERENCIA TRANSFORMADORA CON BARRA DE MEDIDA

BARRA DE ALAMBRE Y CONECTOR TIPO BELL

ABRUCOR A TIERRA FICHA

INTERRUPTOR DE MEDIDA

CLIENTE

tecnofarma TECNOFARMA SA DE CV

PROYECTO

PRODUCCION DE CAPSULAS DE GELATINA BLANDA

Planta San Juan del Rio

UBICACION ORENTE 10 MTS, NUEVO PARQUE INDUSTRIAL SAN JUAN DEL RIO QUERETARO

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.

Comunal No. 86 Col Accacias Del Barrio Juárez
Tel. 52.00.37.70 al 75 Fax 52.00.37.76 Ext. 222
Email: mwork@prodigy.net.mx

TITULO DEL PLANO

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL ENERGIA NORMAL

PROYECTO	NO. DEL PLANO	FECHA DEL PLANO	FECHA DEL PLANO
DU-GRAL-N			
ING. USE	ING. USE	ING. USE	ING. USE
11/03	11/03	11/03	11/03
AS-BUILT			

DU-GRAL-N

REFERENCIAS

No. PLANO	DESCRIPCION

REVISIONES

No.	FECHA	HECHA POR	DESCRIPCION

REVISION CRUZADA

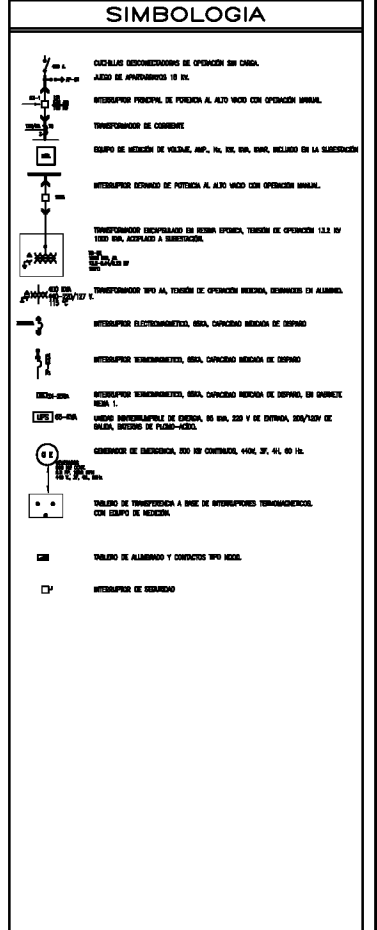
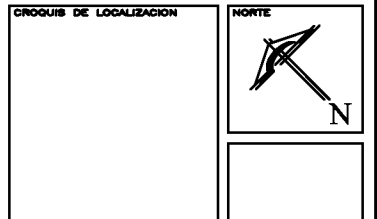
No.	FECHA	PROC.	INST.	ELEC.	CIVIL	TUBS.

TRAMITES

NOMBRE	FECHA	FIRMA	SELLOS

AUTORIZACIONES

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.		TECNOFARMA SA DE CV	
NOMBRE Y PUESTO	FECHA	FIRMA	NOMBRE Y PUESTO
ING. DAVID PEREZ FELLEGRINO			ING. ARMANDO RAMOS CISNEROS
ING. RICARDO MARTINEZ SOSA			
ING. JOAQUIN CARDENAS SUAREZ			



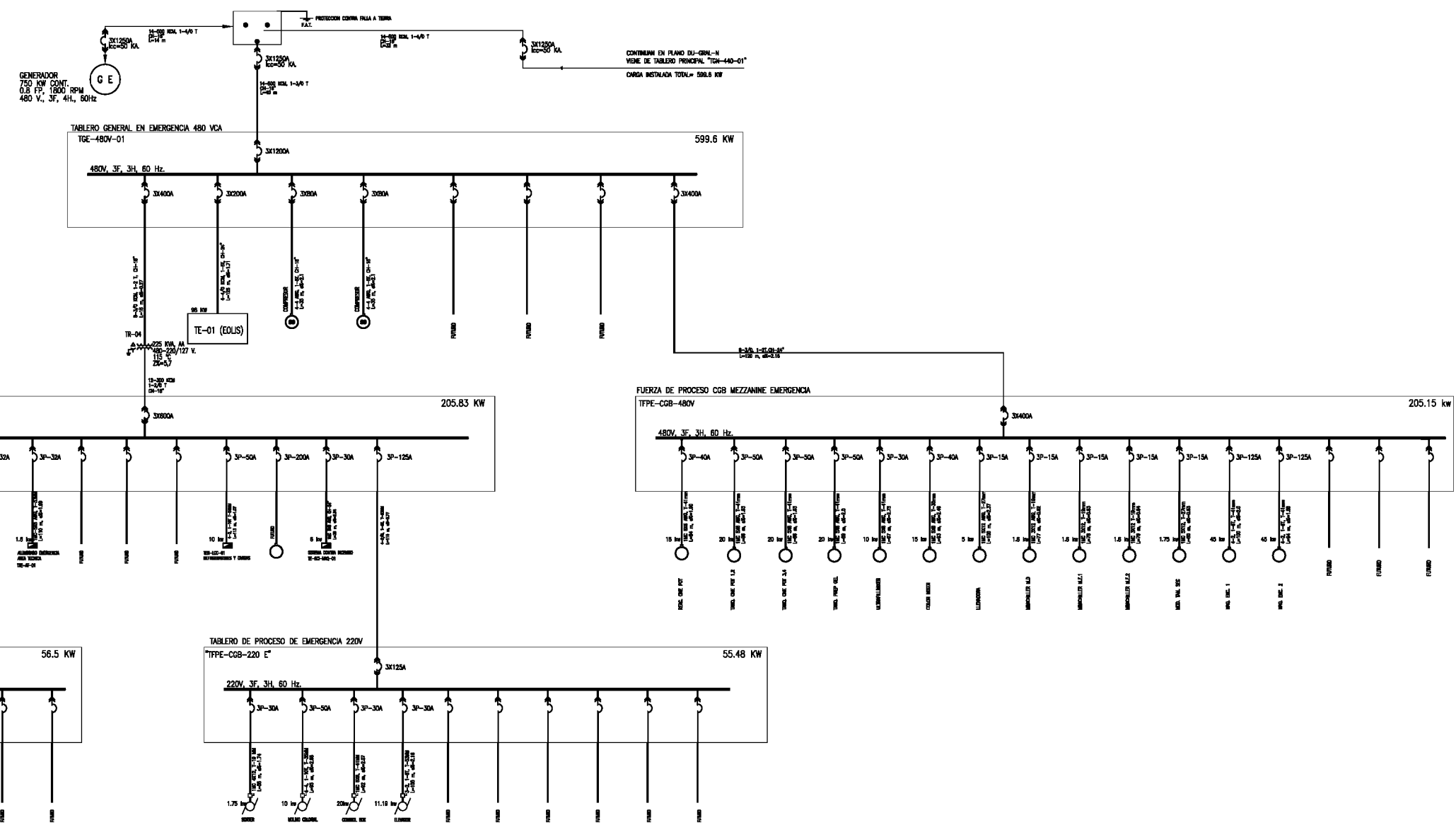
CLIENTE
TECNOFARMA SA DE CV

PROYECTO
PRODUCCION DE CAPSULAS DE GELATINA BLANDA
 Planta San Juan del Rio

UBICACION CRDENTE 10 NTS, NUEVO PARQUE INDUSTRIAL, SAN JUAN DEL RIO, QUERETARO

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.
 Comunal No. 86 Col Accacias Del Barrio Juárez
 Tel. 52.00.37.70 al 75 Fax 52.00.37.76 Ext. 222
 Email: mwaomer@prodigy.net.mx

TITULO DEL PLANO
 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL EMERGENCIA



REFERENCIAS

No. PLANO	DESCRIPCION

REVISIONES

No.	FECHA	HECHA POR	DESCRIPCION

REVISION CRUZADA

No.	FECHA	REVISION CRUZADA				
		PROC.	INST.	ELEC.	CIVIL	TUBS.

TRAMITES

NOMBRE	FECHA	FIRMA	SELLOS

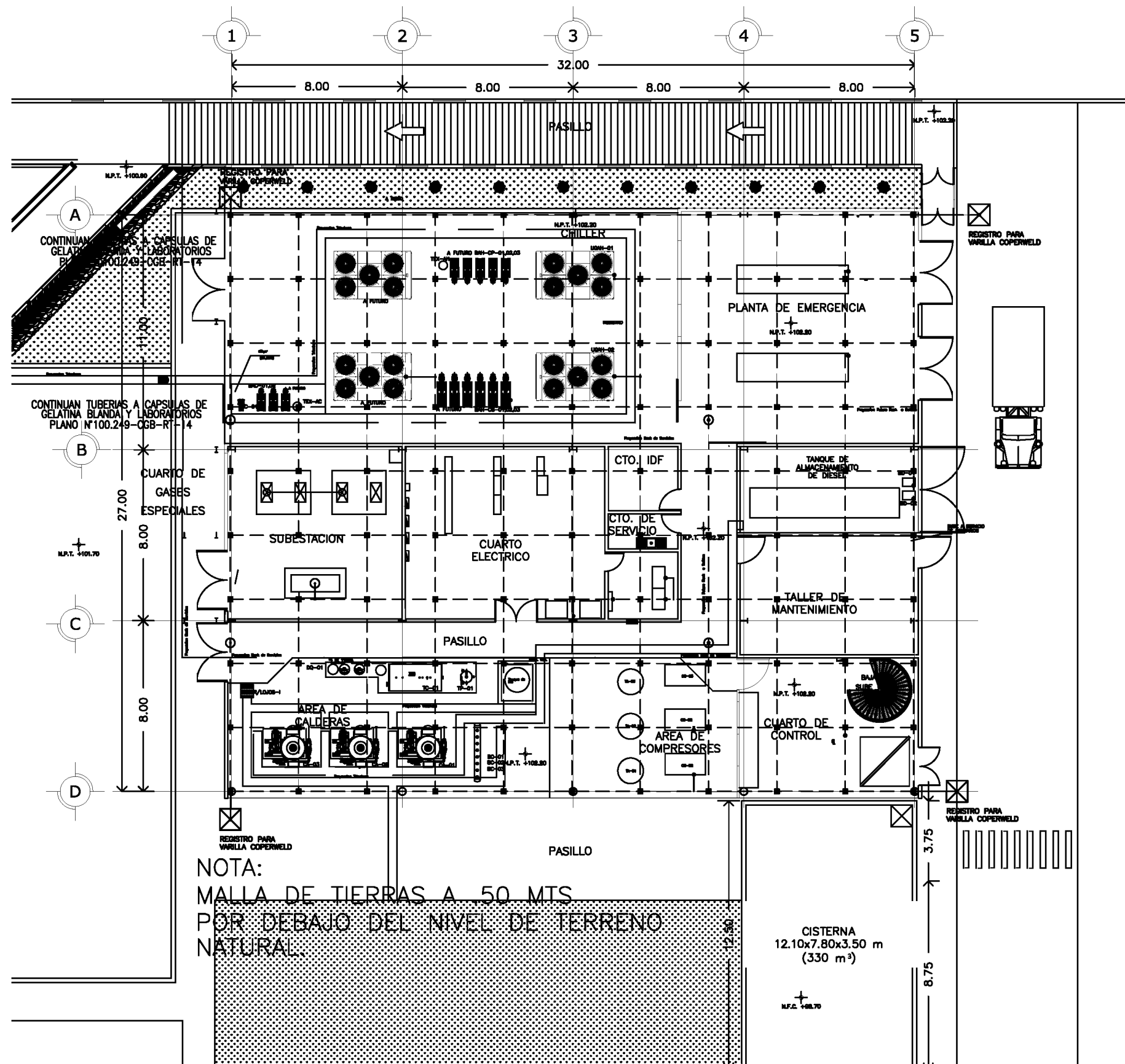
AUTORIZACIONES

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.			TECNOFARMA SA DE CV		
NOMBRE Y PUESTO	FECHA	FIRMA	NOMBRE Y PUESTO	FECHA	FIRMA
ING. DAVID PEREZ FERRERINO			ING. ARMANDO RAMOS CISNEROS		
ING. RICARDO MARTINEZ SOSA					
ING. JOAQUIN CARDENAS SUAREZ					

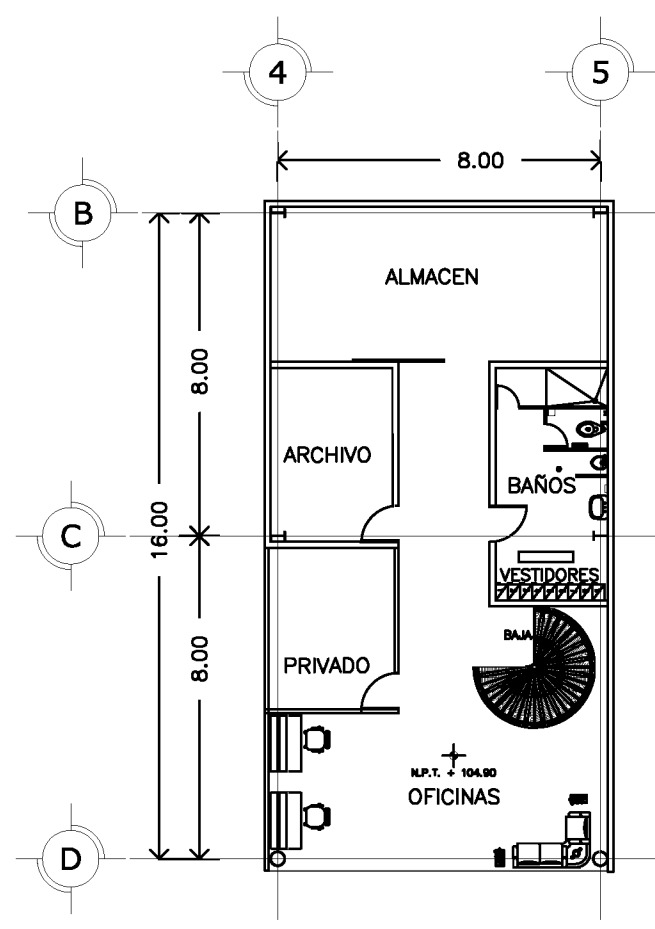
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL EMERGENCIA

FECHA	NO. DEL PLANO	FECHA DEL PLANO	NO. DEL PLANO

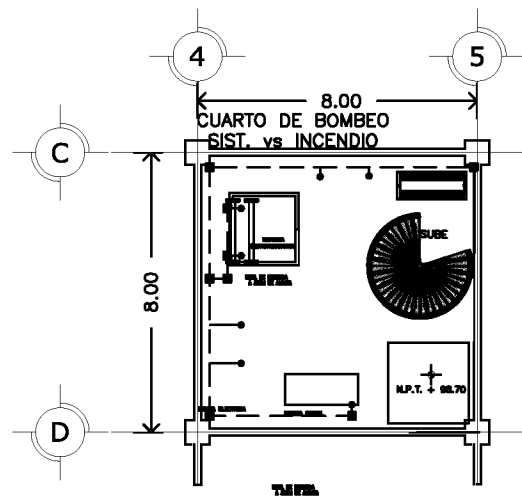
AS-BUILT



PLANTA ARQUITECTÓNICA
NIVEL ± 0.00

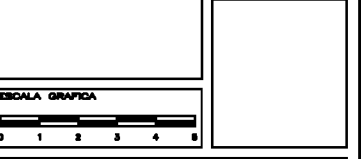


PLANTA ARQUITECTÓNICA. MEZZANINE
NIVEL + 2.50



PLANTA ARQUITECTÓNICA. SÓTANO
NIVEL - 3.50

INGENIERIA



SIMBOLOGIA

CLIENTE
TECNOFARMA SA DE CV

PROYECTO
CUARTO DE MÁQUINAS
 Planta San Juan del Río

UBICACION
 ORIENTE 10 No. 8 NUEVO PARQUE INDUSTRIAL
 SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.
 Comunal No. 86 Col Accacias Del Barrio Juárez
 Tel. 52.00.37.70 al 75 Fax 52.00.37.76 Ext. 222
 Email: mwork@prodigy.net.mx

TÍTULO DEL PLANO
 SISTEMA DE TIERRAS
 EN SUBESTACION ELECTRICA

PROYECTO	FECHA DE EMISIÓN	BASE DEL PLANO
ING. G.A.L.	---	IE-ST-SE-01
ING. G.A.L.	FECHA DE REVISIÓN	---
---	OCTUBRE-2011	---
ING. U.S.Z.	---	1:100
ING. U.S.Z.	---	AS-BUILT

REFERENCIAS

No. PLANO	DESCRIPCION

REVISIONES

No.	FECHA	HECHA POR	DESCRIPCION
A	25.MAR.11	D.P.F.	PARA REVISION
B	29.MAR.11	D.P.F.	PARA REVISION
C	30.MAR.11	D.P.F.	PARA REVISION

REVISION CRUZADA

No.	FECHA	PROC.	INST.	ELEC.	CIVIL	TUBS.

TRAMITES

NOMBRE	FECHA	FIRMA	SELLOS

AUTORIZACIONES

MASTER WORKS ASSOCIATES, S.A. DE C.V.		TECNOFARMA SA DE CV	
NOMBRE Y PUESTO	FECHA	FIRMA	NOMBRE Y PUESTO
ING. DAVID PÉREZ FERREIRO			ING. ARMANDO RAMOS CISNEROS
ING. RICARDO MARTÍNEZ SOSA			
ING. JOAQUÍN CÁRDENAS SUÁREZ			

TÍTULO DEL PLANO
 SISTEMA DE TIERRAS
 EN SUBESTACION ELECTRICA

PROYECTO	FECHA DE EMISIÓN	BASE DEL PLANO
ING. G.A.L.	---	IE-ST-SE-01
ING. G.A.L.	FECHA DE REVISIÓN	---
---	OCTUBRE-2011	---
ING. U.S.Z.	---	1:100
ING. U.S.Z.	---	AS-BUILT

Anexo 2 Tablas

Las siguientes tablas son las utilizadas en este trabajo de tesis corresponden a la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas publicadas el lunes 13 de marzo de 2006.

430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V.

Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

kW	CP	MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO, EN AMPERE (A)				
		115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
0,37	½	4	2	1	0,8	---
		4.8	2.4	1.2	1.0	---
		6.4	3.2	1.6	1.3	---
1,12	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	---
		11.8	5.9	3	2.4	---
			8.3	4.2	3.3	---
3,75	5	---	13,2	6,6	5.3	---
		---	19	9	8	---
		---	24	12	10	---
11,2	15	---	36	18	14	---
		---	47	23	19	---
		---	59	29	24	---
22,4	30	---	69	35	28	---
		---	90	45	36	---
		---	113	56	45	---
44,8	60	---	133	67	53	14
		---	166	83	66	18
		---	218	109	87	23
93,0	125	---	270	135	108	28
		---	312	156	125	32
		---	416	208	167	43

310-15. Capacidad de conducción de corriente para tensiones nominales de 0 a 2 000 V.

Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes incisos (a) o (b).

NOTA: Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas en esta Sección no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos derivados, véase la Nota 4 de 210-19(a), para los circuitos de alimentación, véase la Nota 2 de 215-2(b).

- a) **Disposiciones generales. Para la selección del tamaño nominal de los conductores**, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2 000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 y los incisos (d) a (j) siguientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

- b) **Supervisión de ingeniería.** Con la supervisión de personal de ingeniería, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

dónde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en ° C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

Rcc = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

- c) **Selección de la capacidad de conducción de corriente.** Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corriente que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales

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

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
Cobre				Aluminio			
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630

FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

Bibliografía

1. NOM-001-SEDE-2005 “Norma Oficial Mexicana, Instalaciones Eléctricas (Utilización)”
2. NOM-025-STPS-2005 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”
3. NOM-022-STPS-2005 “Electricidad Estática en los Centro de Trabajo”.
4. IEEE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS
5. NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
6. NEMA MG1-93 “Motors and Generators”
7. NEMA ICS-1-93 “Industrial Control and Systems; General Requirements
8. NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 497-97
"Clasificación de líquidos inflamables, Gases o vapores y de los lugares (clasificados) peligrosos para instalaciones eléctricas en áreas de procesos químicos.

Páginas web consultadas

http://www.sedecal.com/files/descargas/Sedecal_descargas_26.pdf

http://www.derrant.com.mx/normas_estandares_NEMA.html

<http://www.electron.frba.utn.edu.ar/archivos/Motores.pdf>

<http://www.nema.org/News/Pages/NEMA-Publishes-NEMA-MG-1-2011-Motors-and-Generators.aspx>

<http://goo.gl/UfwLs>

<http://goo.gl/rDJmU>

<http://200.77.231.100/work/normas/noms/2006/001sede.pdf>