**BASES DE LICITACION RELATIVAS A REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN (DISEÑO, PROYECTO), CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA, ESTABILIZACIÓN Y ENTREGA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EL POCHOTE EN TEPATITLÁN, JALISCO, CON UN CAUDAL NOMINAL PROMEDIO DE 7.0 L.P.S, BAJO LA MODALIDAD DE UN CONTRATO A PRECIO ALZADO.**

**.**

**APENDICE 2**

**ASPECTOS TECNICOS**

**ANEXO AT-ESPEC-OBRA ELECTRICA**

**21 DE MAYO DE 2024**

**ANEXO AT-ESPEC-OBRA ELECTRICA**

**ESPECIFICACIONES PARA LA OBRA ELECTRICA**

**NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES**

A continuación, se listan las normas y estándares que serán usados para los materiales, equipos, diseño e instalación del proyecto. Se aplicarán las últimas ediciones vigentes de estos documentos.

* Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1999 Instalaciones Eléctricas (Utilización.
* Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo
* Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-1995, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
* National Electrical Code (NEC)
* National Electrical Safety Code (NESC)
* National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
* American National Standards Institute (ANSI)
* Insulated Power Cable Engineer Association (IPCEA)
* Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
* Lightning Protection Code (NFPA)
* Illuminating Engineering Society of North America (IESNA)

Cuando el proveedor de un equipo o con Licencia de una tecnología no utilice las normas y reglamentos anteriormente mencionados, deberá probar que sus Códigos y Normas son iguales o superiores a los listados.

Cuando se proporcione equipo de fabricación o tecnología europea se debe demostrar que las normas IEC que cumple el equipo son equivalentes o superan los requisitos definidos en la presente especificación y sus anexos.

Cuando exista conflicto entre las normas y reglamentos, la EMPRESA deberá notificar por escrito las diferencias y deberá realizar una propuesta de solución del conflicto, así mismo, deberá solicitar por escrito la aprobación de la propuesta.

**PLANOS, DIBUJOS Y DOCUMENTOS**

Cuando el diseño de ingeniería requiera del uso de planos estos se realizarán por medio del programa de dibujo AutoCAD en los tamaños ISO que sean definidos entre ASTEPA, la SUPERVISIÓN y la EMPRESA.

Los dibujos podrán tener los siguientes tamaños "ISO":

* A4‑297mm x 210mm
* A3‑297mm x 420mm
* A2‑420mm x 594mm
* A1‑524mm x 841mm
* A0‑841mm x 1189mm

La versión del programa AutoCAD será 2010 o superior.

Los dibujos se elaborarán con base en estas especificaciones y a la información proporcionada por el propietario, proveedores, tecnólogo del proceso y otras entidades que participen en el desarrollo del proyecto. Estos dibujos se detallarán lo necesario para ser usados conjuntamente con especificaciones y dibujos de fabricante para la ejecución completa y correcta de todo el trabajo de construcción.

La representación de equipos eléctricos, luminarias, contactos, rutas de conduit, etc. es esquemática y por lo tanto no es exacta su localización, a menos que se acoten o se indiquen coordenadas. Las acotaciones se harán en sistema métrico decimal y las redacciones necesarias en español.

Los planos se realizarán usando estándares y detalles de dibujo definido por la EMPRESA. En cualquier caso el conjunto de planos y documentos mantendrán congruencia y permitirían describir los sistemas eléctricos de manera simple, clara y suficiente para que con base en ellos se pueda lograr una correcta construcción y la supervisión de la misma.

Cuando se desarrollen diagramas unifilares eléctricos se empleará la simbología definida en estándares ANSI.

Los planos que serán entregados comprenden planos Tipo y planos generales. Los planos Tipo son planos que contienen información de referencia para otros planos. Los planos tipo que se entregarán son:

* Detalles de montaje
* Símbolos y Notas
* Cuadros de carga
* Los planos generales contendrán información específica del proyecto: algunos de los planos generales que serán entregados comprenden:
* Diagrama Unifilar General
* Subestación Principal
* Distribución General de Alumbrado
* Distribución General de Fuerza
* Sistema General de Tierras y Pararrayos

**CONSIDERACIONES GENERALES**

**Tensiones**

1. Las características eléctricas de la acometida a la PTAR serán definidas y tramitadas por la EMPRESA, con base en la carga instalada y carga en operación que defina la EMPRESA.
2. Tensiones nominales del sistema

Las tensiones eléctricas nominales del sistema serán los valores preferentes de acuerdo con lo indicado en la sección 110-4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

La distribución a subestaciones unitarias dentro de la PTAR en su caso será por medio de cable aislado y/o línea abierta en una tensión máxima de 34.5 KV. Esta tensión dependerá del valor de la acometida. Las tensiones para los diferentes equipos serán las siguientes:

**EQUIPO TENSIÓN**

Contactos trifásicos y primarios de

transformadores de alumbrado 480 V, 3φ

Motores de 1 a 200 H.P

(440 ó 460 V nominales) 480 V, 3φ

Motores de 250 H.P. o más

(4000 Volts nominales) 4,160 V, 3φ

Motores de potencia fraccionaria que funcionen

en procesos críticos, incluyendo motores

para servicio de lubricación y bombas

auxiliares de aceite (440 o 460 Volts nominales) 480 V, 3φ

Motores de potencia fraccionaria que funcionen

en procesos no críticos, o equipos que

no pertenezcan al proceso. 127 V, 1φ

Secundarios de Transformadores para alumbrado, 220/127 V,

receptáculos monofásicos y motores fraccionarios 3φ, 4 Hilos

Luminarias para alumbrado de calles 480, 3φ ó

(480 ó 277 V nominales) 480/277 V

3φ, 4 Hilos

Luminarias en áreas de Proceso y oficinas 220/127 V,

3φ, 4 Hilos

Control 120 V, 1φ

Alimentación a Instrumentos 127 VCA y/o

24 VCD.

Señales Analógicas 4 a 20 mA.

**Caída de Tensión**

Se verificará que la caída de tensión en los diferentes puntos del sistema se encuentre de acuerdo con lo indicado dentro de la nota 1 de la sección 215-2 de la norma NOM-001-SEDE-1999. Esto es, la caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%. Las definiciones de circuito alimentador y circuito derivado serán las indicadas en el artículo 100 de la norma citada.

**Localización de Equipos de Distribución**

Para localizar los equipos de distribución se considerará: que se encuentren lo más cerca posible del centro de carga, que sea relativamente sencillo alimentarlos, que se disponga del espacio necesario y que no queden ubicados en un lugar clasificado como área peligrosa.

**SISTEMA DE TIERRAS**

**Características**

1. En caso de subestaciones se calculará la malla de tierras de acuerdo al alcance y limitaciones que marca el estándar ANSI/IEEE 80 " del “IEEE Guide for Safety” en el Capitulo “ AC Substation Grounding".
2. En la malla de puesta a tierra de subestaciones se deberá disponer un conductor de cobre electrolítico desnudo, de temple semiduro, trenzado clase B, de manera que el perímetro exterior definido por éste encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación. El conductor deberá ser de tamaño nominal 67.43 mm2 (2/0 AWG) como mínimo y las derivaciones de tamaño nominal 33.6 mm2 (2 AWG) como mínimo. El cable de tierra irá enterrado aproximadamente a 60 cm., bajo nivel de piso.
3. Los electrodos verticales del sistema de puesta a tierra serán varillas de acero con recubrimiento de cobre, tipo “copperweld” de 3 m de longitud y 19 mm. (3/4") de diámetro.
4. La longitud de la malla y el número de varillas será adecuado para lograr que la resistencia a tierra de la malla sea igual o 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 de acuerdo a la sección 921-25 de la NOM-001-SEDE-1999. Para resistividades de terreno mayores a 3000 Ω-m se permite que los valores anteriores sean el doble en cada caso. Si la resistencia al ser medida sobrepasa el valor máximo especificado se deberán instalar más varillas.
5. En el caso de áreas de proceso y/o servicios, la red de tierras que se instale es complementaria a la requerida en la (s) subestación (es). Debido a que su función no es disipar las corrientes de falla de la subestación, no se realizan cálculos para esta malla.
6. Los requisitos definidos por la NOM-001-SEDE-1999 indican la necesidad de un conductor de puesta a tierra para equipos eléctricos. En consecuencia, se utilizará un conductor de puesta a tierra de equipos en la canalización de los circuitos.
7. Con la finalidad de drenar cargas estáticas y/o descargas atmosféricas se instalarán electrodos y anillos de conductores enterrados, formando una malla alrededor de las áreas que lo requieran. Solamente los equipos eléctricos que estén expuestos a descargas atmosféricas se conectarán a esta malla. Se utilizarán conductores desnudos de tamaño nominal 67.43 mm2 (2/0 AWG) para estructuras, columnas, tanques y transformadores en exteriores; para equipo eléctrico se usará tamaño nominal 67.43 mm2 (2/0 AWG)
8. 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 conecta.
9. En donde se usen sistemas de soportes para cables tipo charola se deberá tener continuidad eléctrica a lo largo de todo el recorrido. Para este propósito los conectores de unión entre tramos y accesorios de charolas deberán ser del tipo atornillable, del mismo material de la charola y suministrados por el fabricante de estas.
10. Los sistemas de tierras deberán diseñarse de forma tal, que permitan pruebas periódicas por medio de pozos de registro para varillas. El diseño de la malla determinará el número de registros necesario.
11. 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.

**Conexiones**

1. Para conexiones, uniones y derivaciones de cables de tierras deberán usarse conectores tipo soldable excepto a equipo que regularmente se desconecte para mantenimiento. La conexión de este equipo deberá hacerse con conectores tipo mecánico, atornillado a la superficie metálica. Las anclas y cubiertas de equipo no deberán usarse para soportar los cables de tierra. No debe utilizarse ningún medio de conexión que incorpore uniones hechas con soldadura de aleación de estaño (Soldadura suave).
2. Todo el equipo eléctrico tal como interruptores y sus tableros, armazones de los motores, tableros de alumbrado, transformadores, centros de control de motores y tableros de instrumentos se deberán conectar a tierra.
3. Todo equipo probable a producir o absorber electricidad estática deberá conectarse adecuadamente a tierra. Las bandas de las transmisiones mecánicas que se encuentren en áreas peligrosas deberán ser antiestáticas.
4. El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipos para cada elemento que se conecte a tierra estará de acuerdo con la Tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999.
5. Cuando el conductor de puesta a tierra en las canalizaciones no esté integrado a un cable multiconductor, este deberá tener una identificación externa de color verde (Secc. 310-12b, NOM-001-SEDE-1999).
6. En áreas corrosivas se podrá utilizar cobre o aluminio aislado dependiendo del tipo de corrosión, siempre y cuando se cumpla con lo indicado en los párrafos 250-91, 250-94 y 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999.
7. Las conexiones a las carcasas de los motores y los buses de tierra deberán ser hechas con terminales atornilladas al equipo. Los pernos de anclaje no deberán ser utilizados para fijar las terminales de los cables de tierra. Las conexiones de cable a cable o de cable a estructura deberán ser hechas por medio de un proceso de soldadura en polvo de aluminio y de óxido de cobre.

**CORRIENTES DE FALLA Y PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES**

Se elaborará un estudio de cortocircuito para determinar las corrientes de falla asimétrica y simétrica, considerando todas las fuentes de corriente de falla y todas las impedancias de los elementos del sistema de distribución. Los valores de las corrientes de falla se considerarán para determinar las capacidades interruptivas y momentánea de los componentes del sistema.

Las corrientes de falla deberán limitarse a valores que puedan soportar los equipos de fabricación estándar, usando los medios que resulten adecuados, basándose en factores técnicos y económicos.

Los elementos de protección contra sobre corrientes deberán coordinarse en forma selectiva, procurando que las curvas de disparo queden separadas aproximadamente 20 ciclos (0.33 seg.) bajo una condición de sobre corriente dada.

**SISTEMA DE DISTRIBUCION DE FUERZA**

La energía para la PTAR es proporcionada desde la compañía de suministro. La tensión de la acometida es reducida, a través de transformadores preferentemente tipo seco, a una tensión trifásica de distribución de 480 V.

El arreglo del sistema de distribución dependerá de las necesidades de confiabilidad en el suministro de energía a la PTAR y puede variar desde un sistema radial simple hasta tipo doble radial con selectivos primario y secundario. Con base en las necesidades del proceso que defina la EMPRESA, esta presentará como parte de su oferta los diagramas unifilares correspondientes a la PTAR.

El sistema de baja tensión deberá ser sólidamente aterrizado.

La transferencia automática entre las fuentes de energía deberá ser bloqueada en el caso de una falla en el bus

Para todos los equipos del Sistema de Distribución de Fuerza antes mencionados aplican los siguientes requisitos: serán del tipo auto soportados, de lámina de acero rolada en frío, antes del acabado, al tablero se le dará un tratamiento desengrasante y fosfatizante, el acabado será con pintura electrostática de color ANSI 61. Cada uno de los equipos que se requieren para el sistema de distribución de energía eléctrica, deberá ser diseñado construido y probado de acuerdo con las especificaciones generales de cada equipo donde se mencionan las normas correspondientes. Las Hojas de Datos correspondientes a cada uno de los equipos, se propondrán por el la EMPRESA después de haber definido el sistema de distribución por usar y la localización de los equipos.

Los tableros de distribución en baja tensión serán de uso interior con índice de protección tipo NEMA 1A. La capacidad nominal de las barras de distribución será determinadas de acuerdo con la carga del sistema. La capacidad de aguante de los tableros será mayor que el valor de la corriente de falla del punto de instalación El tablero debe estar diseñado y fabricado para cumplir con NMX–J-118-2. Los Interruptores termo magnéticos serán construidos de acuerdo a NMX-J-266 ANCE, NMX-J-265 y UL 489, los interruptores de potencia cumplirán con la norma IEC 60-947-1 y 2.

Los centros de control de motores (CCM’s) serán un ensamble de una o más secciones de gabinetes con una barra común de alimentación formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores. Las barras conductoras deben protegerse contra daño físico y mecánico mediante un sistema de sujeción firme de acuerdo con la parte H del artículo 430 de la norma NOM-001-SEDE-1999. La capacidad de aguante de los CCM´s será mayor que el valor de la corriente de falla del punto de instalación.

Los variadores de velocidad deberán incluir un diseño de tecnología actualizada y vigente. La EMPRESA debe garantizar el correcto funcionamiento de los variadores para cualquier velocidad de operación del motor sin presentar sobrecalentamientos. Los variadores de velocidad deben ser de frecuencia ajustable, de onda plena digitalizado y deberán emplear SCR por cada fase así como puente rectificador. Las unidades deberán contar con display para mostrar mensajes de los estados de operación y alarmas.

Cuando sea requerido se deberán proporcionar bancos de capacitores para la corrección de factor de potencia. Para realizar la selección de la capacidad adecuada del banco se deberá realizar un estudio de las condiciones del sistema. Se podrán emplear bancos de capacitores fijos o de regulación automática. En todos los casos deberán corregir el factor de potencia para evitar penalizaciones por parte de la compañía suministradora del servicio eléctrico.

Se podrá proporcionar en su caso y si así lo considera el LICITANTE, una planta de emergencia de operación automática de capacidad suficiente para respaldar cargas que proporcionen seguridad a los usuarios y que sean esenciales para poder realizar una detención segura y programada de los procesos críticos para el sistema. El perfil de las cargas que se alimentarán por la planta en caso de emergencia se deberá definir por la EMPRESA. Se debe incluir un tablero de transferencia automática. El control de la planta de emergencia y del tablero de transferencia será suministrado por el mismo fabricante de la planta de emergencia.

**SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO**

**Generalidades**

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo y con un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad de acuerdo a la tabla de niveles de iluminación de las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEDE-1999 y NOM-025-STPS-1999. Cuando no se encuentre definido el nivel de iluminación para un área o trabajo específico se deberá determinar el nivel de iluminación adecuado de acuerdo con el método de iluminación promedio descrito en el manual de iluminación “Lighting Handbook de IESNA”.

La EMPRESA deberá cumplir con los requisitos de la norma NOM-007-ENER-1995 para el diseño de los sistemas alumbrado que sean cubiertos por esta norma. La EMPRESA deberá establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios nuevos y ampliaciones de los ya existentes de acuerdo con los métodos definidos en la norma NOM-007-ENER-1995

Se proveerá iluminación en todas las áreas; el alumbrado será del tipo general para áreas de tanques de almacenamiento, fosas de desecho, caminos entre áreas de proceso y caminos entre tanques de almacenamiento.

Deberán utilizarse luminarias suplementarias en donde se requiera alumbrado localizado para instrumentos, mirillas, bombas, etc. ó donde el alumbrado con reflectores no sea suficiente para obtener el nivel de iluminación necesario.

En general, los reflectores deberán montarse en postes metálicos sin escalera; los reflectores también podrán montarse en edificios y estructuras cuando este tipo de arreglo sea ventajoso.

**Luminarias**

a) Las luminarias deberán contar con las siguientes características:

Eficiente iluminación

Distribución uniforme de luz

Accesibilidad para cambio de lámparas y mantenimiento con seguridad

Serán adecuadas para la clasificación del área donde se instalen

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo y con un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad de acuerdo a la tabla de niveles de iluminación de las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEDE-1999 y NOM-025-STPS-1999. Cuando no se encuentre definido el nivel de iluminación para un área o trabajo específico se deberá determinar el nivel de iluminación adecuado de acuerdo con el método de iluminación promedio descrito en el manual de iluminación “Lighting Handbook de IESNA”.

La energía requerida para el alumbrado exterior y el alumbrado interior deberá ser generada a partir de celdas fotovoltaicas.

**SISTEMA DE PARARRAYOS**

**Referencias**

Este sistema está basado en el Código 780 del NFPA "Lightning Protection Code", última edición.

El sistema de pararrayos es un sistema completo formado por puntas pararrayos, terminales de tierra, interconexión de conductores, otros conectores y accesorios requeridos para completar el sistema.

Se tienen dos tipos de materiales:

Clase I: Son todos los materiales y accesorios para dar protección a estructuras que no excedan 23 m. de altura, conforme a la tabla 3-4 del NFPA.

Clase II: Son todos los materiales y accesorios para dar protección a estructuras que excedan 23 m. de altura, conforme a la tabla 3-5 del NFPA.

**Zona de protección**

La zona de protección es el espacio adyacente al sistema de protección contra descargas atmosféricas que es substancialmente inmune a las descargas directas. Para determinar la zona de protección se debe considerar la geometría de la estructura. Dicha zona de protección se determina de acuerdo al artículo 3-10 del NFPA-780 como sigue:

Para techos planos, ligeramente inclinados, domos, chimeneas, extractores o ventiladores de gravedad, la zona de protección incluye el techo y accesorios que serán protegidos con puntas pararrayos ubicadas de acuerdo al artículo 3-11 del NFPA-780.

Para estructuras con techos a diferente nivel y de una altura no mayor de 15 m (50 pies), la zona de protección forma un cono cuyo vértice se ubica en el punto más alto de la punta pararrayos, y cuyas paredes forman un ángulo de aproximadamente 45 ó 63º con relación a la vertical.

La zona de protección está formada por el espacio adyacente a la superficie exterior de una esfera rodante cuyo radio es de 46 m (150 pies), cuando la superficie exterior de la esfera es tangente en un punto al terreno y toca en otro punto la parte superior de una punta pararrayos, se considera que todo el espacio bajo estos dos puntos se encuentra en la zona de protección. También se considera como una zona de protección, el espacio que se localiza bajo la superficie exterior de una esfera, que se apoya en dos o más puntas del sistema de pararrayos y que está limitada por éstas; conforme a figura 3-10.3.1 del NFPA-780.

**Puntas pararrayos en techos.**

Las puntas pararrayos deben ser colocadas en las aristas de los techos inclinados y alrededor del perímetro de techos planos o ligeramente inclinados, en intervalos que no excedan 6 m excepto que se utilicen puntas pararrayos de 600 mm de altura o mayores en cuyo caso podrán ser colocadas en intervalos que no excedan de 7.6 m. Las puntas pararrayos deben ser colocadas a ó dentro de 0.6 m de los extremos de las aristas o de los bordes y esquinas de los techos (ver figura 3-11 de NFPA 780).

La extremidad de una punta pararrayos debe sobresalir por lo menos 254 mm por encima del objeto o área que está siendo protegida excepto que otra cosa sea permitida por la Sección 3-11 del NFPA (ver figura 3-9.1 de NFPA 780).

**Estructuras metálicas**

Las estructuras metálicas altas se consideran debidamente protegidas si se presenta una baja impedancia a tierra o se le proporciona un conductor adecuado a tierra, siendo la estructura eléctricamente continua y de material adecuado para soportar una descarga atmosférica.

**Tanques metálicos**

Los tanques metálicos de almacenamiento se consideran auto protegidos, si el techo del tanque está formado por lámina de un espesor mínimo de 4.8 mm y si el tanque está debidamente conectado a tierra, además de cumplir con la sección 6.4.1 del NFPA-780.

**Baterías y cargadores**

Las baterías para el sistema UPS deberán ser capaces de alimentar al sistema al 100% de la carga crítica por 30 minutos después de la pérdida de energía.

Se deberá suministrar un sistema de baterías para alimentar a interruptores de operación eléctrica, luces indicadoras, alarmas asociadas y relevadores de protección en los tableros de distribución de potencia. El sistema de baterías deberá ser calculado para satisfacer el servicio específico requerido y deberá ser del tipo flotación, de semiconductores estáticos, a tensión constante y operar a 125 VCD.

El cargador de las baterías será alimentado desde el bus del generador de emergencia para prevenir una descarga total durante periodos de operación prolongados. El banco de baterías estará alojado en un cuarto separado adecuadamente ventilado.

**MOTORES**

En general, los motores deberán ser del tipo de inducción jaula de ardilla. Los motores síncronos del tipo sin escobillas que utilicen dispositivos de rectificación del tipo estático montados en el rotor pueden ser usados cuando sean requeridos por la carga.

Los motores deberán tener las siguientes características nominales:

1. Motores arriba de 200 HP: 4000 V ó 4160 V, 3 fases, 60 Hz.
2. Motores desde 1 HP hasta 200 HP: 440 V ó 460 V, 3 fases, 60 Hz.
3. Motores fraccionarios al servicio de procesos críticos: 440 V ó 460 V, 3 fases, 60 Hz.

Motores fraccionarios en servicios no críticos: 115 V ó 127 V, 1 fase, 60 Hz.

Los motores para servicio en media tensión deberán ser provistos con resistencias calefactoras. Los motores en baja tensión, con capacidades superiores a 50 HP, pueden ser provistos con resistencias calefactoras cuando se requiera por las condiciones del sitio.Sistema de aislamiento

El sistema de aislamiento del motor deberá estar de acuerdo con la norma NEMA MG1. Los motores de 200 HP y menores deberán ser provistos con aislamiento Clase F, excepto cuando existan restricciones en áreas clasificadas. Los motores mayores de 200 HP deben incluir aislamiento Clase

**Control**

1. Cada motor deberá controlarse y protegerse desde un arrancador combinado instalado en Centros de Control de Motores.
2. Los motores monofásicos podrán tener arrancador manual en caja de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate.
3. Cada motor se deberá controlar mediante una estación de botones localizada junto al motor, siendo esta de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate, excepto cuando exista un tablero de control local asociado al motor.

Las estaciones de botones "Arrancar-Parar" deberán ser del tipo contacto momentáneo.

Cada arrancador deberá tener un transformador con tensión secundaria de 120 V para control.

**CONTACTOS PARA SOLDADORAS**

**Tipo de contactos**

Se deben suministrar contactos para soldadoras del tipo 4 hilos, servicio pesado, para suministrar energía a las máquinas soldadoras portátiles. Los contactos para soldadoras se deberán localizar para cubrir un radio horizontal de 50 metros dentro de las unidades de proceso y/o servicios auxiliares que requieran trabajos de soldadura en periodos de mantenimiento.

**Especificaciones**

Un circuito derivado que alimente a los contactos para soldadoras no deben alimentar ningún otro equipo y no más de tres (3) contactos deben ser alimentados por un (1) circuito. Cada circuito derivado debe ser protegido por un interruptor localizado en el Centro de Control de Motores.

**TRAZA ELECTRICA**

**Generalidades**

Cuando se soliciten o sean requeridos, se deberán proveer sistemas de traza eléctrica para proporcionar protección al proceso o contra congelamiento. El sistema de trazas eléctricas deberá suministrar una cantidad controlada de calor para mantener la temperatura por encima del punto de congelación o, en el caso de protección al proceso, mantener la viscosidad apropiada, la temperatura u otros parámetros requeridos para la correcta operación.

**Requisitos de diseño**

1. En general, el sistema de traza eléctrica será del tipo resistencia autolimitada, o de tipo aislamiento mineral (MI), cuando se requieran grandes cantidades de calor.
2. Los sistemas de protección del proceso deberán ser controlados por termostatos sensores del ambiente que energicen el (los) tablero (s) de las trazas.

Los circuitos de protección del proceso deberán controlarse independientemente por unidades de termostatos tipo sonda para operar cuando la temperatura de la pared de la tubería esté por debajo de la temperatura de operación especificada.

Deberán proveerse sistemas de alarma que indiquen fallas de energía en los tableros y en los circuitos de líneas críticas.

**CONDUITS Y ALAMBRADO**

**Generalidades**

1. Los tubos conduit para uso aéreo deberán ser, en general, de fierro galvanizado tipo semipesado. El tamaño mínimo de tubo conduit para uso aéreo deberá ser 19 mm. En áreas altamente corrosivas el tubo conduit deberá tener recubrimiento de PVC o ser de un material resistente al agente corrosivo del área en que se instale.
2. Las curvas de 90º deberán ser de radio estándar cuando sean visibles, y de radio grande cuando sean subterráneas, debiendo ser prefabricadas de 38 mm φ (1 1/2") en adelante, cuando las condiciones de instalación lo permitan.
3. Los conduits en camas aéreas o subterráneas deberán estar arreglados de tal manera que resulte un mínimo de cruces entre ellos.
4. Se deberá usar conduit flexible a prueba de líquidos para conexión de motores y equipo que tenga base deslizante o que esté sujeto a vibraciones, de acuerdo a la clasificación del área, y de lo indicado por la NOM-001-SEDE-1999 respecto al tipo de equipo que se va a conectar. El uso de cople flexible a prueba de explosión solo aplica en áreas Clase I División 1.
5. En áreas peligrosas, todas las conexiones de conduits a interruptores, estaciones de botones y otros equipos que produzcan arco, deberán incluir sello, excepto en los casos que establece la NOM-001-SEDE-1999.
6. Todos los conduits que entren o salgan de un área peligrosa a otra de clasificación diferente deberán ser sellados.
7. Todos los accesorios para conduit deberán ser equipados con tapa fundida y empaque excepto para accesorios a prueba de explosión.
8. En áreas donde se acumulen líquidos dentro de los conduits, deberá proveerse dren con sello; esto aplica; también a todos los conduits que conecten por la parte superior a gabinetes que contengan interruptores, contactos y dispositivos de control.
9. El radio mínimo de los dobleces deberá ser 8 veces el diámetro interior del conduit.
10. Los conductores de fuerza y control para motores conectados a sistemas menores de 600 V. deberán ir en el mismo conduit. Cuando los conductores de fuerza sean calibre mayor al No. 4 AWG los cables de control irán en conduit independiente.
11. Para todas las conexiones roscadas en tubos conduit metálicos deberá utilizarse lubricante conductivo.
12. Todos los extremos de los conduits para uso futuro deberán tener tapón.
13. Los conductores para contactos monofásicos deberán ir en conduit independiente al de los circuitos de alumbrado.

**Conduits Subterráneos**

1. Los tubos conduit para sistemas enterrados deberán ser de 25 mm de diámetro mínimo, de acero galvanizado tipo semipesado, o PVC pared gruesa. Todas las salidas de tubería conduit del piso o concreto deberán hacerse con tubo conduit de fierro galvanizado. El tubo conduit de aluminio NO DEBERA utilizarse ni enterrado ni ahogado en concreto.
2. Los conduits deberán ir recubiertos con una envoltura rectangular de concreto con relación 1.2.4 (formando un ducto) coloreada de rojo para identificación, con un espesor mínimo de 8 cm desde la pared exterior del conduit mayor localizado en el extremo y con un diámetro (el mayor) de espaciamiento entre paredes exteriores de conduits adyacentes, y deberán tener una pendiente mínima de 3 al millar (3/1000) entre registros.
3. Donde el conduit suba, el recubrimiento de concreto deberá extenderse 150 mm sobre el nivel de piso terminado, alrededor del tubo.
4. La parte superior de los ductos de concreto deberá ir a un mínimo de 60 cm. bajo nivel de piso terminado. En cruce de caminos la parte superior deberá ir a un mínimo de 80 cm bajo nivel de piso terminado, en cruce de vías de ferrocarril la parte superior deberá ir a un mínimo de 100 cm.
5. Los bancos de ductos deberán seguir la ruta más directa de un punto a otro, procurando tener el menor número de cruces entre ellos u otros sistemas enterrados.
6. La distancia máxima entre registros será de 100 m. en línea recta. Cuando exista un cambio de dirección de los bancos de ductos, se deberá analizar la necesidad de poner registro intermedio.
7. No deberán instalarse registros dentro de áreas clasificadas como peligrosas, permitiéndose cajas de empalme colocadas sobre el nivel de piso terminado, construidas de aluminio fundido; deberán estar equipadas con entradas roscadas para conduits. La construcción de las cajas deberá estar de acuerdo con la clasificación del área de que se trate. Cada banco de ductos será provisto de conduits para reservas, o espacio para conduits futuros. Únicamente los tramos de ducto que crucen bajo drenajes químicos, se construirán con impermeabilización.
8. El radio de curvatura para conduits deberá cumplir como mínimo con los requisitos de la sección 346-10 de la NOM-001-SEDE-1999.
9. Los bancos que contengan uno o dos conduits se indicarán únicamente en planta. Los bancos de tres o más conduits se indicarán en planta y cortes. En planta se indicará la trayectoria y el nivel; las dimensiones se indicarán en los cortes.

**Conduits Aéreos**

1. El conduit aéreo será de acero galvanizado tipo semipesado, el diámetro mínimo a utilizar será 19 mm. y el máximo 101 mm.
2. Los conduits deberán seguir caminos paralelos o en ángulos rectos a paredes, columnas, trabes, puentes de tuberías, etc., siempre que sea posible.
3. Los conduits que corren paralelos, formando grupos, deberán soportarse a cada 3.0 m. máximo. Para conduits independientes la distancia máxima entre soportes será la indicada en el artículo 346-12 de la NOM-001-SEDE-1999.
4. Cuando sea necesario instalar tuberías conduit sobre los racks de tuberías de proceso, las tuberías conduit deberán instalarse en un nivel superior al nivel ocupado por las tuberías de proceso, conservando una separación mínima de 30 cm entre el paño superior de la tubería de mayor diámetro (incluyendo su aislamiento) y el paño inferior de las tuberías conduit. En su defecto las tuberías conduit podrán ser instaladas a los lados del rack a la altura del nivel superior, conservando la separación antes mencionada, siempre que su instalación no interfiera con las tuberías que del rack se deriven.
5. No se permitirán más de 2 curvas de 90º seguidas o el equivalente a 180º en curvas, entre dos registros, incluyendo aquellos dobleces localizados próximos a la salida o accesorio.
6. La longitud de cualquier tramo de conduit que tenga dobleces equivalentes a 180º no deberá exceder a 15 m. entre registros. Cualquier tramo de conduit que tenga un doblez a 90º no deberá exceder a 25 m. en longitud sin tener ninguna caja de registro.
7. No deberá haber tramos rectos mayores de 35 m. de longitud sin tener caja de registro.
8. Donde los conduits lleven conductores en baja tensión calibre 4 AWG y mayores, deberán emplearse cajas registro, dimensionadas para cumplir el radio de curvatura indicado en el artículo 370-28 de la NOM-001-SEDE-1999. Para conductores en media tensión las cajas registro deberán dimensionarse de acuerdo con lo indicado en el artículo 370-71 de la NOM-001-SEDE-1999 para facilitar la instalación de los conductores.
9. Donde los conduits crucen juntas de expansión del edificio o entre edificios, deberá usarse conduit flexible adecuado a la clasificación del área de que se trate.

**Soporte para cables Tipo Charola**

**Generalidades**

1. El empleo de charolas como medio de soporte para cables, es aceptado con ventajas económicas sobre el tubo conduit. Cuando se use este tipo de soporte para cables, el diseño deberá sujetarse a lo indicado en el artículo 318 de la NOM-001-SEDE-1999.
2. La construcción e instalación de las charolas deberá estar de acuerdo con la norma NEMA VE-1.
3. Los arreglos de charolas deberán hacerse considerando que cuando se instalen una sobre otra, el nivel de tensión mayor sea colocado en el lugar más alto.

En general las charolas deberán instalarse con una separación vertical (fondo a fondo) de 30 cm.; para permitir una buena ventilación deberá considerarse una separación horizontal de 60 cm., (paño a paño, cuando se requiera permitir el paso de personal al centro.

**Selección del Tipo de Charolas**

**Material**

En general, las charolas para cables deberán ser de aluminio, para servicio pesado, adecuadas para soportarse cada 3 metros sin que existan deflexiones excesivas. Las charolas para cables deberán ser dimensionadas con un 20% de espacio de reserva para crecimiento futuro. Las charolas deberán ser del tipo escalera, adecuadas para instalaciones interiores o exteriores. Las charolas para usarse en áreas extremadamente corrosivas o adyacentes a la costa del mar deberán incluir un recubrimiento de PVC para una protección extra contra corrosión.

**Ancho de la charola**

El ancho de la charola deberá designarse de acuerdo al número de cables por instalar y a la separación entre los mismos que definan los criterios de diseño y los requisitos de reglamentos.

**Espaciamiento entre travesaños**

El espaciamiento entre travesaños deberá considerarse en general de 229 mm., para cubrir una amplia gama de tamaños nominales de conductores y lograr la estandarización al respecto.

**Instalación de Charolas**

**Número de charolas**

Para los arreglos de charolas, deberá considerarse una charola para cada nivel de tensión. Sin embargo, cuando esto no sea práctico por tenerse pocos circuitos por charola o por tenerse poco espacio para instalación de charolas, podrán combinarse diferentes niveles de tensión en una misma charola, utilizando una barrera entre estos, en aquellos casos que permitan los reglamentos aplicables.

**Arreglo de charolas**

Los arreglos de charolas en exteriores serán horizontales o verticales, considerando el ocupar el área mínima y el reducir los costos de soportería.

Se procurará mantener los arreglos de charolas en interiores, en forma vertical. En cuartos de control se adaptará el arreglo al acomodo de equipos.

**Espaciamiento entre soportes**

Dependiendo del peso de los cables en una charola será el espaciamiento entre los soportes. Sin embargo, la práctica demuestra que en la mayoría de los casos, para cumplir con el numero de cables permitidos en la NOM-001-SEDE-1999 para el llenado de charolas los soportes deberán instalarse a cada 3 m., para tramos rectos.

Es importante considerar que serán necesarios soportes adicionales en cada accesorio (curvas, etc.) según lo indica la Norma NEMA VE-1.

**Sujeción de charolas**

Cada una de las charolas deberá sujetarse horizontalmente en cada soporte con las clemas especiales para este objeto. El ensamble entre tramos de charolas se realizará con conector tipo Z del mismo material de las charolas para lograr una adecuada continuidad eléctrica entre tramos de charolas.

**Soportes de charolas**

Con objeto de facilitar el tendido de cables tanto inicial como futuro, es recomendable utilizar los soportes tipo ménsula para montaje en muro, en lugar de marcos fijados al muro, en virtud de que los primeros brindan mayor flexibilidad para jalar los cables o tenderlos transportando el carrete.

Los soportes tipo trapecio o colgantes, se usarán donde no sea posible usar los soportes tipo ménsula o en los cuartos de control.

1. Los cables en charolas serán asegurados a intervalos que no excedan de 1 metro en rutas horizontales y a intervalos que no excedan de 0.5 m en rutas verticales.
2. Cuando se utilice cable desnudo, para puentes entre secciones de charolas metálicas, o como cable de tierras dentro de las mismas, deberá cuidarse la incompatibilidad de materiales cobre-aluminio, para decidir el material del conductor y/o conectores.
3. Cuando sea necesario instalar charolas sobre racks de tuberías de proceso, las charolas deberán instalarse en un nivel superior al nivel ocupado por las tuberías de proceso, conservando una separación mínima de 30 cm entre el paño superior de la tubería de mayor diámetro (incluyendo su aislamiento) y el fondo de las charolas. En su defecto las charolas podrán ser instaladas a los lados del rack a la altura del nivel superior, conservando la separación antes mencionada, siempre que su instalación, no interfiera con las tuberías que del rack se deriven.

**Cables Eléctricos**

**Conductor**

1. Los conductores a utilizar serán como sigue:

* Los conductores monopolares, deberán ser cables formados por varios hilos de cobre.
* Cables multiconductores formados por cables individuales de varios hilos de cobre trenzados en calibres 14 AWG y mayores como lo permite el reglamento.

1. Los calibres mínimos a utilizar son:

* Para circuitos de control, protección, medición y alarmas: No. 14 AWG
* Circuitos de alumbrado: No. 12 AWG
* Circuitos de fuerza hasta 600 V: No. 12 AWG
* Circuitos de potencia mayores de 600 V: No. 8 AWG

**Tipos de Conductor**

1. En sistemas con tensiones nominales menores a 600 V para los conductores de fuerza se usará aislamiento para temperatura continua de operación del conductor de 75ºC en ambiente húmedo ó 90ºC en ambiente seco con tensión máxima de operación de 600 V. El aislamiento será de cloruro de polivinilo, tipo THW. Si se los cables se instalan en charolas deben cumplir con lo indicado en el artículo 318 de la norma NOM-001-SEDE-1999.
2. Los cables en circuitos de fuerza para tensiones mayores de 600 V serán con aislamiento tipo seco y temperaturas de operación de 90 ºC en operación normal, 130 ºC en sobrecargas y 250 ºC en condiciones de cortocircuito, con pantalla de cobre y chaqueta protectora de cloruro de polivinilo. El nivel de aislamiento será 100% cuando el tiempo de operación de los dispositivos de protección para eliminar fallas a tierra, sea menor a 1 minuto.
3. Todos los alambres y cables deberán ser continuos sin empalmes ni derivaciones si esto es práctico. Cuando sea necesario hacer derivaciones, estas deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable y localizadas en cajas registro, cajas de conexiones, cajas de jalado o en otros lugares aprobados.
4. Cuando los conductores estén expuestos a altas temperaturas de equipos adyacentes, se deberá usar cable para operación a mayor temperatura.
5. Los conductores de control deberán incluir al menos un conductor de reserva.
6. El cableado de alumbrado debe ser codificado por colores. Los circuitos de alumbrado incluirán un conductor de tierra cuando la tensión de fase a tierra sea mayor de 150 V o cuando la instalación se tenga en lugares húmedos o áreas peligrosas.
7. Los cables compuestos, que incluyen conductores de control, de fuerza y tierras pueden ser usados para los sistemas de 600 V.