



PDVSA

MANUAL DE INGENIERIA DE DISEÑO

VOLUMEN 4-I

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

PDVSA N°	TITULO
N-201	OBRAS ELECTRICAS

1	FEB.94	MODIFICADO PARRAFO 4.4.4		269	L.T.	E.J.	A.N.
0	JUL.93	PARA APROBACION		268			L.T.
REV.	FECHA	DESCRIPCION		PAG.	REV.	APROB.	APROB.
APROB. Eliecer Jiménez		FECHA JUL.93	APROB. Alejandro Newski		FECHA JUL.93		

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 1

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Indice**

1 ALCANCE DE LAS OBRAS ELECTRICAS	5
2 NORMAS Y REFERENCIAS	6
3 DISEÑO DEL SISTEMA DE POTENCIA	7
3.1 Contenido	7
3.3 Documentación	8
3.4 Disposición y Protección del Sistema de Potencia Alimentación y Reacceleración de Motores	16
3.5 Capacidad de los Componentes y Selección de las Impedancias	26
3.6 Selección del Tipo de Componente	31
3.7 Circuitos de Control	34
3.8 Potencia para Paradas Programadas	38
3.9 Medición	39
3.10 Alarmas	40
3.11 Suministro para Soldadura	43
3.12 Tomacorrientes de Uso General	43
4 CLASIFICACION DE AREAS	45
4.1 Documentación	45
4.2 Definiciones	45
4.3 Clasificación de AreasAreas Clasificadas	49
5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ELECTRICO	65
5.1 Características de Tensión	65
5.2 Sistema de Distribución de la Planta	66
6 ACOMETIDAS	66
7 TRANSFORMADORES DE POTENCIA	66
7.1 Contenido	66
7.2 Resumen de Requerimientos Adicionales	66
7.3 Documentación	67
7.5 Diseño de Transformadores de Potencia	68
7.6 Inspección y Ensayos	77
8 TABLEROS DE POTENCIA, CENTROS DE CONTROL DE MOTORES Y DUCTOS DE BARRA	77
8.1 Alcance	77
8.2 Referencias	77
8.3 Documentación	77

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 2

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

8.4	Definiciones	78
8.5	Aplicabilidad de los Requerimientos de Tableros de Potencia y Centros de Control de Motores	79
8.6	Tablero de Potencia	79
8.7	Centros de Control de Motores	86
8.8	Protección y Control de Circuitos de Motores	91
8.9	Calentadores de Espacio y Sistemas de Enfriamiento	95
8.10	Ductos de Barras (13,8 kV), Ductos Metálicos para Cables (4,16 kV o menor)	96
8.11	Inspección y Ensayos	97
9	CONTROL DE SUB-ESTACIONES CON SECUNDARIO SELECTIVO Y CON TRANSFERENCIA AUTOMATICA	98
9.1	Alcance	98
9.2	Definiciones	98
9.3	Diseño	99
10	PROTECCION DE EQUIPOS ELECTRICOS EN AMBIENTES CONTAMINADOS	131
10.1	Contenido	131
10.2	Condiciones y Tratamientos Protectores	131
11	MOTORES	135
12	TOMACORRIENTES PARA SOLDADURA	135
13	ILUMINACION	137
14	CANALIZACIONES	142
15	METODOS DE CABLEADO	168
16	CONEXIONES ELECTRICAS DE INSTRUMENTOS	175
17	PUESTA A TIERRA Y PROTECCION CONTRA SOBRETENSION	182
17.1	Contenido	182
17.2	Resumen de Requerimientos Adicionales	182
17.3	Métodos y Materiales de Puenteado y Conexión a Tierra	182
17.4	Puesta a Tierra del Neutro del Sistema	186
17.5	Conexión a Tierra de Encerramientos	188
17.6	Circuitos de Retorno para la Conexión a Tierra	191
17.7	Protección Contra Sobretensiones en Sistemas de Potencia	194
17.8	Protección Contrarrayos para Estructuras	196
17.9	Puenteado en Camiones y Carros Cisterna y Estaciones de Carga (Llenaderos).	198
17.10	Protecciones en Muelles de Carga en Terminales Marinos	200

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0

JUL.93

Página 3

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

18 RESISTENCIA PARA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	214
18.1 Resumen de Requerimientos Adicionales	214
18.2 Materiales	214
18.3 Diseño	214
19 SISTEMA DE POTENCIA DE RESERVA	214
20 SUMINISTRO DE ENERGIA PARA INSTRUMENTOS	216
20.1 Contenido	216
20.2 Resumen de Requerimientos Adicionales	216
20.3 Documentación	217
20.4 Clasificación de las Cargas	219
20.5 Fuentes de Potencia	220
20.6 Alimentación Eléctrica a Servicios Esenciales	221
20.7 Alimentación de Instrumentos en CC	221
20.8 Alimentación de Instrumentos en C.A.	223
20.9 Dimensionamiento de Baterías	224
20.10 Alarmas	224
20.11 Equipos	225
20.12 Alimentación a Cargas No Clasificadas	232
20.13 Instalación	232
20.14 Pruebas	232
21 EDIFICIO PARA LA SUBESTACION ELECTRICA	248
21.1 Dimensionación	248
21.2 Documentación	248
21.3 Definiciones	248
21.4 Diseño para Interior y con Pasillo	249
21.5 Diseño Normalizado para Exterior	250
21.6 Entradas de Cables y Tuberías	250
21.7 Puertas	251
21.8 Dispositivos de Izamiento	252
21.9 Ubicación de la Batería para el Control del Tablero de Potencia	252
21.10 Patios de Transformadores	252
21.11 Separaciones Mínimas	253
21.12 Vapor	254
21.13 Corrientes	254
21.14 Resistencia a Explosiones	254
22 CALEFACCION CON CINTAS ELECTRICAS	255
23 SISTEMA DE COMUNICACIONES DE LA PLANTA	256
24 PLACAS DE IDENTIFICACION Y ETIQUETAS	256
25 PRUEBAS	257
25.8 Prueba de Rígidez Dieléctrica	258

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 4

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

25.9 Prueba del Transformador de Potencia	259
25.10 Prueba del Tablero de Potencia Puesta a Tierra	259
25.12 Prueba de Carga de Baterías	261
25.13 Prueba de Alarms	261
26 DEFINICIONES	261

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 5

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

1 ALCANCE DE LAS OBRAS ELECTRICAS

- 1.1** Las obras eléctricas especificadas en esta guía incluirán equipos y materiales para iluminación, potencia, puesta a tierra y conexiones para instrumentos alimentados y controlados eléctricamente.
- 1.2** El sistema eléctrico se ajustará en lo posible a lo descrito en esta especificación.
- 1.3** Los renglones listados a continuación y descritos en cualquier otro punto en esta especificación serán incluidos en el alcance de las obras eléctricas:
- 1.3.1 Tableros de potencia tipo blindado 2300 V y 15000 V.
 - 1.3.2 Transformadores.
 - 1.3.3 Equipo de control de motores para sistemas de 2300 V, 4160 V, 6900 V y 13.800.
 - 1.3.4 Tableros de potencia de 480 V.
 - 1.3.5 Equipo de control para motores de 460 V y circuitos de 480 V.
 - 1.3.6 Motores.
 - 1.3.7 Tomacorrientes para soldadura.
 - 1.3.8 Iluminación.
 - 1.3.9 Canalizaciones eléctricas.
 - 1.3.10 Cableado eléctrico.
 - 1.3.11 Conexiones de instrumentos eléctricos.
 - 1.3.12 Puesta a tierra.
 - 1.3.13 Sistema de reserva.
 - 1.3.14 Intercomunicación de la planta.
 - 1.3.15 Calefacción eléctrica (donde se indique).
 - 1.3.16 Señales de peligro para aviación o luces de indicación de obstáculos (obstrucción).
 - 1.3.17 Ensayos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 6

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

1.4 Los siguientes renglones son excluidos del alcance de las obras eléctricas:

- 1.4.1 Servicios de alimentación (excepto en caso de conexiones descritas en esta guía).
- 1.4.2 Sistema telefónico (excepto por las tuberías y cajas vacías).
- 1.4.3 Sistema de alarma contra incendio.

2 NORMAS Y REFERENCIAS

2.1 La última edición de los códigos y especificaciones listados a continuación, constituirán los requerimientos mínimos.

Esta especificación además requiere el cumplimiento de los códigos, normas y regulaciones venezolanas.

- 2.1.1 Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN).
- 2.1.2 Código Eléctrico Nacional, COVENIN 200.
- 2.1.3 Código Nacional de Seguridad en Instalaciones de Suministro de Energía Eléctrica y de Comunicaciones, COVENIN 734.
- 2.1.4 Instituto Nacional Americano de Normas ([ANSI](#)).
- 2.1.5 Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos ([IEEE](#)).
- 2.1.6 Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos ([NEMA](#)).
- 2.1.7 Asociación de Ingenieros de Cables Revestidos (ICEA).
- 2.1.8 Instituto Americano de Petróleo ([API](#)).
- 2.1.9 Asociación Nacional de Protección Contra Incendios ([NFPA](#)).
- 2.1.10 Administración Federal de Aviación (FAA).
- 2.1.11 Las normas IEC se utilizarán cuando no aplique ninguna de las normas anteriores.

2.2 Otros códigos y normas reconocidos, de otros países, serán aceptables si la instalación eléctrica y los equipos basados en dichas normas son al menos iguales a los que se rigen por las normas listadas anteriormente.

2.3 El equipo y material eléctrico será diseñado, fabricado y ensayado según las normas y regulaciones del país donde son fabricados. En general, en caso de conflicto, las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) regirán para los equipos fabricados fuera de los Estados Unidos y las normas NEMA rige para los fabricados en ese país.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 7

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

2.4 Si los requerimientos contenidos en esta especificación son mayores o más rigurosos que los de los códigos o normas señalados anteriormente, esta especificación será la que rige.

2.5 Especificaciones de Ingeniería:

Site Data PDVSA [SD-251](#)

Equipo Generador de Electricidad de Reserva PDVSA [GE-211](#)

General Purpose Application of API 541 Form–Wound

Squirrel–Cage Induction Motors 250 Horsepower
and Larger

PDVSA [NB-268](#)

Special Purpose Application of API 541 Form–Wound

Squirrel–Cage Induction Motors 250 Horsepower
and Larger

PDVSA [NB-269](#)

2.6 La instalación y el equipo eléctrico serán aptos para las zonas sísmicas especiales, de acuerdo con la Especificación de Ingeniería “Datos del Sitio” PDVSA [SD-251](#).

3 DISEÑO DEL SISTEMA DE POTENCIA

3.1 Contenido

Resumen de requerimientos adicionales

Documentación

Definiciones

Sistema de Potencia: definiciones, arreglos y protección

Selección de la capacidad de los componentes y sus impedancias.

Selección del tipo de componente.

Circuitos de control.

Suministro de potencia en paradas programadas
Medición

Alarmas

Suministro de potencia para máquinas de soldadura

Tomacorrientes de uso general

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 8

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**3.2 Resumen de requerimientos adicionales**

- 3.2.1 Las siguientes publicaciones y normas serán usados con esta especificación:
IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION PUBLICATION 34-1 Recomendaciones para Maquinaria Eléctrica Rotativa.

IPCEA Insulated Power Cable Engineers Association

S-135 Capacidad de los Cable de Potencia (P46-426).

Normas ANSI[C48.1](#) Tensiones Normalizadas para Sistemas y Equipos de Potencia.**Actas AIEE**

Tema 55-142

(Parte II, Aplicaciones en la industria, Vol. 74, 1955, págs. 90-101).

Variación en el Tiempo de las Corrientes de Corto circuito de Sistemas Industriales y Contribución de los Motores.

IEEE – Actas para la Industria y Aplicaciones Generales

Actas IGA Mar./Abr. 1965 (págs. 130-139) Tolerancia para la Caída de Tensión e Interrupciones en Relés Industriales.

IEC – International Electrotechnical Commission

Publicación 76, Transformadores de Potencia.

3.3 Documentación**Diagramas de cableado**

- 3.3.1 Los diagramas unifilares cubrirán los circuitos de potencia y excitación incluyendo medición y protección. Los diagramas incluirán la siguiente información:
- Los valores nominales de los equipos mayores que se indican a continuación:

EQUIPO MAYOR	DATOS NOMINALES A SER MOSTRADOS EN LOS DIAGRAMAS UNIFILARES
Generadores	V, KW, Fp, Xd, Xd', Xd''
Transformadores de potencia	KVA (OA/FA), V, Gama de las tomas, Impedancia, BIL.
Interruptores automáticos	Amperios continuos, MVA o KA de interrupción, KA momentáneo (si hay diferencia con el de interrupción), BIL (Especificar si se usan valores asimétricos para la capacidad de interrupción)

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 9

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

EQUIPO MAYOR	DATOS NOMINALES A SER MOSTRADOS EN LOS DIAGRAMAS UNIFILARES
Barras	Amperios continuos, KA momentáneo (Especificar si se usan valores simétricos o asimétricos).
Pararrayos	kV de operación
Elementos de puesta a tierra del neutro	Amperios (Límite)
Transformadores de potencial	Relación de Transformación
Transformadores de corriente	Relación de Transformación
Cable para alimentación de transformadores de potencia y sistemas de distribución	Calibre y tipo

- b. Cantidad y conexiones de transformadores de corriente y potencial.
 - c. Conexiones de los transformadores de potencia (estrella o delta), forma de puesta a tierra del neutro.
 - d. Descripción de los relés incluyendo modelo, fabricante, características de tiempo, gama y cantidad de elementos.
 - e. Se usarán líneas punteadas para asociar los relés principales con los relés auxiliares o dispositivos primarios en los que actúan, utilizando flechas al final de estas líneas para indicar los dispositivos operados. Se llevará también una tabla para asociar los relés principales con los auxiliares o con dispositivos primarios.
 - f. Niveles máximos y mínimos de corto circuito que se utilizan como base de diseño.
 - g. Identificación y tamaño de las cargas individuales conectadas a cada interruptor de potencia, centro de control de motores y barra de distribución.
 - h. Número de etapa de reacceleración para cada motor provisto de control automático de reacceleración.
- 3.3.2 Los diagramas de interconexión mostrarán los mismos números de terminal y designaciones para el dispositivo y el cable que aparecen en los diagramas de conexión. Estos indicarán la ubicación de terminales si el equipo los tiene en más de una ubicación.

Información

- 3.3.3 El Ingeniero del Proyecto preparará la siguiente información y la usará como base para dimensionar los componentes del sistema, comprobar el funcionamiento del mismo y determinar el ajuste de los relés y dispositivos del sistema de protección:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 10

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- a. Carga
- b. Nivel de cortocircuito.
- c. Perfil de tensión.
- d. Temperatura de trabajo de los motores.
- e. Bases para el dimensionamiento de cables
- f. Relés.
- g. Bote de carga.

En caso de proyectos contratados, el consultor suministrará copias de la información para obtener la aprobación del ingeniero de la Filial. Una vez aprobado, el consultor suministrará las copias definitivas al ingeniero de la Filial. Se suministrará un resumen de los resultados y la descripción de las condiciones del sistema usados como base para cada uno de los cálculos de la carga, nivel de cortocircuito y perfil de tensión.

- 3.3.4 Lo siguiente puede ser preparado utilizando programas de computación:
- a. Datos de carga
 - b. Niveles de cortocircuito
 - c. Perfiles de tensión
 - d. Temperatura de los motores.
 - e. Bote de carga.
 - f. El consultor utilizará sus propios programas, realizará cálculos manuales (para sistema pequeños) u omitirá los cálculos para las condiciones no aplicables o aquellas que por inspección se puede ver que la omisión no crea problemas. Si se efectúan cálculos manuales se anexará una copia de todos.
- 3.3.5 Los datos de carga serán acompañados por un diagrama unificar (simplificado) con las barras, alimentadores de barras y transformadores identificados de manera que coincidan con los resultados obtenidos por computación. Las demandas se expresarán en kVA para sus correspondientes KW y KVAR. Los El resumen de resultados debe incluir la siguiente información:
- a. Demanda máxima de 8 horas y demanda máxima de 15 minutos de la carga total en cada barra.
 - b. Demanda máxima de 8 horas de la carga total en cada transformador de potencia.
 - c. Demanda máxima de 8 horas de la carga total en cada cable de alimentación a barras.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 11

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.3.6 Para subestaciones secundarias selectivas las demandas se darán con el interruptor de enlace de barras cerrado y abierto. En subestaciones de doble y operación con un solo alimentador en servicio.

3.3.7 La información de cortocircuito será acompañada por un diagrama de impedancias de secuencia positiva de la red. Cuando se especifique, se suministrarán también los diagramas de secuencia negativa y cero. El diagrama de impedancias se preparará en forma de diagrama unifilar (puede ser simplificado) y todas las impedancias y barras serán identificadas de manera que coincidan con los resultados obtenidos por computadora.

El resumen de resultados incluirá la siguiente información:

- a. Corrientes de cortocircuito en cada barra y línea para establecer la capacidad de interrupción y capacidad momentánea en los fusibles, interruptores y otros dispositivos de interrupción en barras y líneas.
- b. Corrientes de cortocircuito máximas y mínimas, simétricas y asimétricas en cada barra y línea para establecer ajustes en los relés y dispositivos de protección.

3.3.8 La información de carga y cortocircuito será suministrada por el Consultor a la Filial al menos en dos oportunidades:

- a. Previamente a la compra del equipo eléctrico mayor (transformadores de potencia e interruptores).

NOTA:

Las emisiones de información son preliminares y serán lo suficientemente exactas para verificar que se haya especificado apropiadamente la corriente de interrupción y momentánea de los interruptores de potencia, la capacidad de los transformadores enfriados por aire forzado o enfriados por circulación natural de aire.

- b. Cuando se presenta un diagrama unifilar para su aprobación definitiva y las cargas son definitivas. La aprobación final es APC (Aprobado para Construcción).

3.3.9 La información del perfil de tensión incluirá:

- a. Variaciones de tensión en barras y terminales de motores en operación normal.
- b. Variaciones de tensión en barras y terminales de motores en el arranque o reacceleración de los mismos, dependiendo de cual sea el de mayor variación.
- c. Cargas en amperios de los alimentadores y de las barras en el momento de reacceleración de los motores.
- d. Tabla de reacceleración de los motores donde se muestren los motores asignados en cada etapa.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 12

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- e. Toma seleccionada, para los transformadores de potencia.

3.3.10 La información de calentamiento mostrará el aumento de temperatura del rotor en el momento del arranque de cada motor tipo jaula de ardilla mayor a 1500 Hp (1100 Kw) arrancando bajo condiciones de diseño.

3.3.11 Las bases para el dimensionamiento de los cables serán suministradas, incluyendo la implantación de los requerimientos de esta especificación en relación a:

- a. Bases del dimensionamiento de la capacidad de corriente incluyendo factores tales como temperatura del conductor, factor de carga, resistividad térmica del suelo, temperatura ambiente del suelo y del aire.
- b. Bases de la disminución de la capacidad de corriente incluyendo los factores de disminución por agrupación de cables, separación, proximidad a equipos de alta temperatura y el efecto de cubiertas protectoras contra incendio.
- c. Bases de dimensionamiento para cumplir con las limitaciones de caída de tensión durante operación normal y durante el arranque o reaceleración de motores.
- d. Bases de dimensionamiento para cumplir con la capacidad de cortocircuito.

3.3.12 Se suministrará la información que se indica a continuación para cada relé ajustable o algún otro elemento de protección:

- a. Código ANSI del elemento, circuito al cual se aplica y relación de transformación del TC (si se utiliza).
- b. Identificación del elemento incluyendo el modelo, características de tiempo y gama de corriente o tensión.
- c. Ajuste del elemento, punto de calibración y uno o más puntos de verificación.

La información incluirá también los ajustes para relés y elementos auxiliares, tales como contadores de horas, asociados con cada elemento de protección.

3.3.13 Se utilizará una tabla para presentar la información referente al relé. Se dejarán columnas adicionales para incluir los valores reales de prueba (tensión, corriente y tiempo) correspondientes a puntos de verificación y calibración resultantes de ajustes, calibración y pruebas en campo.

3.3.14 Junto con la información del relé se incluirán las curvas de coordinación. Se suministrará un juego de curvas para cada nivel de tensión, mostrando tiempo vs. corriente (o tensión) para todos los relés de fase y otros elementos protectores de fase para los ajustes especificados. Se suministrará por separado un juego de curvas similar para los relés de protección de fallas a tierra y otros elementos protectores de fallas a tierra. En cada juego de curvas se mostrarán los niveles máximos y mínimos de cortocircuito simétrico.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 13

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

La coordinación de las protecciones incluirá lo siguiente:

- a. Para niveles de tensión suministrados a través de transformadores:
 1. Curva del relé de sobrecorriente del primario del transformador vista desde el lado secundario.
 2. Para transformadores en Delta-Y, tolerancia para una corriente mayor en una fase primaria (16% más que la corriente de fase secundaria equivalente) durante fallas secundarias de fase a fase.
 3. Curva de daño del transformador para una falla trifásica alimentada por el secundario; también, curvas de daño para otros tipos de fallas si son más limitantes que las trifásicas.
 - b. Para subestaciones secundarias selectivas con transferencia automática:
 1. Coordinación entre los relés de baja tensión iniciadores de la transferencia y los relés de sobrecorriente del interruptor de entrada (ver IEEE Actas IGA marz./abr. 1965 págs. 130–139 para el método).
 2. Ajustes de los relés de baja tensión y los instantáneos de sobrecorriente usados para bloquear la transferencia automática.
 - c. Para subestaciones que utilicen relés de baja tensión temporizados para protección de baja tensión en motores, la coordinación entre los relés de sobrecorriente y relés de baja tensión en el motor (ver referencia IEEE indicada en sub-párrafo b, pto. 1).
 - d. Curvas de coordinación de la protección de cada motor con tensión mayor a 600 voltios incluyendo la curva de daño del motor. Se puede utilizar una hoja de curvas para varios motores si son de la misma tensión, tienen la misma curva de daño y la misma protección.
 - e. En cables de alimentación para barras y transformadores de potencia, la curva de daño para el cable, ubicado en la misma hoja con las curvas de los dispositivos de protección del alimentador.
- 3.3.15 Los efectos sobre el nivel de cortocircuito y la respuesta de los relés debido a la disminución de la tensión se mostrarán en la coordinación de protecciones si la generación es parte de su muestra de trabajo.
El método para ver la respuesta de los relés de tiempo inverso a la disminución de tensión puede encontrarse en las Actas IEEE para Industria y Aplicaciones Generales marz./abr. 1965, págs. 130–139.
- 3.3.16 Las curvas de coordinación de relés se suministrarán en dos oportunidades:
- a. Previamente a que se especifique al fabricante la relación de transformación de los transformadores de corriente y las gamas y características de los relés.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 14

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTA:**

Esta emisión de la coordinación es preliminar y será lo suficientemente exacta como para verificar la selección de relación de transformación, rango y características apropiadas.

- b. Cuando la información de relés es presentada para su aprobación final.
- 3.3.17 La información del generador será suministrada para unidades de polos salientes mayores a 60 KW. Esta información consistirá de:
 - a. Reactancias sincrónica, subtransitoria y transitoria de eje directo y de cuadratura.
 - b. Impedancias de secuencia negativa y cero.
 - c. Curvas de disminución de tensión para fallas trifásicas y de fase a fase, con el generador operando a plena carga y con la excitación bajo control de un regulador automático de tensión.
Si no es posible obtener éstas, suministrar las curvas de disminución de tensión para fallas trifásicas y de fase a fase con el generador a plena carga y con la tensión de excitación constante.
 - d. Tensión máxima de la excitación y tensión de plena carga.
 - e. Corriente de campo sin carga y a plena carga.
 - f. Constante de tiempo transitoria para circuito abierto transiente y subtransiente de eje directo y de cuadratura.
 - g. Reactancia de fuga del estator.
- 3.3.18 Los proyectos eléctricos incluirán los siguientes planos:
 - a. Ubicación geográfica de las instalaciones.
 - b. Diagrama unifilar.
 - c. Clasificación de áreas.
 - d. Ubicación de los equipos en el área.
 - e. Detalles de la estructura e instalación de equipos mayores tales como transformadores, generadores, barras, tableros de control, etc.
 - f. Plano de planta
 - Disposiciones de las tuberías conduit y tanquillas para BT, AT e iluminación.
 - g. Plano de planta
 - Canalizaciones del sistema de potencia y control.
 - h. Plano de planta
 - Sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas (pararrayos).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 15

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- i. Detalles
 - Instalación de equipos
 - Zanjas para cables
 - Alimentadores
 - Sistema de puesta a tierra
 - Pararrayos
 - Iluminación
- j. Disposición del sistema de barras y tableros de potencia.
- k. Distribución de equipo interior y exterior en tableros de control.
- l. ~~Diagramas de cableado de protección existente y acuerdo a las especificaciones de los~~
- m. Diagrama unifilar que muestre los niveles de cortocircuito.
- n. Lista de cables y tuberías eléctricos.
- o. Diagramas de secuencia positiva, negativa y cero (componentes simétricas).
- p. Diagrama de flujo de carga bajo condiciones normales y de emergencia.
- q. Diagrama de alimentadores, protección, medición e identificación de fusibles.
- r. Curvas de coordinación de protecciones.
- s. Diagramas elementales de control, apertura y cierre de interruptores y diagramas del sistema de enclavamiento.
- t. Diagramas de C.A., C.C y de los sistemas auxiliares.
- u. Lista de códigos de identificación de equipos, placas de identificación, catálogos, manuales de mantenimiento y diagramas específicos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 16

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.4 Disposición y Protección del Sistema de Potencia Alimentación y Reacceleración de Motores

- 3.4.1 El arranque a plena tensión podrá usarse en todos los motores, cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- a. Para el caso de motores sometidos a condiciones de arranque poco frecuente, la caída de tensión durante el arranque no excederá cualquiera un valor que pueda ocasionar las consecuencias siguientes:
 1. Evitar que el arrancador del motor se cierre adecuadamente durante el arranque.
 2. Provocar que los arrancadores de otros motores se abran o zapateen.
 3. Provocar el bloqueo del rotor de otros motores.
 - b. Para motores sometidos a una frecuencia de arranque mayor a una vez por hora, la tensión en la barra que alimenta los motores no caerá por debajo del 80% de la tensión nominal del sistema, cuando estos motores sean arrancados individualmente, con las condiciones de plena carga en el sistema.
 - c. Los relés puedan ser ajustados para proteger el motor y sus alimentadores y permitir el ajuste selectivo de los relés ubicados aguas arriba.
- 3.4.2 Alimentación a motores de reserva o de servicio múltiple. Para los casos de motores diseñados para las condiciones “normal y reserva”, “2 ó 3 en operación normal” u otra equivalente o cuando dos o más motores, en el mismo servicio, puedan funcionar independientemente para servicio parcial (Ejemplo: ventiladores de intercambiadores de calor enfriados por aire y bombas paralelas de circulación de agua de enfriamiento), se cumplirá lo siguiente:
- a. Si tales motores son alimentados directamente desde barras secundarias selectivas o tipo spot network la alimentación a los motores de cada servicio se dividirá entre las barras.
 - b. Si tales motores son alimentados desde barras radiales (las cuales pueden ser alimentadas desde barras secundarias selectivas o tipo spot network), es preferible que la alimentación a los motores de cada servicio sea dividido entre ellas. Esto es aceptable si las barras radiales son alimentadas desde una barra común.
- 3.4.3 Mantenimiento de barras conectadas a motores críticos sin respaldo. Las barras podrán someterse a mantenimiento con la planta en servicio; todos los motores sin respaldo, necesarios para la operación de la planta, dispondrán de alimentación alterna desde dos barras. Un arreglo aceptable para la planta consiste de un cubículo para cada barra, pero solo un arrancador para cada motor más un arrancador de reserva (de cada tipo usado para tales motores). Este

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 17

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

requerimiento será especificado, normalmente, solo para subestaciones que alimentan las siguientes plantas con paradas no planificadas o que alimenten plantas susceptibles a experimentar plantas con paradas no planificadas:

- 3.4.4 Alimentación a motores monofásicos. Los tableros de iluminación no alimentarán a motores monofásicos pertenecientes a servicios considerados críticos.
- 3.4.5 Reacceleración de motores. Los motores diseñados con requerimientos de reacceleración “Necesaria” (Condición A) o “Deseable” (Condición B), serán reaccelerados automáticamente. Cuando se requiera reacceleración por etapas, los motores de la condición “A” se reacelerán primero que los motores de la condición “B”. La prioridad de las etapas de reacceleración dentro de los grupos de motores, se basará en las prioridades especificadas del proceso. El consultor someterá su programa o plan de reacceleración al ingeniero del Proyecto, para su aprobación.
- 3.4.6 Actuadores de válvulas eléctricas motorizadas. La alimentación a las válvulas de bloqueo, designadas como RBV Tipo C o Tipo D, usadas en cierres de emergencia, parada y extracción de líquidos o purga de gases, cumplirán con los siguientes requisitos:
- a. La alimentación se hará desde una fuente de potencia dual tal como una subestación secundaria selectiva. Preferiblemente, la alimentación se tomará de la subestación que alimente las instalaciones asociadas a las válvulas mencionadas. De otra forma, las válvulas se alimentarán desde el tablero de servicios esenciales de la fuente de potencia de instrumentos para las instalaciones asociadas a dichas válvulas.
 - b. La alimentación para una válvula asociada a una bomba motorizada, un compresor u otro equipo, se tomará de una barra diferente a la que esté alimentando el motor correspondiente al equipo considerado.
 - c. Las válvulas pueden ser alimentadas desde la subestación mediante alimentadores individuales de un centro de control de motores o desde una barra remota de la subestación, tal como un tablero de distribución local; el cual es alimentado por alimentadores duales desde barras separadas en la subestación.

Estas barras remotas tendrán un dispositivo local de desconexión para cada alimentador, tal como un interruptor no automático dispuesto para transferencia manual y con enclavamiento para prevenir la puesta en paralelo de los dos alimentadores.

- d. La tensión para cada barra remota que alimente válvulas de emergencia, estará supervisada por un relé normalmente energizado que tenga un contacto normalmente abierto conectado a una alarma “Pérdida de Tensión en la Barra”. Los relés serán adecuados para operación continua a la tensión de la barra, sin tendencia a pegarse en la posición energizada y tendrán un tiempo de retardo en

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 18

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

condición de apertura. El retardo de tiempo será lo suficientemente largo para

- 3.4.7 evitar la operación en condiciones de caídas transitorias de tensión.
Alimentación a transformadores cautivos. En caso de ser especificado, un motor grande puede ser alimentado desde un transformador cautivo; en este caso, el interruptor del transformador servirá como arrancador del motor y se ubicará en la subestación que alimente al transformador. El alimentador de llegada a un transformador cautivo no se usará para alimentar ninguna otra carga.

Seccionamiento de barras

- 3.4.8 En subestaciones secundarias selectivas, el seccionamiento de barras se obtendrá mediante un interruptor normalmente abierto. La distribución de las cargas en cada alimentador se hará equitativamente.
- 3.4.9 Las subestaciones tipo spot network tendrán un dispositivo seccionador de barras normalmente cerrado, tal como un interruptor o un suiche.

Puesta a tierra del neutro

- 3.4.10 10 Los neutros de los sistemas de potencia originados en la planta, serán conectadas a tierra de la manera siguiente:
- Puesta a Tierra Sólida – Sistemas de 120/208 V.
 - Puesta a Tierra Sólida – Sistemas de 480 V.
 - Puesta a Tierra de Baja Resistencia – Sistemas de 2300V, 4160V, 6900V y 13800V.

Alimentadores con derivación

- 3.4.11 Un interruptor puede alimentar dos o más transformadores a la vez. No se usarán derivaciones sobre el mismo cable; en su lugar pueden hacerse conexiones adicionales tanto en los terminales del interruptor como en los del transformador. El máximo número de transformadores por circuito será especificado por el ingeniero de LA FILIAL.
- 3.4.12 En caso de que un alimentador supla a dos o más transformadores, deberán colocarse dispositivos de desconexión en el primario en cada transformador. El tipo de dispositivo será como se indica a continuación:
Suiches bajo carga en aire en todos los transformadores con primarios de media tensión. Colocar entradas dobles de cables como extensión al alimentador, en todos los casos.
- 3.4.13 En caso de usarse enlaces o suiches sin capacidad de interrupción o con capacidad de conexión no adecuada, será necesario desenergizar totalmente el

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 19

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

alimentador durante las operaciones de desconexión y reconexión. Se colocarán

llaves o enclavamientos eléctricos para garantizar un procedimiento seguro.

- 3.4.14 Se colocarán protecciones en el primario de los transformadores conectados a alimentadores con derivaciones, cuando el tamaño del transformador sea demasiado pequeño para ser protegido mediante los relés del alimentador. La protección mínima aceptable cumplirá con los siguientes requerimientos:

- a. Evitar daños al transformador causados por la corriente de una falla en el secundario.
- b. Proveer protección contra falla de fase de la barra secundaria.

El sistema de relés de protección del alimentador estará coordinado con los dispositivos de protección secundarios y se ajustarán tomando en cuenta lo siguiente: corriente de magnetización, reacceleración y corriente máxima de carga de todos los transformadores conectados al alimentador.

- 3.4.15 Para transformadores menores a 500 KVA conectados a alimentadores con derivaciones, la protección en el primario (cuando sea requerida por el párrafo 3.4.14) podrá ser con fusibles. Se revisarán conjuntamente con el ingeniero del proyecto todas las aplicaciones de fusibles como protección del primario de 6900V y 13800V.

- 3.4.16 Para transformadores de 500 KVA o mayores conectados a alimentadores con derivaciones, la protección en el primario (cuando sea requerida por el párrafo 4.14) constará de relés de sobrecarga en las tres fases (no dos fases y tierra). Los relés utilizarán transformadores de corriente ubicados sobre o en los aisladores del lado primario de los transformadores de potencia o en los terminales del cable; y se dispondrán para transferencia de apertura del interruptor del alimentador a través de un relé de bloqueo 86T. Este sistema de relés se calibrará para dar protección contra falla de fase de la barra secundaria.

Como alternativa, el consultor podrá proponer a la aprobación del ingeniero del

~~proyecto. Si se dispone de protección en el primario con fusibles, viceversa~~ contra falla de fase de la barra secundaria y por lo tanto se complementará con protección en el secundario, la cual consistirá de lo siguiente:

- a. Relés de sobrecarga trifásicos, energizados desde transformadores de corriente colocados en o sobre los aisladores del lado secundario del transformador de potencia, o
- b. Los dispositivos de protección del interruptor principal del lado secundario.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 20

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Protección de transformadores con fusibles en el primario contra alimentación monofásica**

3.4.17 Se proveerá protección contra alimentación monofásica, para los siguientes tipos de transformadores, en caso de que los fusibles contribuyan a su protección primaria.

- a. Transformadores de cualquier tamaño en subestaciones de primario o secundario selectivo y en subestaciones tipo spot network.
- b. Transformadores de 500 KVA o mayores ubicados en subestaciones radiales.

3.4.18 La protección contra alimentación monofásica cumplirá con los siguientes requisitos:

- a. Los sistemas de relés que operan por balance de tensión o corriente son inaceptables.
- b. Un relé de tensión de secuencia negativa en el secundario es aceptable. El tendrá un filtro similar al tipo NBV de GE o CVQ de Westinghouse.
- c. Es aceptable la detección mecánica de fusibles quemados.
- d. La protección provocará la apertura del interruptor para el caso de transformadores con alimentación individual.
- e. Para el caso de transformadores conectado radialmente en alimentadores con derivaciones, la protección accionará una alarma.
- f. Para los casos de subestaciones secundarias selectivas y tipo spot network en alimentadores con derivaciones, la protección iniciará un proceso de transferencia automática. Si la transferencia automática no se activa, sonará la alarma.

Interruptores principales de entrada y salida

3.4.19 Los interruptores de salidas principales de las subestaciones radiales o con primario selectivo podrán omitirse solamente en caso de que las dos condiciones siguientes se garanticen por otros medios:

- a. Desenergización de emergencia de la barra principal.
- b. Protección de falla de la barra principal.

3.4.20 La desenergización de emergencia de la barra principal podrá lograrse mediante alguno de los medios siguientes:

- a. Interruptor en el primario ubicado en la misma sala.
- b. Suiche de desconexión bajo carga del primario del transformador.
- c. Accionamiento manual del relé de transferencia de disparo 86T.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 21

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.4.21 En ausencia de un interruptor de salida principal, la protección de falla de la barra principal puede lograrse mediante alguno de los medios siguientes:
- a. Usando el sistema de protección del primario si el transformador está al 50% de la carga del interruptor, como mínimo.
 - b. Usando el sistema de transferencia del primario para disparar el interruptor de entrada.
 - c. Usando el sistema de transferencia del secundario para la apertura del interruptor de entrada.
- 3.4.22 Se requiere la instalación de interruptores de entrada o interruptor principal en la salida de las subestaciones tipo spot network y secundario selectivo que tengan transferencia automática.
- 3.4.23 Los interruptores de salida principales para subestaciones radiales alimentadas directamente a la tensión de la barra, pueden omitirse bajo cualquiera de las siguientes condiciones:
- a. Existe un interruptor de entrada.
 - b. Existe disparo del interruptor de entrada con la transferencia manual.
 - c. El interruptor de entrada se encuentra en la misma sala.
- 3.4.24 Se requiere la instalación de relés de sobrecarga o dispositivos de apertura directa, para los interruptores de salida y los interruptores de entrada, para dar protección de falla a la barra principal. Para el caso de subestaciones con puesta a tierra de baja resistencia o con neutros sólidamente conectados a tierra, se requerirá protección para sobrecarga por falla a tierra.
- Otros sistemas de protección para transformadores**
- 3.4.25 Se colocará un relé de presión súbita (63) en transformadores de 500 KVA o mayores, a fin de abrir el interruptor de entrada.
- 3.4.26 Relé de respaldo en el neutro (51G). Se colocará un relé para falla a tierra en subestaciones de 500 KVA o mayores con puesta a tierra de baja resistencia o que tenga el neutro sólidamente conectado a tierra. El relé para falla a tierra, conectado desde un transformador de corriente en el neutro del transformador de potencia, abrirá el interruptor de entrada.
- 3.4.27 Para transformadores alimentados por líneas aéreas se colocará protección donde sea necesario, para prevenir la energización de la línea a través del transformador (en plantas con generación propia); donde no existe disparo transferido entre el interruptor de alimentación y el interruptor del secundario del transformador. Esta protección consistirá de un relé de potencia direccional con suficiente sensibilidad para detectar las pérdidas en el núcleo cuando sea alimentado desde el secundario. El relé deberá ser General Electric tipo CCP13D o equivalente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 22

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.4.28 Relés de Protección Diferencial. Para transformadores de 10.000 KVA o mayores se colocará protección diferencial que abrirá el interruptor (los contactos de disparo del relé diferencial estarán en paralelo con los contactos de disparo de los relés 51G y 63). Los relés diferenciales serán del tipo de alta velocidad y tendrán restricción armónica para evitar una operación indebida causada por la magnetización del transformador al energizarlo.

3.4.29 Despeje rápido de Falla. En general y especialmente para el caso de 600 V. o menos, es más adecuado minimizar daños por arco mediante el despeje rápido de falla que colocando selectividad adicional mediante pasos intermedios de relés.

Disposición de las barras en subestaciones

3.4.30 La disposición de las barras cumplirá con los siguientes aspectos:

- a. Para subestaciones radiales, una barra sencilla alimentando todos los circuitos ramales; todos en el primer paso de coordinación.
- b. Para el caso de subestaciones con secundario selectivo o tipo spot network, se colocarán dos barras, cada una alimentando circuitos ramales; todos en el primer paso de coordinación.
- c. Para la interconexión entre equipos disímiles ubicados en la misma sala, tales como tableros principales y centros de control de motores, se usarán cubículos de transición de barras o ductos de barras, cuando se requiera según lo indicado en los párrafos (a) y (b) anteriores.

Interruptores alimentadores de la sub-barra

3.4.31 Los casos cuando se requiere el uso de interruptores alimentadores de la sub-barra u otras opciones aceptables así como las condiciones para su utilización, son los siguientes:

- a. Para Subestaciones que alimenten dos o más unidades de proceso que funcionen independientemente entre sí, como una alternativa al arreglo propuesto en el párrafo 30, el consultor la podrá someter a la aprobación del ingeniero del proyecto una proposición para separar las cargas correspondientes a cada unidad de proceso mediante sub-barras independientes, alimentadas separadamente por un interruptor ubicado en el tablero principal. Los interruptores de las sub-barras tendrán dispositivos de protección coordinados con los alimentadores de salida de la sub-barra y la protección del interruptor principal.
- b. Los alimentadores a barras ubicados remotamente se protegerán mediante interruptores en el tablero principal que tengan dispositivos de protección coordinados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 23

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Se utiliza cable para alimentar una barra que está en la misma sala o sala deya tanto alimentador extiende la capacidad del cable conectado al cable de capacidad del suministro. Si no se utilizan interruptores para sub–barras, de acuerdo con el párrafo a, el medio de desconexión mencionado será no automático, como por ejemplo un interruptor sin elementos de protección o un suiche bajo carga de capacidad momentánea y de cierre adecuado.
- d. Los alimentadores para centro de potencia de reserva, se protegerán con interruptores.

Protección de los alimentadores

- 3.4.32 Los interruptores de alimentadores que requieran protección sobre corriente de fase con la excepción que el disparo instantáneo será omitido si existe protección aguas abajo sin que intervenga una impedancia significativa. Si la única protección, aguas abajo, con la cual los relés del alimentador coordinarán con fusibles, se debe suministrar la protección de sobrecorriente de fase instantánea si puede obtenerse selectividad. Esto requiere que el ajuste del disparo instantáneo será el 70% de la corriente de operación del fusible de mayor capacidad a utilizar y que el fusible sea limitador de corriente al nivel de falla del sistema donde está localizado.
- 3.4.33 Protección de falla a tierra con energización residual de transformadores para interruptores de alimentadores que requieran protección de acuerdo con el párrafo 3.4.32:
- Requerido en subestaciones, puestas a tierra con baja resistencia.
 - Preferido en todas las subestaciones solidamente puestas a tierra.
- 3.4.34 El relé de falla a tierra será instantáneo si utiliza transformadores de corriente de secuencia cero y si no existen fusibles u otros relés aguas abajo que pudieran detectar la misma falla a tierra. De otra manera se utilizarán relés con retardo de tiempo definido o el de característica más inversa disponible.
- 3.4.35 Los alimentadores de subestaciones radiales con relé de presión súbita (63) o relé de respaldo de falla a tierra (51G) o los dos, serán disparados a través del relé (86T) de la subestación. Los relés 86 tendrán un sistema mecánico o eléctrico que permite armar el relé . Si no existe batería para el control de la subestación, los relés 86 con bobina de disparo, requerirán condensadores locales para efectuar el disparo. En este caso la carga para los condensadores será dada por un rectificador local y también por un hilo piloto desde la batería de la subestación alimentadora a través de un diodo de bloqueo.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 24

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.4.36 Sobrecarga vs. protección de falla, tal como se usa en la discusión de selectividad sobre la sensibilidad de la falla, generalmente se aplica a tiempo de corriente superior a los segundos, para el elemento de protección contra sobrecarga.

3.4.37 El tipo y el ajuste de los relés de protección, elementos de disparo directo y fusibles, se seleccionarán para tener selectividad y proveer protección de respaldo tal como se especifica a continuación:

PROTECCION ALEJADA DE LA FUENTE	SELECTIVIDAD Y RESPALDO POR PROTECCION MAS CERCA DE LA FUENTE		
	SOBRECARGA	FALLA DE FASE	FALLA A TIERRA
SOBRECARGA	VEASE NOTA 1	NO APLICA	NO APLICA
FALLA DE FASE	(INHERENTE)	VEASE NOTA 2 REQUERIDO	VEASE NOTA 3 REQUERIDO
FALLA A TIERRA			

NOTAS

1. Se debe dar selectividad entre protecciones de sobrecarga, excepto que zonas de no-selectividad de hasta 1,5 en gama de corriente son aceptables para obtener sensibilidad y despeje de la falla. Véase Figura 1.
 2. Selectividad es requerida entre las protecciones de falla de fase aguas arriba y aguas abajo, excepto que zonas de no selectividad de hasta 1,5 en gama de corriente son aceptables para obtener una sensibilidad y despeje rápido de la falla aguas arriba. Véase Fig. 1.
 3. La selectividad entre la protección de falla a tierra aguas arriba y la protección de falla de fase aguas abajo, es innecesaria si existe protección de falla a tierra aguas abajo. Si no hay protección, se requerirá la selectividad de hasta al menos 0,3 segundos y podrá ser excedida en 0,3 seg. solamente si es necesario para obtener sensibilidad razonable de la protección de falla a tierra aguas arriba. Véase Fig. 2.
- 3.4.38 Como alternativa para disparo selectivo, se puede utilizar recierre selectivo en los interruptores limitadores de corriente, siempre y cuando sea aprobado por el ingeniero del proyecto.
- 3.4.39 Se requiere protección de respaldo contra falla a tierra y fase para todas las fallas excepto para fallas a tierra en el secundario de transformadores con puesta a tierra a través de impedancia. La protección de respaldo para fallas a tierra en el secundario, con éste sólidamente conectado a tierra, no necesita ser sensible a fallas con un alto componente de tensión de arco.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 25

[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 1. FALLA DE FASE Y SOBRECARGA SIN COORDINACION CON CARGAS UNITARIAS GRANDES

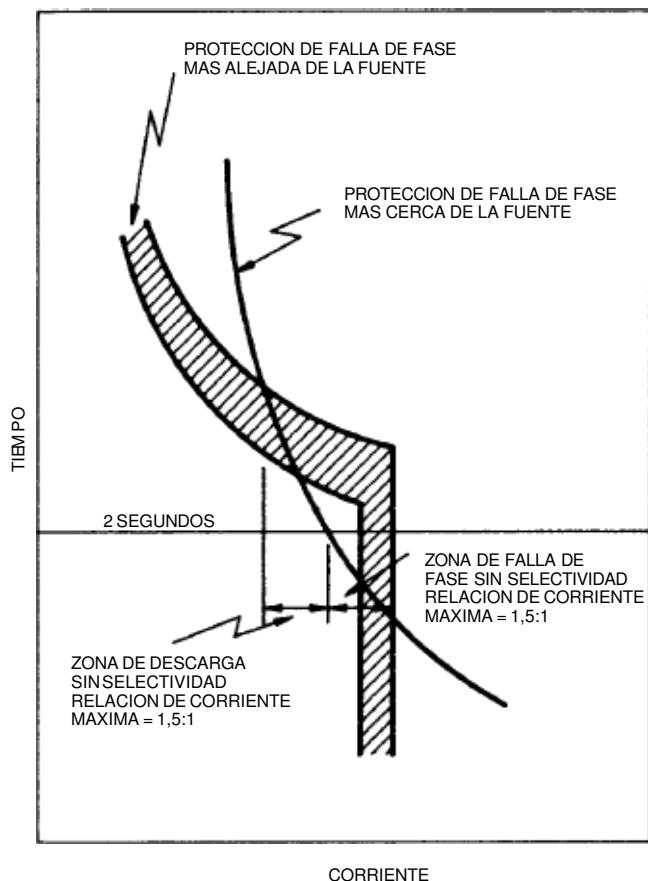
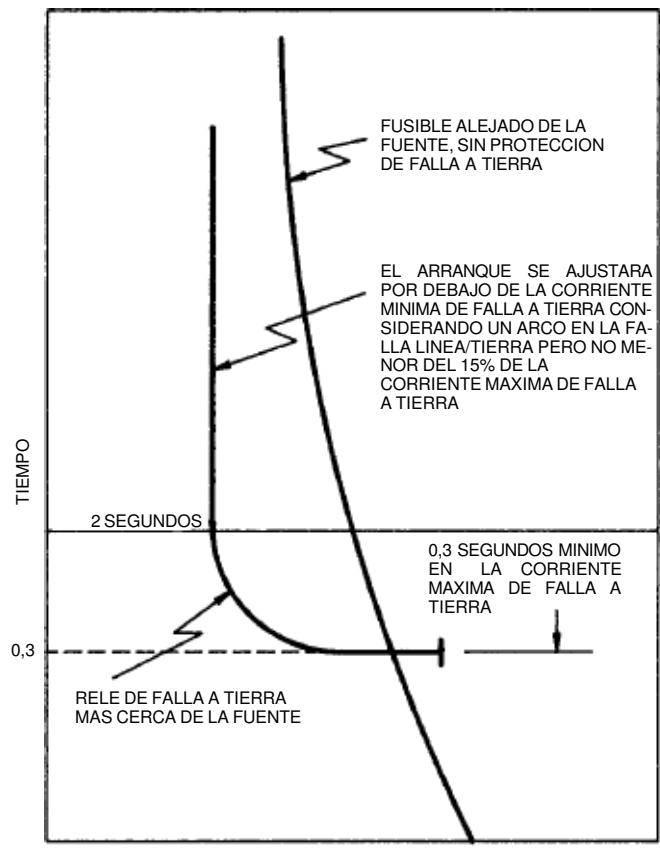


Fig 2. FALLA DE FASE A TIERRA SIN COORDINACION CON CARGAS UNITARIAS GRANDES



**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 26

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.4.40 El respaldo requerido es inherente cuando el sistema de protección se diseña de acuerdo a estas especificaciones. Sin embargo, los interruptores de respaldo serán utilizados en las plantas eléctricas, en la protección diferencial de barras o en ambos casos. Se considerará la protección de presión súbita del transformador como respaldo (ver párrafo 7.5.11).
- 3.4.41 Alimentadores de transformadores. La protección de sobrecorriente para alimentadores de transformadores consistirá de un relé de sobrecorriente de tierra si el neutro está sólidamente conectado a tierra o a través de baja resistencia.

3.5 Capacidad de los Componentes y Selección de las Impedancias

Criterios para el dimensionamiento de los componentes

- 3.5.1 El Consultor revisará la capacidad de aquellos componentes cuya dimensión hayan sido especificada en la Ingeniería. Si de esta revisión resulta que hay cambios con respecto a lo originalmente especificado, el consultor lo notificará al ingeniero del proyecto.
- 3.5.2 Las demandas máximas para el dimensionamiento de los componentes se basarán si es posible en datos reales de carga más cualquier reserva especificada. Si no es posible conseguir la información real sobre la carga, se hará el mejor estimado posible.
- 3.5.3 Si se incrementa la capacidad del equipo por utilizar una demanda máxima ajustada basada en información no real, al compararlo con la demanda estimada no ajustada, el consultor informará al Ingeniero del proyecto sobre la dos capacidad y la diferencia en costo instalado, o considerando todos los componentes afectados.
- 3.5.4 La capacidad definitiva del equipo debe ser al menos igual a la demanda máxima.
- 3.5.5 Capacidad e impedancia de los transformadores. La demanda máxima de 8 horas debe ser la base para estimar la capacidad de los transformadores.
- 3.5.6 En subestaciones radiales y con primario selectivo, la capacidad OA del transformador será igual o mayor que la demanda máxima ajustada. Los transformadores de 750 KVA y mayores tendrán previsiones para operación FA. La capacidad OA estará basada en un aumento de temperatura de 65°C.
- 3.5.7 En subestaciones con secundario selectivo y tipo spot network la capacidad de cada transformador será tal, que si cualquiera de los transformadores está fuera de servicio, el otro transformador suministrará la demanda máxima ajustada con su capacidad FA.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 27

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.5.8 Impedancia de los transformadores. Se utilizarán transformadores que tengan impedancias estándar, excepto cuando se requieran otros valores, según los casos siguientes:
- a. Para cumplir con las limitaciones de caída de tensión.
 - b. Por economía, utilizando el tablero de distribución con menor capacidad de interrupción.

Capacidad del tablero de potencia

- 3.5.9 Una demanda máxima de 15 minutos será la base para el dimensionamiento del tablero de potencia.
- 3.5.10 Los interruptores de generadores tendrán una capacidad al menos igual a 1,05 veces la capacidad máxima continua, o una sobrecarga del generador de 1,15 minutos o más.
- 3.5.11 Los interruptores del primario y secundario de los transformadores tendrán una capacidad continua, al menos igual a la capacidad FA del transformador, su capacidad será al menos igual a la suma de las capacidades FA de los transformadores de las subestaciones con secundario selectivo o tipo spot network la capacidad OA (basados en aumento de temperatura de 65°C) de los transformadores de las subestaciones radiales por él alimentadas.
- 3.5.12 Los interruptores de salida o interruptores de entrada que alimenten barras tendrán una capacidad continua igual a la demanda máxima ajustada. Para subestaciones con secundario selectivo, la demanda máxima ajustada debe ser determinada con el interruptor de enlace de barras cerrado.
- 3.5.13 Los interruptores de enlace de barras en sub-estaciones con secundario y tipo spot network tendrán una capacidad continua igual a la demanda máxima ajustada de cualquiera de las barras, y no menor que la mitad de la capacidad FA de cualquiera de los transformadores.
- 3.5.14 Los interruptores usados como arrancadores de motores tendrán una capacidad continua al menos igual a 1,15 veces la corriente del motor, en motores que tengan un factor de servicio de 1,0, 1,25 veces para motores con factor de servicio de 1,15.
- 3.5.15 La capacidad nominal de interrupción será adecuada para el nivel máximo de corto circuito.
- 3.5.16 La capacidad nominal momentánea será adecuada para el nivel máximo de corto circuito y número máximo de motores operando en condiciones normales con una carga estimada que existiría cuando el transformador o el generador instalado, esté cargado a su capacidad nominal.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 28

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.5.17 En subestaciones con secundario selectivo, las capacidades nominales de interrupción en el momento en que se cerrado.

3.5.18 Para el tablero principal no se considerará un factor de sobrecarga de emergencia mayor que su capacidad nominal.

3.5.19 Los interruptores de caja moldeada utilizados en la protección de circuitos ramales tendrán una capacidad de interrupción que sea al menos el 90% de la corriente de falla simétrica teóricamente obtenible considerando todas las fuentes.

La contribución de los motores de baja tensión se calculó como sigue:

0,9 x (corriente del motor con rotor bloqueado) x (equivalente a disminución de tensión CA). Si no se dispone de mejor información el equivalente a la disminución de tensión CA se tomará de AIEE 56-12, utilizando:

disminución de tensión = $e^{**} (1/2 \text{ ciclo}/\text{constante de tiempo})$.

Los ejemplos son: 85% para 75 hp (55 kw) 2 polos, 68% para 20 hp (15 kw) 4 polos. La contribución total de los motores tomará en cuenta los factores de reserva que puedan instalarse en el futuro hasta alcanzar la capacidad FA del transformador.

No se acepta la instalación de interruptores en cascada.

3.5.20 Capacidades menores que las especificadas en el párrafo 3.5.19 son aceptables si se cumple con las siguientes condiciones:

- a. En arrancadores de combinación que usan relés de sobrecarga, si el fabricante demuestra mediante pruebas que el interruptor puede interrumpir efectivamente una falla trifásica en el lado de carga del arrancador y de los relés de sobrecarga, con una corriente de cortocircuito en los terminales del interruptor igual o mayor que el valor disponible teóricamente descrito en el párrafo 3.5.19.
- b. Si el arrancador utiliza un transformador de control, no encapsulado, este será protegido en el lado primario mediante fusibles limitadores de corriente.

Dimensionamiento de los cables de potencia

3.5.21 Una demanda máxima de 8 horas será la base para el cálculo de la capacidad del cable.

3.5.22 Una barra que alimente radialmente a otra tendrá una capacidad no menor que la demanda máxima ajustada en la barra alimentada. La demanda máxima de la barra será igual al total de la demanda máxima de todas las cargas (exceptuando los alimentados a través de los transformadores) supliditas desde la barra, más la capacidad FA de los transformadores, (la capacidad de un solo transformador será incluida cuando se trate de subestaciones con secundario selectivo y tipo spot network).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 29

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.5.23 Los alimentadores de transformadores tendrán una capacidad no menor que la capacidad FA del transformador. Cuando un alimentador combante sea capaz de las capacidades FA de las subestaciones con secundario selectivo y tipo spot network más la capacidad OA de los transformadores de subestaciones alimentadas radialmente.

3.5.24 Los alimentadores de tableros de iluminación tendrán una capacidad no menor a la demanda máxima ajustada de la carga.

3.5.25 Los alimentadores de los motores tendrán una capacidad no menor a 1,25 veces la corriente a plena carga del motor, para motores que tengan un factor de servicio de 1,0.

3.5.26 Capacidad de corto circuito. Los alimentadores a barras desde los transformadores de potencia por encima de 600 voltios tendrán una capacidad tal que soporten el calentamiento causado por el corto circuito. El nivel máximo de corto circuito disponible y el tiempo de despeje de la falla por la protección del alimentador se utilizará para determinar esta condición.

Los cables de 600 V y menores y los alimentadores a los motores mayores de 600 V, no serán incrementados en capacidad por causa del cortocircuito.

3.5.27 La capacidad del cable se basará en su fabricación.

Tensión en los terminales y caída de tensión

3.5.28 La variación de tensión en los terminales de motores trifásicos estará dentro de la tolerancia de la tensión nominal a plena carga. Si los motores tienen más de $\pm 5\%$ de tolerancia, la variación será aún más limitada, de acuerdo a lo siguiente:

- a. 600 V y menor – La variación no excederá la tensión Gama A de acuerdo a la norma ANSI C84.1, a menos que la Gama menos severa (Gama B) sea aprobada para casos especiales por el Ingeniero del Proyecto.
- b. Mayores que 600 V, 95,5 – 106,5% de la tensión nominal del motor.

3.5.29 La variación de tensión en los dispositivos de iluminación no excederá $\pm 5\%$ de la tensión del bombillo o del balastro.

3.5.30 La caída de tensión en cables no excederá lo siguiente, en porcentaje de la tensión nominal línea-a-neutro:

- a. Alimentadores de motores – 5% a corriente de plena carga.
- b. Alimentadores de motores que reacelerarán automáticamente – 10% a la corriente de rotor bloqueado.
- c. Los Alimentadores de tableros de iluminación – 1%.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 30

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- d. Circuitos ramales de iluminación – 2%.

3.5.31 El cálculo de la caída de tensión en cables de alimentación para motores que reaccelerarán automáticamente permitirá un factor de potencia bajo a rotor bloqueado.

3.5.32 El límite de 10% indicado en el párrafo 3.5.30 (b) puede obviarse solo en las condiciones y hasta el grado indicado a continuación:

- a. En casos en que la reacceleración de motores individuales puedan ser transferidas a un paso posterior menos de la secuencia de re–arranque. Esto requiere aprobación del Ingeniero del proyecto.

- b. En casos en que la reacceleración de motores individuales, resultante en bajo, o

- c. En los casos en que la carga total de reacceleración sea lo suficientemente pequeña como para permitir la reacceleración en un paso, sin que la tensión en el motor baje a menos de 75% de la tensión nominal.

3.5.33 La caída de tensión en circuitos ramales de iluminación puede llegar hasta 3% si el circuito ramal se origina en un centro de potencia alterno.

Además, si un circuito ramal alimenta solo lámparas de descarga que tienen balastros con tomas, la caída de tensión del circuito ramal será limitada sólo en

el caso en que la tensión de servicio en los balastros esté por debajo de la correspondiente a la mínima toma.

3.5.34 La tensión del sistema general durante la reacceleración automática de motores estará limitada a lo descrito a continuación, con una reserva para cargas de otros motores que estén operando al mismo tiempo.

- a. La caída de tensión en las barras no excederá los valores que causan que los contactores magnéticos alimentados de ellas zapateen o se abran y no excederá los valores que impidan a los contactores permanecer efectivamente cerrados mientras suministran la corriente del motor con rotor bloqueado durante la reacceleración.

- b. La caída de tensión en los terminales de todos los motores con reacceleración no excederá los valores que impiden al motor reaccelerar su carga a su velocidad máxima sin dañarlos.

- c. La caída de tensión en los terminales de los motores en funcionamiento no excederá los valores que originan el bloqueo del rotor.

3.5.35 Los cálculos de caída de tensión se harán con el mínimo nivel de corto circuito disponible.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 31

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.6 Selección del Tipo de Componente

Transformadores de potencia

- 3.6.1 Los transformadores de potencia ubicados en áreas exteriores serán del tipo sumergidos en aceite.
- 3.6.2 Los transformadores de potencia ubicados en áreas interiores alimentando unidades de proceso deberán ser del tipo con líquido no-inflamable. Otros transformadores para interiores que alimentan cargas para servicios generales, tales como talleres o edificios de oficinas, deberán ser como se describe a continuación:
- a. Para ambientes limpios a nivel del piso: tipo seco ventilado.
 - b. Para ambientes sucios o en sótanos: tipo seco herméticamente sellado.
 - c. Cuando no se consigan transformadores tipo seco los de líquido no inflamable son aceptables.
- LOS TRANSFORMADORES REFRIGERADOS CON PRODUCTOS PLICLORINADOS, COMO EL ASKANEL, NO SON PERMITIDOS.
- 3.6.3 Para transformadores con refrigerante líquido, se especificará el tipo de sistema de preservación del mismo. Los de tipo de tanque sellado, conservador o diafragma/conservador son aceptables.

- 3.6.4 Terminales y conexiones encerradas son requeridas para todos los transformadores de potencia excepto en los siguientes casos:
- a. Transformadores alimentados por líneas aéreas.
 - b. Transformadores en patios de distribución abiertos.

- 3.6.5 Tomas de transformadores de potencia. Los transformadores de potencia sin cambiador de tomas bajo carga tendrán dos tomas de 2,5% por encima y dos tomas de 2,5 % por debajo de la tensión nominal.

El cambiador de tomas será operable desde el exterior a nivel del piso.

En casos especiales en sistemas de generación y de distribución el ingeniero del

Transformadores de iluminación

- 3.6.6 Los transformadores de iluminación para ambientes exteriores serán encapsulados o tipo seco herméticamente sellados, con construcción a prueba de intemperie.
- 3.6.7 Los transformadores de iluminación para áreas interiores serán del tipo seco. Los de tipo ventilado no son permitidos en sótanos o ubicaciones sucias.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 32

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.6.8 Los terminales primarios y secundarios de los transformadores de iluminación
~~irán dentro de casas de conexión o una cámara terminal común, con espacio~~
Los conductores secundarios tendrán aislamiento completo cuando sean sacados del transformador.

- 3.6.9 Tomas de transformadores de iluminación. Los transformadores de iluminación tendrán dos tomas de 5% una por debajo y por encima de la tensión nominal primaria. En instalaciones donde se espera tensión primaria baja en el transformador, las tomas serán ordenadas por debajo de la tensión primaria.

Tableros de potencia tipo blindado

- 3.6.10 Los tableros tipo interior se usarán dentro de edificaciones. El uso de tableros para exteriores requiere aprobación del ingeniero del proyecto.
- 3.6.11 Para 13.800V y 6.900V es aceptable el ducto metálico de barra aisladas y para 4160 y 2300 V es aceptable el ducto metálico con cables, para la conexión entre el transformador y el tablero de potencia. El ducto tendrá una pendiente que permita el drenaje de agua, si existe posibilidad de que ésta penetre.
- 3.6.12 Los interruptores de los tableros de media tensión serán como se indica a continuación:
- Interruptores de vacío o SF6.
 - Interruptores de aire del tipo de soplado magnético, aire comprimido (chorro de aire) o interruptores de pequeño volumen de aceite, son aceptables.

Arrancadores de motores

- 3.6.13 Actuadores para válvulas con motor eléctrico. Los arrancadores para válvulas de bloqueo designadas como RBV tipo C o tipo D, usadas en cierres de emergencia, parada y extracción de líquido o purga de vapor, cumplirán con lo siguiente:
- La protección de sobrecarga del motor, si se suministra, será desconectada.
 - La protección de sobrecorriente separada para el cableado de control, si se suministra, será desconectada.
 - La protección de sobrecorriente separada para el transformador de control, si se suministra, será desconectada.
- 3.6.14 Estos requerimientos para arrancadores son específicos para motores de inducción tipo jaula de ardilla; sin embargo, también se usarán al seleccionar arrancadores para otros tipos de motores.
- 3.6.15 Agrupación. Es preferible que los arrancadores para motores de una misma área sean agrupados, como por ejemplo en tableros y centros de control de motores.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 33

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.6.16 La protección de motores en arrancadores individuales, será la misma provista para arrancadores en tableros y centros de control de motores.

Arrancadores de motores de media tensión (601–15000 V)

- 3.6.17 Los interruptores extraíbles operados eléctricamente ubicados en tableros de media tensión, son aceptables.
- 3.6.18 Los contactores en aire de sujeción mecánica o magnética, son aceptables.
- 3.6.19 Los contactores de vacío, son aceptables.
- 3.6.20 Los contactores sumergidos en aceite son aceptables, sólo cuando otros tipos son imprácticos debido a ambientes corrosivos o a peligro de explosión.

Arrancadores de motores de baja tensión (600 V y menores)

- 3.6.21 Los arrancadores de motores de baja tensión serán una combinación de contactor magnético con interruptor termomagnético, magnético (MCP) o fusible e irá dentro del mismo encerramiento.
- 3.6.22 Fusibles limitadores de corriente con interruptores circuito o interruptores limitadores de corriente solo serán usados cuando los niveles de corto circuito superen la capacidad de los interruptores estándar.
- 3.6.23 Los interruptores en aire, extraíbles, operados eléctricamente, son aceptables.
- 3.6.24 Los contactores en aire de operación manual, montados cerca del motor y alimentados por dispositivos de desconexión separados, solo son aceptables para motores en servicios donde no es deseable la apertura por baja tensión, como en ventiladores en edificios de sub-estaciones. Los arrancadores manuales estarán ubicados a la vista y cerca del motor en una posición que garantice una operación segura y conveniente. El uso de arrancadores manuales se limita a 120 V y 230 V, monofásicos.
- 3.6.25 Los dispositivos de desconexión del arrancador, si son requeridos, serán interruptores de aire operados manualmente.
- 3.6.26 Los dispositivos de desconexión deben ser capaces de interrumpir la corriente del rotor bloqueado del motor.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 34

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.6.27 Un dispositivo de desconexión individual, será provisto para cada motor controlado por un arrancador del tipo que requiera dispositivo de desconexión para dos o más motores bajo las siguientes condiciones, siempre que no se reduzca la flexibilidad de mantenimiento u operación:
- a. En casos en que un número de motores operen varias partes de una sola máquina o aparato.
 - b. En casos en que un número de motores, no críticos para las operaciones del proceso, cada uno no mayor de un caballo de fuerza, estén bajo la protección del medio de desconexión.
 - c. En casos en que un número de motores, no críticos para las operaciones del proceso, cada uno no mayor de motores, que estén bajo la protección de un juego de dispositivos de sobrecorriente.
- 3.6.28 Los relés de sobrecarga para arrancadores manuales y magnéticos serán de reposición manual.

3.7 Circuitos de Control

Sistema de control para tableros de potencia

- 3.7.1 Se proveerá de fuentes confiables de energía para el cierre y apertura de los interruptores operados eléctricamente.
- 3.7.2 Se puede utilizar una fuente común de energía para dos o más tableros ubicados dentro de una subestación, o para dos o más interruptores adyacentes.
- 3.7.3 Los sistemas detallados a continuación son aceptables:
- a. Cierre C.C., apertura C.C.
 - b. Cierre C.A., apertura C.C.
- 3.7.4 En sistemas de potencia con cierre en C.A., el transformador de control estará en el lado del suministro a los interruptores a fin de permitir el cierre de estos.
- 3.7.5 En sub-estaciones selectivas secundarias o redes de spot, si se usa a.c. para el cierre, se debe disponer de tensión de control en el interruptor de enlace, bajo todas las condiciones de operación.
- 3.7.6 La energía de control c-d debe suministrarse mediante baterías y cargadores.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 35

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.7.7 La capacidad de la batería a la temperatura mínima de diseño (temperatura mínima del sitio) debe ser tal que el suministro las siguientes cargas por un lapso de 8 horas sin el cargador apagado:
- a. Cargas normales del tablero (relés, luces piloto).
 - b. Cargas de luz de emergencia (si hay alguna). Y luego debe permitir la más exigente de las operaciones mencionadas a continuación:
 - c. El cierre (o disparo, en el caso de baterías de disparo) de los interruptores en rápida sucesión con un intervalo mínimo de tiempo de 3 segundos entre cada cierre.
 - d. Transferencia automática simultánea de las sub-estaciones selectivas secundarias cuyos interruptores reciban energía de control de la batería.
- 3.7.8 Las baterías para control deben tener la tapa herméticamente sellada al recipiente. La tapa deberá ser herméticamente sellada también a los bornes terminales. Los puntos de ventilación deben ser a prueba de rociado.
- 3.7.9 A las baterías se les proveerá de cargadores automáticos. Los cargadores serán del tipo estado sólido, capaces de dar la salida nominal con una tolerancia de la tensión de alimentación de $\pm 10\%$ y una tolerancia de frecuencia de $\pm 5\%$.
- 3.7.10 Los cargadores para baterías de plomo ácido tendrán control de tensión ajustable para las operaciones de recarga, nivelación de tensión y flotación. La salida será igual a la carga continua de la batería (incluyendo luces de emergencia, si hay alguna, que haya quedado encendida sin que se hayan dado cuenta) más 30 – 35% del valor de descarga de 8 horas de la batería. El cargador tendrá voltímetro y amperímetro para C.C.
- 3.7.11 Para las baterías se proveerá un tablero de distribución y un detector de falla a tierra. El tablero tendrá un interruptor principal y un interruptor para cada circuito de salida, incluyendo la estación de inspección y ensayo y las barra de C.C. del tablero de potencia.
- 3.7.12 Los elementos de disparo del interruptor de alimentación o fusibles, provistos en el panel tablero de distribución de la batería serán coordinados con los dispositivos de protección de los circuitos ramales. El dispositivo principal de protección de la batería será coordinado con los dispositivos de alimentación del tablero y si hay algún interruptor puede ser no automático.
- 3.7.13 El detector de tierra debe tener una luz piloto o instrumento de medición para indicación de fallas a tierra en el sistema de C.C.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 36

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**CIRCUITOS DE CONTROL DE MOTORES**

3.7.14 Donde se usan arrancadores operados eléctricamente, los motores serán controlados mediante:

- a. Estaciones de Control “arranque parada” ubicados a la vista y cerca del motor ó
- b. Dispositivos automáticos (tal como un suiche de nivel).

Se proveerá protección de baja tensión para todos los motores con arrancadores operados eléctricamente, con excepción se proveerá de apertura por baja tensión en aplicaciones donde el re–arranque automático instantáneo, después de una pérdida de tensión de cualquier duración, no ocasionará daños en el personal ni en los equipos. Dichas aplicaciones serán revisadas por el Ingeniero del Proyecto.

NOTA:

Los motores que tengan apertura por baja tensión acelerarán en el primer paso de re–aceleración. El total de hp (kW) de los motores que tengan apertura por baja tensión puede ser limitado por la caída de tensión.

3.7.15 Se colocará un selector a la vista y cerca de cada motor que sea controlado por un dispositivo automático. El selector debe tener al menos 3 posiciones: PARADA–REMOTO/AUTOMATICO–LOCAL/ARRANQUE.

- a. El selector permitirá la siguiente operación:

- PARADA. Posición mantenida en la cual se para el motor y no se puede re–arrancar automáticamente o manualmente.
- REMOTO/AUTO. Posición mantenida en la cual el motor es arrancado y parado mediante el dispositivo automático.
- LOCAL/ARRANQUE. Dos tipos: Posición momentánea con resorte de retorno a la posición REMOTO/AUTOMATICO en la cual el motor arranca o posición mantenida en la cual el motor puede ser controlado manualmente desde una estación de control de “arranque–parada”.

El selector tendrá previsión para colocar un candado en la posición “parada”.

3.7.16 Cuando el selector elimina dispositivos de seguridad en la posición LOCAL/ARRANQUE, se colocará una placa en el selector. La placa tendrá la siguiente inscripción (letras blancas en fondo rojo):

PRECAUCION:**PROTECCION CONTRA**

(… describir las condiciones)

Eliminada cuando se opera en
la posición “LOCAL/ARRANQUE”.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 37

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.7.17 Donde se haya provisto de estaciones de control remoto de “arranque–parada” para controlar un motor, además de la estación local, la placa llevará la siguiente inscripción (letras blancas en fondo rojo):

PRECAUCION: — El motor puede arrancarse desde la estación remota. Asegúrese que el suministro al motor esté desconectado antes de trabajar en el motor o equipo mecánico.

- 3.7.18 Las estaciones de control de “arranque/parada” para todos los motores serán conectadas de tal manera que la operación momentánea del botón de parada detenga el motor. La conexión donde sea necesario sostener la posición de

~~parada durante el tiempo de ajuste del dispositivo de baja tensión del motor no es aceptable.~~

- 3.7.19 Las estaciones de control deben ser de botones o rotatorio.

- 3.7.20 Resguardos. Las estaciones de control se resguardarán contra operación accidental, bien sea en el diseño o por dispositivos de resguardo montados en campo. Si se oprime un botón hasta el nivel del anillo que lo rodea y no actúa; esto constituye un resguardo adecuado. Excepto en la sala de control, en la cual el resguardo permitirá la operación intencional utilizando guantes.

- 3.7.21 Los botones de parada de emergencia en los tableros de las salas de control cumplirán los siguientes requisitos:

- a. Los resguardos cubrirán el botón o brazo de operación.
- b. El control será del tipo de contacto mantenido.
- c. El alambrado irá directamente desde el botón de control hasta el arrancador del motor.

- 3.7.22 Reposición de la protección de baja tensión. Se colocará una placa en la parte frontal de cada arrancador, para motores controlados por dispositivos automáticos y cuya protección contra baja tensión sea de reposición manual en la estación de control. La placa tendrá la siguiente inscripción (letras blancas en fondo rojo):

REPONER EL RELE DE BAJA TENSION UBICADO EN EL MOTOR ANTES DE ARRANCAR.

- 3.7.23 Cuando se suministre calentador de espacio en el motor, éste debe ser controlado mediante un contacto auxiliar del contactor del motor y tendrá un interruptor de desconexión manual. Los calentadores serán desenergizados automáticamente cuando el motor esté trabajando y energizados cuando el motor se para. El contacto auxiliar puede permanecer cerrado o ser puenteado cuando el arrancador del motor esté en posición de prueba o extraído.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 38

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.8 Potencia para Paradas Programadas

- 3.8.1 Centro de Servicios Esenciales. En subestaciones que sirvan a unidades de proceso sujetas a interrupción periódica para mantenimiento y operación, los servicios esenciales requeridos durante dicha interrupción serán segregados de los servicios requeridos en operación normal. Como ejemplos de cargas a ser servidas por estos centros de potencia y por centros de control de motores se mencionan los siguientes:

CENTRO DE SERVICIOS ESENCIALES	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
Iluminación	Motores de equipos de procesos
Soldadura Tomacorrientes de uso general	Calentadores de procesos Desaladores
Elevadores y montacargas	Precipitadores
Cargador de batería para tablero de potencia	Motores de ventiladores en transformadores
Calentadores de espacio del tablero de potencia	Motores de cambiadores de tomas en transformadores
Calentadores de espacio de motores	

- 3.8.2 El suministro para los centros de servicios esenciales en subestaciones radiales será radial. Esto permite retroalimentar el centro (p.ej. mediante un circuito para cada barra utilizada) desde una fuente de energía portativa o remota, durante el trabajo en la barra principal o el transformador. En subestaciones con secundario selectivo y tipo spot network, el centro de servicios esenciales tendrá un suministro alterno desde cada barra principal, con transferencia manual y enclavamiento para evitar el paralelo de las barras principales.
- 3.8.3 Los tipos de centro de servicios esenciales cumplirán con los requerimientos para:
- Centro de Control de Motores
 - Tableros de Interruptores de caja moldeada
- 3.8.4 Los requerimientos para los tableros con suiche y fusible y de interruptor de caja moldeada son:
- Los tableros serán ensamblados en taller con componentes fácilmente reemplazables.
 - Los tableros contendrán sólo interruptores o fusibles y suiches, los contactores, relés, contadores de horas y componentes similares asociados con un circuito dado, serán instalados y montados separadamente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 39

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. El acceso a los espacios para conductores se hará a través de puertas con bisagras.
- d. Los tableros de interruptores tendrán una barra de alimentación a la cual los interruptores serán enchufados. El diseño permitirá una fácil reorganización o adición de interruptores de 1 ó de 3 polos.
- e. Donde sea posible, los tableros de fusibles y suiches tendrán una barra de alimentación a la cual las unidades estén enchufadas. El diseño permitirá una fácil reorganización o adición de unidades de 1,2 y 3 polos.
Se debe proveer una indicación visual de fusible quemado.
- f. Donde no se disponga de tableros de suiche y fusible enchufables se aceptan de suiche y fusible con conexión fija. Se debe proveer una indicación visual de fusible quemado.

3.9 Medición

- 3.9.1 Los medidores serán del tipo tablero de control con una precisión del 1% y con las características siguientes:
 - a. Los voltímetros serán del tipo de escala expandida.
 - b. Los amperímetros y voltímetros de lectura rápida tendrán una longitud de escala de al menos 125 mm (5 pulgadas).
- 3.9.2 Se proveerá un voltímetro indicador con un suiche selector de 4 posiciones (1-2, 2-3, 3-1, apagado) en el tablero de potencia principal (o centro de control, si no se usa tablero) de cada subestación con una tensión de 208 V o mayor. En subestaciones con neutro flotante o con neutro a tierra a través de una alta impedancia, el suiche selector permitirá también la indicación de tensión de cada fase a neutro. El voltímetro irá conectado en:
 - a. El lado secundario de las subestaciones con transformadores.
 - b. El lado de la entrada de los interruptores principales o interruptores de entrada (si se han suministrado) en subestaciones radiales para permitir la lectura de tensión de entrada y de la barra. Se proveerán voltímetros en subestaciones radiales que no tengan interruptores principales o interruptores de entrada.
 - c. En cada barra de las subestaciones con secundario selectivo y "spot-network" se colocará un voltímetro para indicar la tensión de línea o fase.
- 3.9.3 Se proveerá un amperímetro con un suiche selector de 4 posiciones (1, 2, 3 apagado) en cada entrada al tablero principal (o del centro de control si no se utiliza tablero) para cada subestación de 500 kVA o mayor. Los amperímetros serán conectados en el lado secundario cuando la subestación tiene transformadores.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 40

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 3.9.4 Se suministrará un medidor de demanda de vatios/hora en cada subestación de red de 110 kV o mayor. En subestaciones con secundario selectivo se proveerán dos entradas. El intervalo de demanda será de 60 minutos si es posible, si no, usar 30 minutos.

- 3.9.5 Dispositivos remotos. Donde los transformadores de corriente alimenten dispositivos remotos, tales como amperímetros y vatímetros montados en tableros de salas de control, es preferible que se suministre un transformador de corriente de 1A para operar el dispositivo remoto. Se colocará una placa en los puntos terminales en el tablero, y en la parte trasera del instrumento con la siguiente inscripción (letras blancas en fondo rojo):

PRECAUCION: CORTOCIRCUITAR EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ANTES DE DESCONECTAR.

- 3.9.6 Los medidores remotos no se alimentarán de los devanados de los transformadores de corriente para protección. Si es necesario, se proveerán transformadores de corriente o devanados separados para medición.
- 3.9.7 Los conductores secundarios de transformadores de potencial que alimenten medidores remotos deben ser protegidos individualmente con fusibles localizados donde esté ubicado el transformador.

3.10 Alarms

- 3.10.1 La ubicación de las alarmas, diferentes a las alarmas de la subestación detalladas en esta especificación, serán las siguientes:
- a. Las alarmas estarán colocadas en la caseta o sala de control de la planta en la que el equipo está ubicado u operando.
 - b. Las alarmas que supervisan equipo que sirve a dos o más plantas, estarán ubicadas en la sala de control.
- 3.10.2 Una alarma de pérdida de presión se proveerá para cada edificación o ambiente con ventilación a presión positiva, de la forma siguiente:
- a. La alarma se accionará mediante un instrumento sensitivo al flujo de aire y dará una indicación anormal cuando éste no exista.
 - b. El instrumento de flujo de aire debe ser igual al tipo de succión estandar "Dry-sys".
 - c. El instrumento será instalado dentro del edificio o ambiente en paredes exteriores aproximadamente a 2 m (7 pies) sobre el nivel de piso. Se protegerá la abertura hacia el exterior a fin de minimizar el efecto del viento y prevenir la entrada de agua.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 41

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

- d. La alarma tendrá retardo suficiente para evitar la indicación durante pérdidas
~~automáticamente de la puerta de la subestación, salida del personal cuando la puerta del edificio se~~

Alarmas en subestaciones

- 3.10.3 Se proveerán alarmas en los interruptores de enlace como se detalla a continuación:
- En cada subestación con secundario selectivo, para que indique anormalidad cuando el interruptor esté cerrado.
 - En cada subestación tipo spot network , para que indique anormalidad cuando el dispositivo de seccionamiento de la barra esté abierto.
- 3.10.4 Para los dos interruptores de entrada de cada subestación tipo spot network, se proveerá una alarma que indique anormalidad cuando cualquiera de ellos esté abierto.
- 3.10.5 Los transformadores de 500 kVA y mayores, estarán provistos de alarmas, como se detalla a continuación:
- Temperatura. La alarma será accionada mediante contactos en el termómetro del líquido e indicará anormalidad cuando el termómetro alcance su máxima temperatura de operación OA.
 - Buccholz (para transformadores con conservador). Proveer una alarma para cada transformador equipado con 2 relés de Buchholz, la cual será accionada por acumulación lenta de gas.
- 3.10.6 Se proveerán alarmas para el tablero de potencia, como se detalla a continuación:
- Alarma para el cargador de baterías de la subestación. La alarma será accionada cuando falla el suministro de C.A. El relé de baja tensión estará conectado lo más cerca posible al rectificador del cargador.
 - Alarma de falla a tierra (positivo o negativo a tierra) accionada mediante contactos en el detector de falla a tierra del sistema de control.
 - Alarma de pérdida de la tensión de control accionada por contactos de relés de supervisión, energizados normalmente, montados dentro del tablero y alimentados de las barras principales de control. Se proveerá un relé para cada barra.
- 3.10.7 Se ubicará un anunciador o un grupo de alarmas en la subestación, para indicar cada una de las alarmas mencionadas.
- 3.10.8 Ubicar una alarma en la caseta o sala de control para indicar las condiciones de las alarmas de la subestación, descritas en los párrafos 3.10.2 a 3.10.6, si son aplicables.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 42

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Alarmas para motores de más de 1500 HP**

- 3.10.9 Se proveerán alarmas en los motores, como se detalla a continuación:
- a. Alta temperatura de los cojinetes.
 - b. Alta temperatura del devanado.
 - c. Baja presión de aire (o gas)(encerramiento de motor, commutador, encerramiento de motor con ventilación forzada, commutador con ventilación forzada o encerramiento de los anillos deslizantes).
 - d. Fuga de agua (encerramiento TEWAC con enfriador de dos tubos, dentro del encerramiento del motor).
 - e. Flujo alto o bajo de agua (encerramiento TEWAC).
 - f. "Motor–apagado" (Cuando se especifique).
 - g. Alta temperatura del agua (encerramiento TEWAC).
 - h. Baja presión de aceite.
 - i. Sobrevelocidad.
 - j. Vibración.
 - k. Bajo nivel de aceite.
 - l. Bajo nivel de agua (encerramiento TEWAC).
- 3.10.10 La secuencia de alarmas del motor será como se detalla a continuación:
- a. Motor en funcionamiento luz apagada y bocina silenciosa.
 - b. Motor apagado manualmente desde la estación de control luz prendida y bocina sonora.
 - c. Motor apagado por otros medios luz prendida intermitente y bocina sonora.
- 3.10.11 Para motores cuya parada automática puede poner en peligro la seguridad del personal o causar daños serios en el equipo, será accionada una alarma de acuerdo a lo descrito en el parágrafo 3.10.10 o con un relé térmico de sobrecarga. El relé de disparo por sobre carga será entonces ajustado a 120–140% de la corriente a plena carga. Se suministrará una lista de dichos motores al ingeniero del proyecto para su aprobación.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 43

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**3.11 Suministro para Soldadura**

- 3.11.1 Donde se disponga de una fuente de energía para paradas programadas, los tomacorrientes para máquinas de soldar serán alimentados desde esta fuente.
- 3.11.2 Los alimentadores para máquinas de soldar se dimensionarán para un factor de demanda de 0,4.

3.12 Tomacorrientes de Uso General

- 3.12.1 Se proveerán tomacorrientes de uso general para luces portátiles y herramientas, para mantenimiento de instalaciones y equipos exteriores, como se detalla a continuación:
 - a. Dentro de áreas en unidades de proceso, los tomacorrientes estarán ubicados a un máximo de 9 m (30 pies) del equipo al que va a servir (bocas de visita en torres, aberturas para inspección, etc.) y aproximadamente a 1 m (3 pies, 6 pulgadas) sobre el nivel del suelo o plataforma.
 - b. Fuera de las áreas de proceso donde el equipo o instalación es servido con iluminación permanente:
 1. Los tomacorrientes se alimentarán desde el tablero de iluminación y estarán ubicados como se indica en el párrafo anterior (a), si la tensión para iluminación es la misma.
 2. Los tomacorrientes se alimentarán desde el sistema de iluminación mediante un transformador portátil, si la tensión para iluminación es mayor que la tensión requerida para tomacorrientes.
 - c. Utilizar interruptores con protección de falla a tierra en los tomacorrientes de uso general.
 - d. Los tableros que alimentan tomacorrientes de uso general no serán energizados junto con circuitos de iluminación.
 - e. Proveer un 10% mínimo ó 2 interruptores de repuesto en tableros de iluminación, y 20% ó 4 interruptores en tableros de tomacorrientes.
 - f. La cantidad final y la ubicación de los tomacorrientes será revisado por el ingeniero del proyecto.
- 3.12.2 Los tomacorrientes de uso general en edificios serán provistos, según lo requerido, para alimentar el equipo no servido por el alambrado permanente y para equipos eléctricos portátiles.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 44

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

3.12.3 Los tomacorrientes de uso general serán monofásicos de C.A. y tendrán un contacto separado para el polar de tierra en el enchufe. Los contactos de tierra se encargan de cerrar primero y abrir de último.

La tensión de los tomacorrientes de uso general es de 120 V.

3.12.4 La selección del tipo de tomacorriente se basará en lo siguiente:

- a. El tipo será apropiado a la clasificación del área y la exposición al medio ambiente.
- b. Instalación en áreas exteriores: Permitirá el uso de un tipo de enchufe para todos los tomacorrientes cualquiera que sea la clasificación del área.

3.12.5 Los tomacorrientes en áreas exteriores cumplirán con lo siguiente:

- a. Los enchufes tendrán contactos cubiertos de manera que éstos permanezcan encerrados hasta que el circuito esté desconectado.
- b. Los enchufes se mantendrán en posición conectada mediante anillos de cierre, girándolo sobre sí mismo o su equivalente.
- c. Los arcos que resulten de la interrupción de cargas se contendrá mediante alguna de las formas siguientes. Se suministrará un interruptor de enclavado con o como parte del tomacorriente, de manera que el enchufe pueda ser insertado o sacado sólo con la carga desconectada. Alternativamente, el enchufe y el tomacorriente pueden incorporar en los contactos principales un diseño para la extinción del arco, que no permitirá que el enchufe salga hasta que desaparezca completamente.

3.12.6 Los tomacorrientes para uso general sin interruptor, para uso interior, serán del tipo con conexión a tierra pero aceptará enchufes no polarizados para 2 alambres.

3.12.7 Donde se disponga de una fuente de potencia alterna para paradas de planta, los tableros que alimenten los tomacorrientes de uso general se alimentarán desde esta fuente.

3.12.8 El diseño de los circuitos ramales se basará en una demanda de 180 VA por tomacorriente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 45

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

4 CLASIFICACION DE AREAS

4.1 Documentación

Los planos de clasificación de áreas serán preparados de la manera siguiente:

- a. La clasificación y extensión de cada área se mostrará indicando las estructuras mayores y los equipos.
- b. Todo equipo considerado como una fuente de gas o vapor peligroso se mostrará en los planos. Cada fuente se identificará con el número del equipo, materiales inflamables manejados y GRUPO de acuerdo a las normas bajo las cuales se comprará el equipo eléctrico.

4.2 Definiciones

- 4.2.1 Las áreas Clase I, comprenden gases o vapores combustibles, los cuales se clasifican por GRUPO de la siguiente manera:

GRUPO A: Acetileno

GRUPO B: Hidrógeno o gases fabricados que contengan más de 30% de hidrógeno (por volumen), o algún otro gas aplicable listado en la tabla 500–2 grupo B del Código Eléctrico Nacional (CEN).

GRUPO C: Gases o vapores de hidrocarburos listados en la tabla 500–2, grupo C del CEN.

GRUPO D: Gases o vapores de hidrocarburos listados en la tabla 500–2, grupo D del CEN.

- 4.2.2 Las áreas Clase I, son clasificadas por divisiones de la forma siguiente:

- a. Las áreas clasificadas como Clase I, División 1, se definen en el artículo 500–4 del CEN.

Estas áreas incluyen cajas de motores y edificios de compresores donde los productos mencionados anteriormente son procesados o manejados, y donde no hay una ventilación adecuada, además en ubicaciones por debajo del nivel del suelo como zanjas o sumideros dentro de los límites de las áreas Clase I, División 2.

- b. Las áreas Clase I, División 2, se detallan a continuación:

a. Las áreas Clase I, División 2, se definen en el artículo 500–4 del CEN.

b. Los espacios encerrados en áreas División 1, ventilados o presurizados por aire tomado de áreas División 2 o ubicaciones no clasificadas, y asumiendo

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 46

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

que el espacio encerrado en sí no contiene una fuente de gas o vapor. La

c. Ventilación se obtiene artificialmente o presurizando el espacio encerrado. Ubicaciones entre Clase I, División 1 y ubicaciones no clasificadas.

4.2.3 Areas Clase II (Polvo Combustible)

En áreas sujetas a la presencia de polvo potencialmente combustible, se cumplirán las recomendaciones y requerimientos de la última edición del Código Eléctrico Nacional, deben cumplirse.

Los grupos E y F deben ser clasificados siempre como División 1, siguiendo el punto 500-5 (a) (3) del CEN y el segundo párrafo consecutivo.

a. Las áreas Clase II, por grupo, bajo consideración son las siguientes:

GRUPO E: Las atmósferas que puedan contener polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales.

GRUPO F: Las atmósferas que puedan contener negro de humo, carbón, polvos de hulla o coque que tienen más de un 8% del total de material volátil (polvo de hulla y coque según las Normas ASTM D3176 y 3180) o atmósferas que contengan este tipo de polvo sensibilizados por otros materiales, de forma que presenten riesgo de explosión.

GRUPO G: Las atmósferas que contengan fluor, almidón, polvo de grano, plásticos combustibles o químicos.

b. La extensión de la clasificación de área para Grupo F debe incluir áreas abiertas abarcando 3 metros en todas las direcciones en áreas donde se maneja o almacena carbón, áreas encerradas por encima o debajo de las instalaciones de almacenamiento de carbón y cuarto para muestras de carbón.

c. Las áreas cerradas de depósito de carbón, y las áreas encerradas adyacentes (puntos de transferencia de correas, tuneles, etc.), deben ser clasificadas como áreas, Clase II, División 1.

4.2.4 Areas no peligrosas

Las áreas completamente fuera de las áreas División 1 ó 2. Estas son ubicaciones donde las probabilidades de que exista una atmósfera inflamable se estima en menos de una hora en 1.000.000 de horas. Los espacios encerrados en ubicaciones División 2 que son ventilados o presurizados por aire tomado de áreas no peligrosas, y asumiendo que el espacio encerrado en si no contiene una fuente de escape. La ventilación se debe alcanzar artificialmente o presurizando el espacio encerrado.

4.3 Clasificación de Areas

4.3.1 Todas las áreas serán clasificadas, de acuerdo con las normas NORVEN 548, 559 y 603, COVENIN 200 y la Norma PDVSA.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 47

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

4.3.2 Las áreas por encima de áreas División 2, para poder ser clasificadas como no peligrosas, deben estar dentro de lo siguiente:

- a. Ubicación exterior sin ventilación restringida, o
- b. Dentro de un edificio cerrado (tal como una caseta o subestación) o tablero de potencia para uso exterior o centro de control, cuyo nivel de piso está por encima del área División 2 y con el espacio por debajo de piso bien sea sólido o abierto en al menos 3 lados (Ver Figs. 1 y 2 y Nota 1). Si el gas es más liviano que el aire, el piso no debe llevar aberturas ni bordes inferiores.

4.3.3 Pueden existir gases de diferentes grupos o gases más livianos y más pesados que el aire en una misma área. Para clasificar dichas áreas se aplicará lo siguiente:

- a. Al escapar la mezcla de gases debe segregarse inmediatamente en gases separados. Si estos gases separados son de diferentes grupos, el equipo eléctrico utilizado dentro de cada área clasificada será aprobado para todos los grupos involucrados.
- b. En mezclas de gases Grupo C y D según el CEN , el gas grupo C no será tomado en cuenta si constituye el 30% o menos por volumen de la mezcla.
- c. Si los gases separados en una mezcla de gases son tanto más livianos como más pesados que el aire, la extensión de las clasificaciones de área separadas, será como se indica en esta especificación. (Para gases más livianos y más pesados que el aire). A menudo se producirá una superposición de áreas que incluyen diferentes grupos de atmósferas.
- d. En áreas ventiladas adecuadamente desde el punto de vista de vapor más liviano que el aire, el hidrógeno en una mezcla de gases no será tomada en cuenta si constituye el 30% o menos, por volumen de la mezcla de gas.

4.3.4 Las tuberías bien mantenidas, incluyendo válvulas, accesorios, medidores, o conexiones roscadas y bridadas, serán clasificadas División 2, si están instaladas en áreas ventiladas adecuadamente.

Las tuberías donde no se incluyan accesorios de conexión, no necesitan ser clasificadas.

4.3.5 Los equipos e instalaciones siguientes serán clasificados hasta la extensión indicada a continuación:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 48

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

UNIDAD O INSTALACION	AREA CLASIFICADA
Plantas de vapor, planta eléctrica con turbina a gas (con o sin calderas de recuperación de calor)	Areas alrededor de tanques de combustible y recipientes, vaporizadores, bombas, compresores y salas de bombas
Torre de enfriamiento por inducción mecánica, que maneje agua de enfriamiento, de proceso	Clasificado para gases y vapores más pesados y más livianos que el aire, según Fig. 4.
Tratamiento de residuos para aguas aceitosas	<p>1. Clasificar lo siguiente para gases y vapores más pesados y más livianos que el aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Separadores y preseparadores según Fig. 5. b. Unidades DAF según Fig.6. c. Unidades biox según Fig. 7. <p>2. Areas alrededor de tanques y bombas</p>
Instalaciones marinas de carga/descarga que manejen líquidos y gases inflamables	<p>1. Plataformas de carga y descarga, según las Figs. 1 y 2 del API RP 500 A excepto:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. “Fuentes de vapor” será la cubierta de operación y posición del exterior de la conexión bridada del brazo de carga (o manguera). El espacio dentro de la cubierta de operación incluyendo la posición de la brida así como el área circundante debe ser clasificada División 2. Sin embargo, áreas adicionales División 2 (sugeridas) no aplican. b. La zona de División 2 se extenderá hasta el nivel del agua. <p>2. Area adyacente: (1) (2) a la división 2 hasta la extensión siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 25 pies (7,5 m) horizontalmente en todas las direcciones desde la porción del casco que contiene tanques de carga. b. Desde el nivel del agua, hasta 25 pies por encima de la plataforma en su punto más alto. <p>3. Plataformas de carga de tanques según Fig. 4 del API RP 500 A.</p> <p>4. Brazos de carga en áreas marinas. Los dispositivos eléctricos (deben adaptarse a ubicaciones Clase I, División 1.)</p>

NOTAS:

1. La fuente de peligro son los venteos o aberturas de tanqueros durante la carga o balance.
Esto no necesita aplicarse si los vapores no son ventilados (p. ej. descarga sin balance con carga de agua).
2. La extensión del área clasificada se basará en el tanquero más grande que el atracadero pueda acomodar.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 49

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**4.4 Diseño Eléctrico para Areas Clasificadas**

- 4.4.1 La selección e instalación del equipo eléctrico para áreas clasificadas cumplirá con el artículo 501 del CEN, excepto lo que se cubra en ésta y otras especificaciones.
- 4.4.2 Aire de ventilación. En edificaciones o en cerramientos cuya clasificación de área se mejora mediante ventilación artificial o por presión, la ventilación o presurización del aire será obtenida desde un punto ubicado al menos 3 m (10 pies) sobre el nivel de piso, 3 m (10 pies), desde el área División 1 más cercana, y 3 m (10 pies) sobre el techo del edificio que restrinja el libre movimiento del aire. Se prestará particular atención a la ubicación relativa de la válvula de seguridad y otras ventilaciones. ~~Si se mejora el área hacia “no peligrosa”, el punto en el que se obtiene el aire estará en un área no peligrosa, pero por encima de un área clasificada más liviana que el aire. Las bases de diseño para sistemas de ventilación en edificios o cuartos, serán aprobados por el ingeniero del proyecto.~~
- 4.4.3 Los equipos que producen arcos y chispas serán como se detalla a continuación, según la clasificación del área.

CLASIFICACION DE AREA	TIPO DE EQUIPO
División (1) Grupos B, C, D o equivalente	Intrínsecamente seguro o a prueba de explosión, aprobado para el grupo correspondiente.
División 2 Grupos B, C, D o equivalente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Igual que la división 1, o 2. Sumergido en aceite, aprobado para el grupo correspondiente, o 3. Sellado herméticamente, con protección mecánica adecuada
División 2 Grupos B, C, o equivalente	Si no se dispone de equipos que cumplan con lo anterior, usar equipo sumergido en aceite, aprobado por el grupo D.
División 1 y 2 Grupos B, C, D o equivalente	Si no se dispone de equipos que cumplan con lo anterior, se usará equipo presurizado. El diseño del equipo será aprobado por el Ingeniero del proyecto

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 50

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**4.4.4 Equipo para áreas clasificadas**

El equipo aprobado, el cual es requerido para áreas clasificadas deberá ser etiquetado, "listed", o certificado por una organización internacionalmente reconocida de pruebas tal como el Underwriter Laboratories (USA), Department of Trade and Industry (Gran Bretaña), PTB (Alemania) u otras. Si no se dispone de equipos certificados por una organización internacionalmente reconocida, los equipos deberán cumplir con las normas de una organización reconocida en Venezuela. En particular, el equipo sumergido en aceite, diseñado así por razones de aislamiento o protección contra corrosión, no se aceptará siguiendo el objetivo de este requerimiento, a menos que sea aprobado o "listed".

4.4.5 Punteado en áreas clasificadas

- a. En los sistemas de puesta a tierra se proveerán conductores de puenteado en todas las terminaciones roscada de conduit rígido en áreas clasificadas Clase I División 1. Los conductores de punteado no se requieren con terminaciones de doble tuerca en conduit rígido en áreas Clase I División 2 o no clasificadas.
- b. Se proveerán conductores de punteado en todas las conexiones de tubería flexible en áreas Clase I División 1.

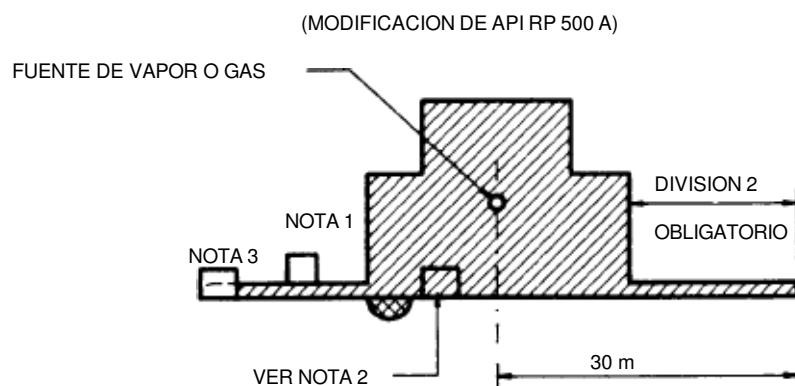
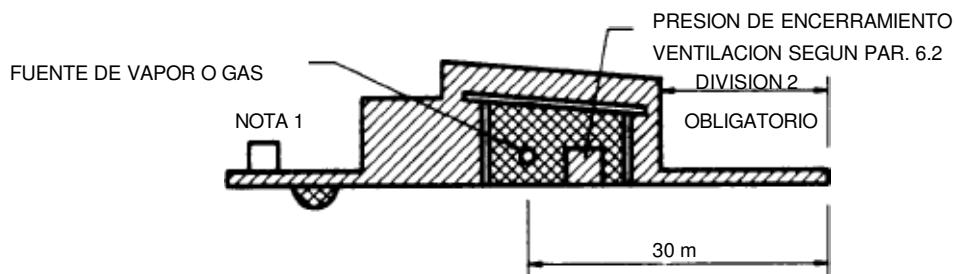
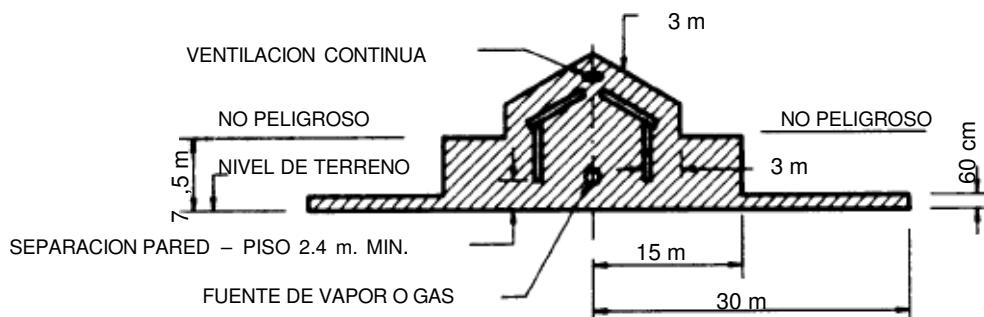
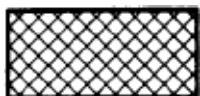
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

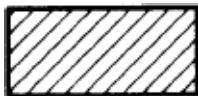
REVISION 0

FECHA JUL.93

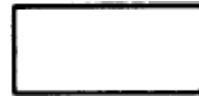
Página 51

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig 1. EDIFICIOS EN AREA DE PROCESOS CON VENTILACION ADECUADA FUENTE DE VAPOR O GAS****Fig 2. EDIFICIOS EN AREA DE PROCESOS – VENTILACION RESTRINGIDA
(Modificación de API RP 500 A)****Fig 3. EDIFICIOS EN AREAS DE PROCESOS – VENTILADOS ADECUADAMENTE****LEYENDA:**

DIVISION 1



DIVISION 2



NO PELIGROSO

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 52

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS FIGS. 1 Y 2**

1. Para ambientes encerrados convertidos a no peligrosos levantando el piso 60 cm. (ver las limitaciones en el párrafo 4.3)
2. El espacio encerrado no contiene fuente de vapor o gas.
3. El espacio encerrado no contiene una fuente de vapor o gas y el mismo está por lo menos a 15 m. de una fuente de escape. Estas áreas pueden ser clasificadas como no peligrosas si todas las aberturas del encerramiento están localizadas fuera del área clasificada.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

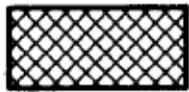
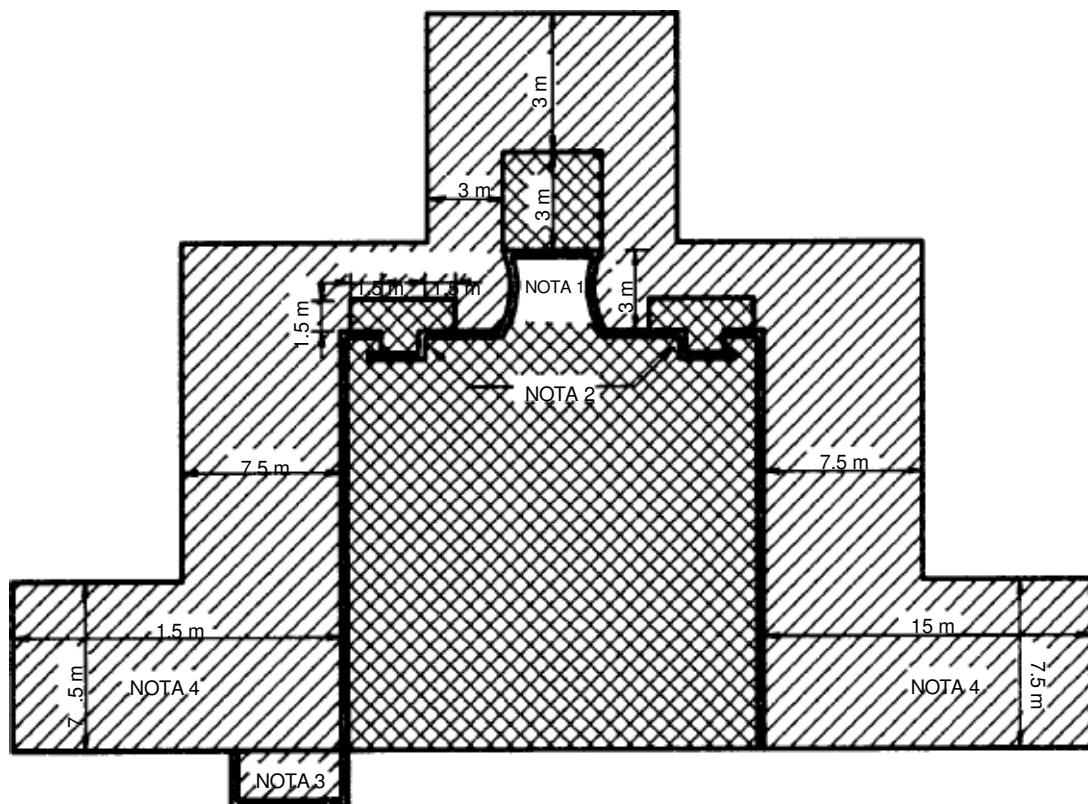
REVISION 0

FECHA JUL.93

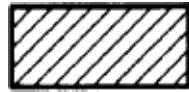
Página 53

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

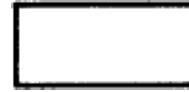
**Fig 4. TORRE DE ENFRIAMIENTO DE TIRO O ASPIRACION MECANICA
PARA AGUA DE ENFRIAMIENTO DE PROCESOS**



DIVISION 1



DIVISION 2



NO PELIGROSO

NOTAS FIG. 4

1. Ventiladores en cascada.
2. Contenedor para distribución de agua (torres de flujo cruzado solamente).
3. Bomba de achique.
4. 15 m. medidos de la parte exterior de la torre de enfriamiento.

La extensión de las áreas clasificadas mostradas pueden ser modificadas tomando en consideración la proximidad de otras fuentes potenciales de vapor o gas.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 54

[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 5. PRESEPARADORES Y SEPARADORES

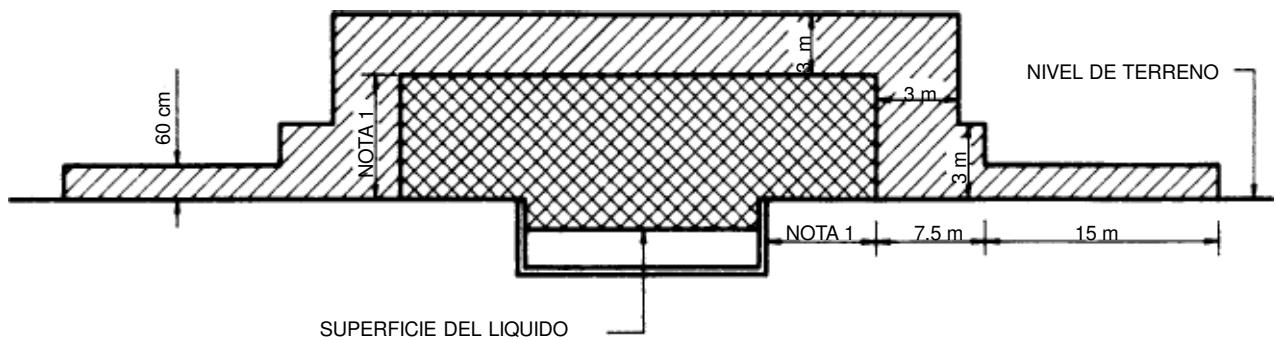


Fig 6. SEPARADORES POR FLOTACION CON AIRE

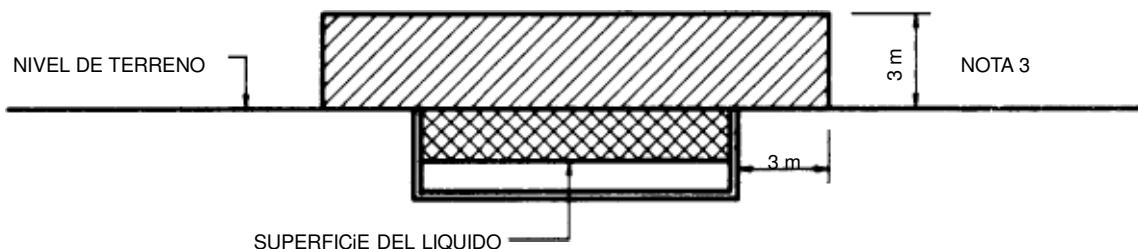
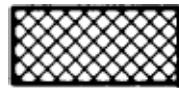
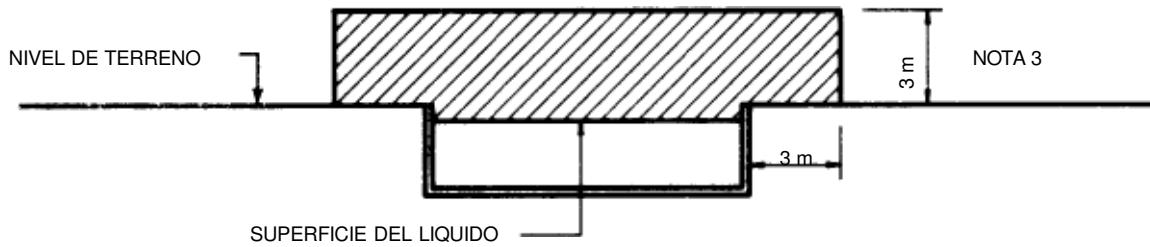
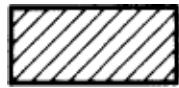


Fig 7. SEPARADORES DE OXIDACION BIOLOGICA



DIVISION 1



DIVISION 2



NO PELIGROSO

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 55

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS FIGS. 5, 6 Y 7**

1. 7.5 m. para separadores y preseparadores, y 3 m para separadores.
2. Mostrado para tanques sin techo o recipientes sin tapa. Clasificar los tanques cerrados de acuerdo a la Fig. 4 de API RP-500A.
3. Medido por encima de la parte superior del tanque o recipiente. La clasificación se extiende hasta el nivel del terreno para tanques donde la parte superior sobresale del terreno.
4. La extensión de las áreas clasificadas mostradas pueden ser modificadas tomando en consideración otras fuentes potenciales de vapor o gas u obstrucciones cercanas, tales como diques o colinas, los cuales impedirían la dispersión de los gases o vapores.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 56

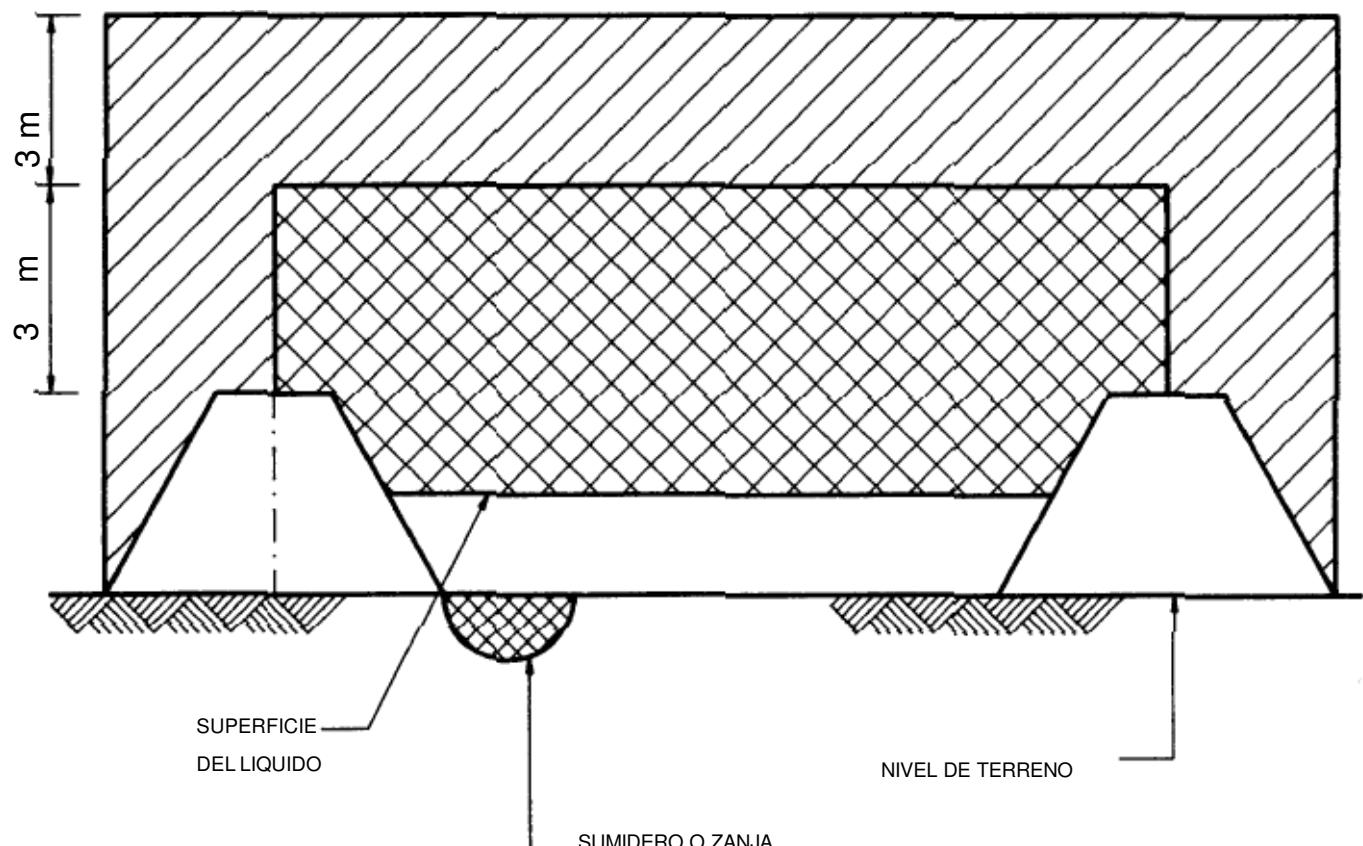
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 8. FOSO COLECTOR





PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION	FECHA
----------	-------

0	JUL.93
---	--------

Página 57

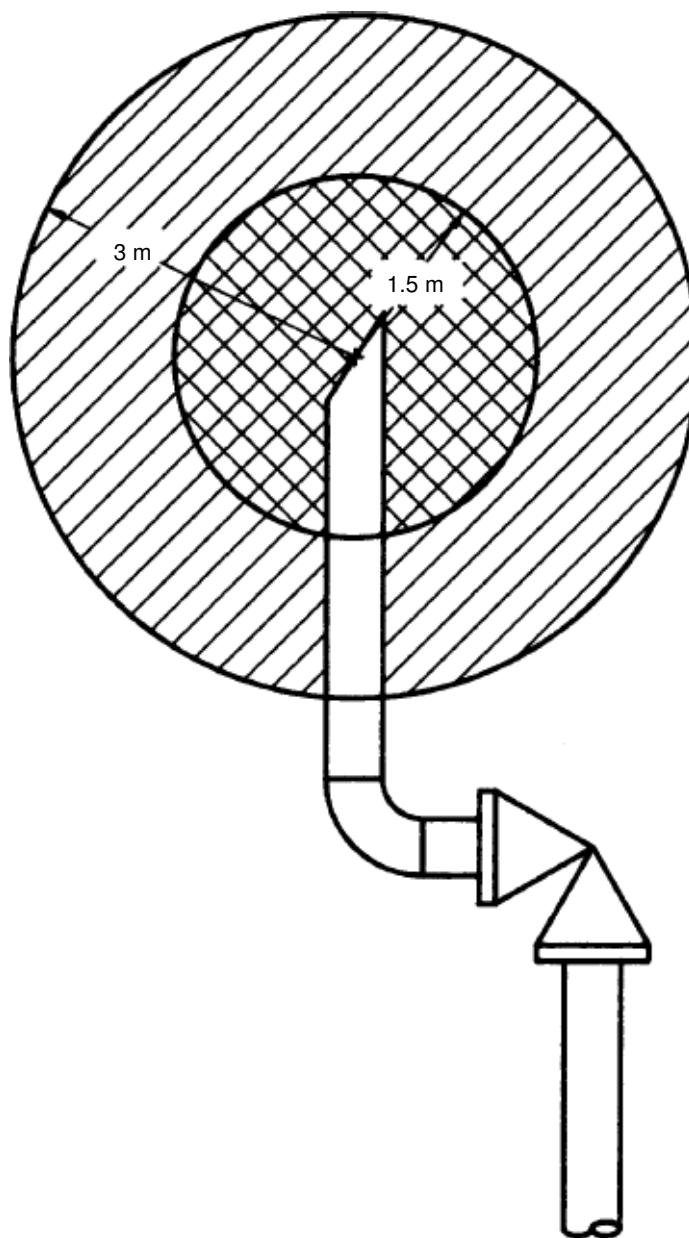
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 9. VALVULA DE ALIVIO





PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION **0**

FECHA **JUL.93**

Página **58**

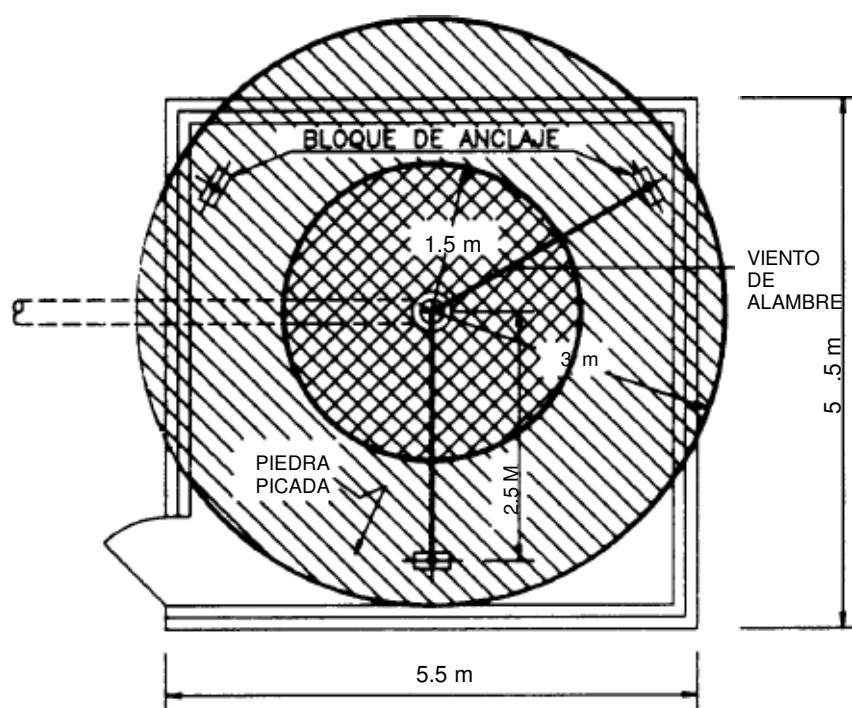
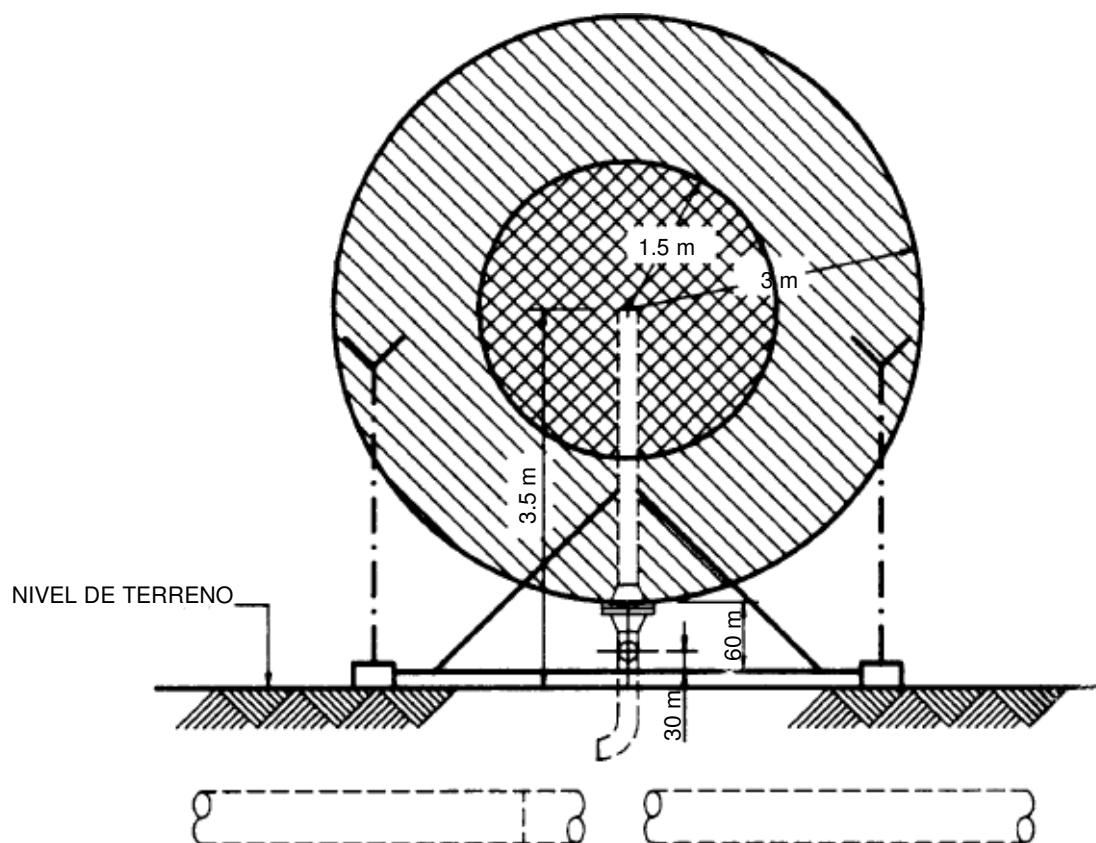
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 10. MECHURRIO PORTATIL



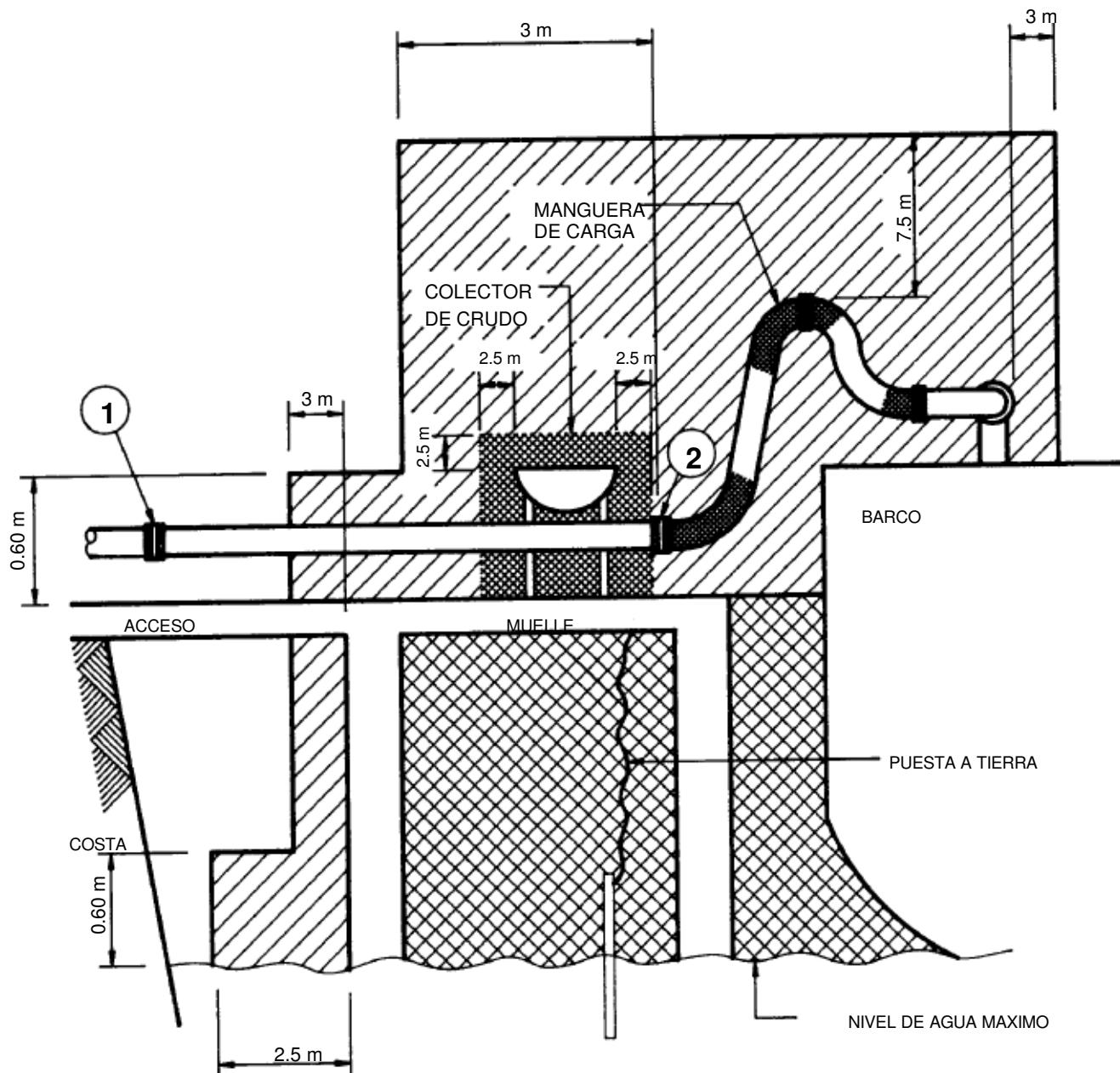
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 59

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 11. MUELLE CON MANGUERAS DE CARGA**

NOTA: COLOCAR BRIDAS AISLANTES EN LOS PUNTOS 1 Ó 2 PARA EVITAR CORRIENTES ESTATICAS. SI EL MUELLE TIENE PROTECCION CATODICA. COLOCAR LAS BRIDAS AISLANTES EN AMBOS PUNTOS 1 Ó 2 PARA EVITAR CORRIENTES ESTATICAS. SI EL MUELLE TIENE PROTECCION CATODICA, COLOCAR LAS BRIDAS AISLANTES EN AMBOS PUNTOS.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION	FECHA
----------	-------

0	JUL.93
---	--------

Página 60

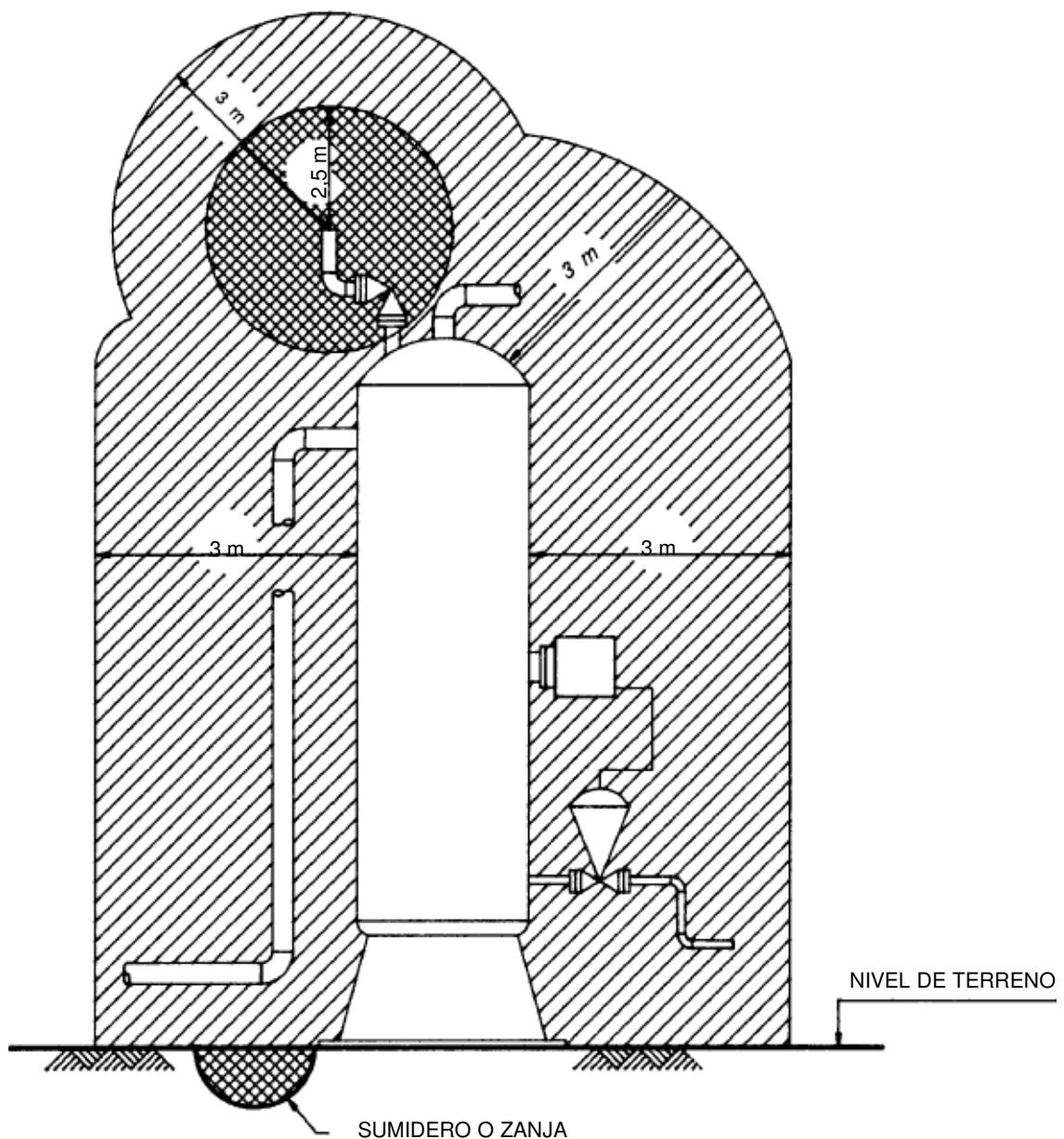
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 12. SEPARADOR GAS – PETROLEO



**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

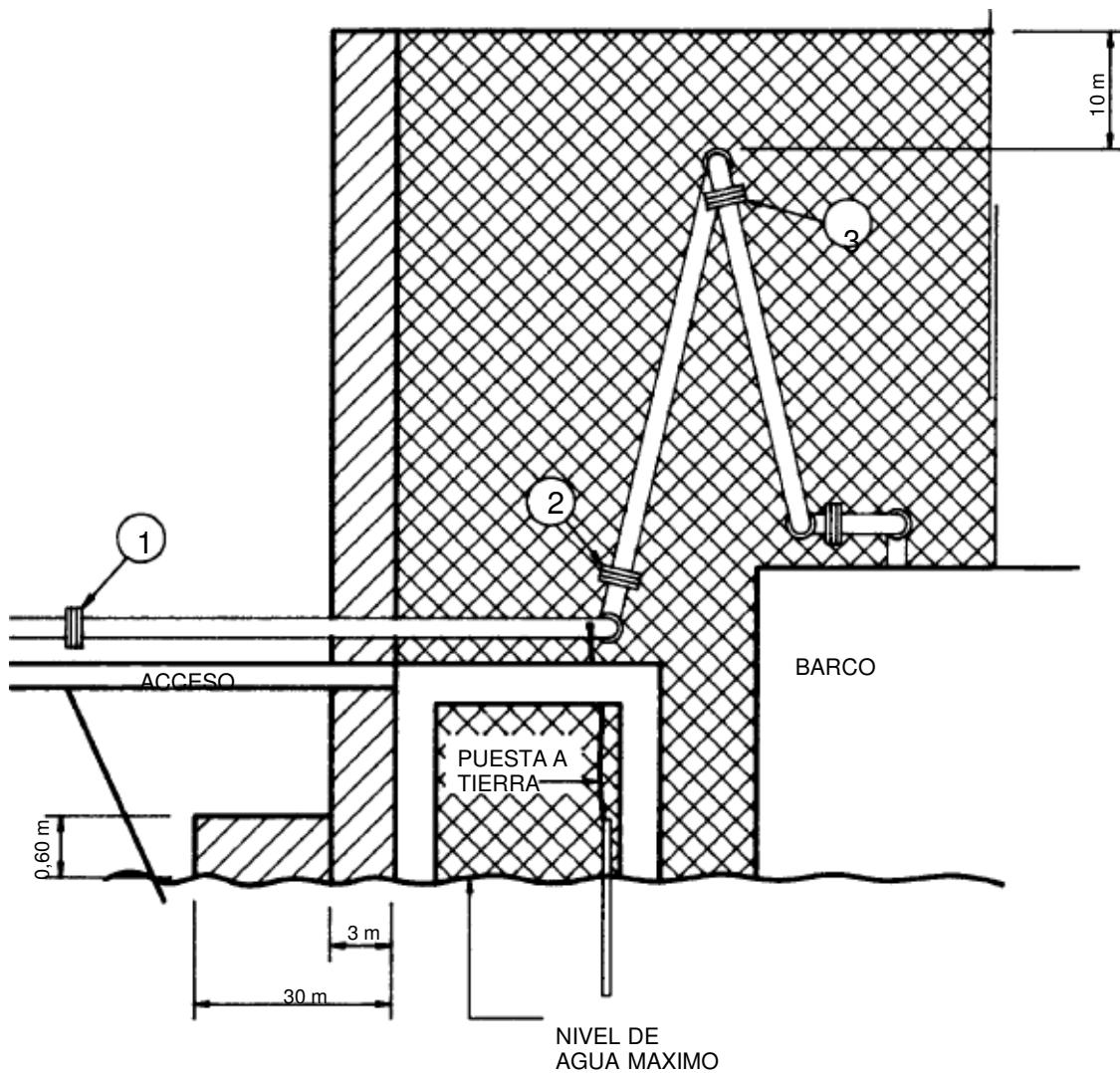
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 61

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Fig 13. CLASE IA ALTA TASA DE BOMBEO CARGA DE CRUDO O PRODUCTOS



NOTA COLOCAR BRIDAS AISLANTES EN PUNTOS 1 Y 2 PARA EVITAR CORRIENTES ESTATICAS. SI EL MUELLE TIENE PROTECCION CATODICA COLOCAR LAS BRIDAS AISLANTES EN AMBOS PUNTOS 1 Y 2; COMO ALTERNATIVA USAR EL PUNTO 3 EN VEZ DEL 2.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION	FECHA
----------	-------

0	JUL.93
---	--------

Página 62

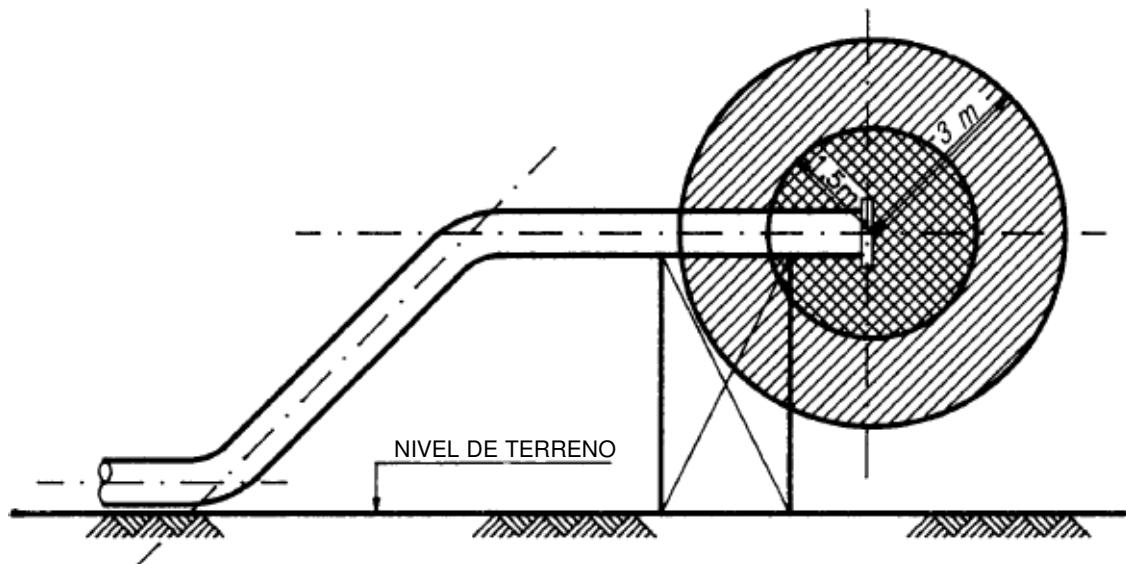
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 14. TRAMPA PARA ESFERAS O COCHINO





PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION	FECHA
----------	-------

0	JUL.93
---	--------

Página 63

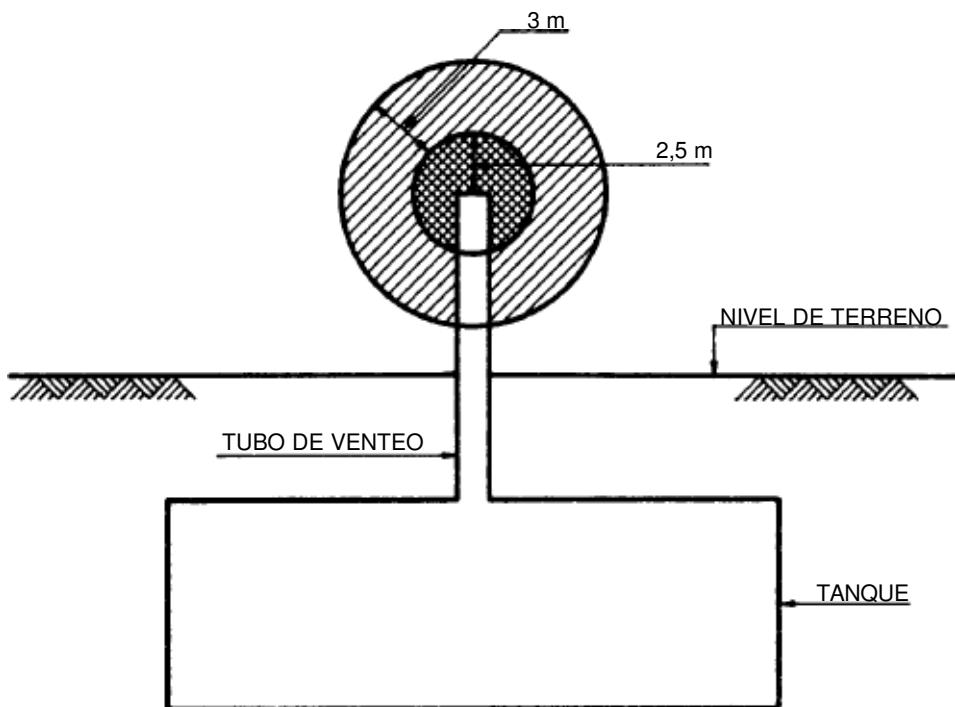
[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 15. TANQUE ENTERRADO



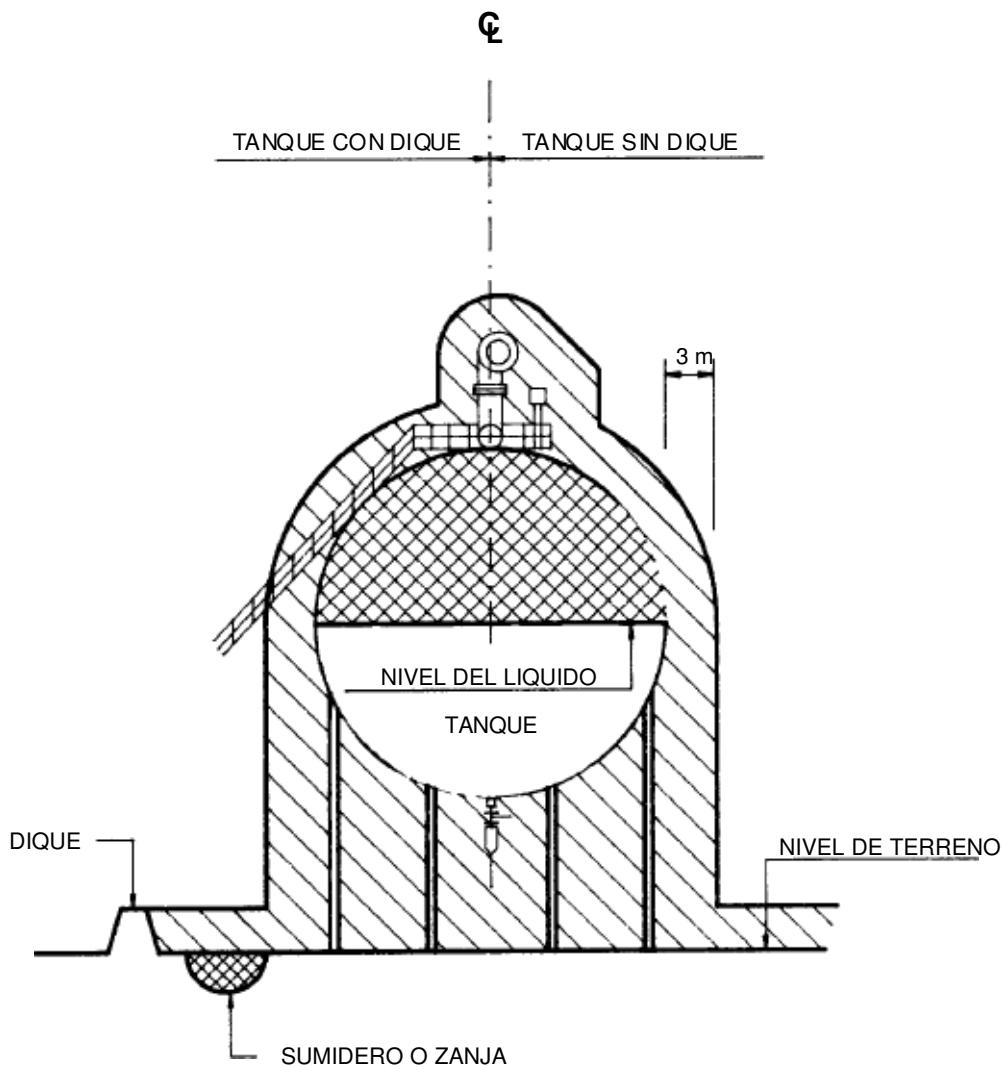
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 64

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 16. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFAMABLES (ESFERA)**

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 65

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ELECTRICO****5.1 Características de Tensión**

SERVICIO	TENSION NOMINAL DEL SISTEMA	TENSION DE UTILIZACION
5.1.1 Mayor que 7.000 HP	Especial (según requerimientos)	Especial (según requerimientos)
5.1.2 4.000 HP a 7.000 HP	6.900 V ó 4.160 V, 3 fases, 60 Hz.	6660 V ó 4.000 V 3 fases, 60 Hz.
5.1.3 400 HP a 7.000 HP	4.1600 V ó 2.400 V, 3 fases, 60 Hz.	4.000 V ó 2.300 V 3 fases, 60 Hz.
5.1.4 200 HP a 350 HP	2.400 V, 3 fases, 60 Hz.	2.300 V 3 fases, 60 Hz.
5.1.5 3/4 HP a 150 HP y todos los motores fraccionados para proceso.	480 V, 3 alambres, 3 fases, 60 Hz	480 V, 3 alambres, 3 fases, 60 Hz.
5.1.6 Motores no proceso 1/2 HP y menor	120V, 1 fase, 2 alambres, 60 Hz	115 V, 1 fase, 60 Hz
5.1.7 Iluminación fluorescente y sodio de alta presión	480/227 V, 3 fases, 4 hilos. 60 Hz. neutro a tierra o 240/120 V, 1 fase, 3 hilos 60 Hz. neutro a tierra o 208/120, 3 fases, 4 alambre, 60 Hz. neutro a tierra.	265 V ó 115 V, 60 Hz.
5.1.8 Iluminación Incandescente	240/120 V, 1 fase, 3 hilos 60 Hz. neutro a tierra. 208/120 V, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz. neutro a tierra.	115 V, 1 fase, 60 Hz
5.1.9 Instrumentos	240/120 V, 1 fase, 3 hilos 60 60 Hz. neutro a tierra 208/120 V, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz. neutro a tierra.	115 V, 1 fase, 60 Hz

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 66

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

5.2 Sistema de Distribución de la Planta

- 5.2.1 El sistema de distribución secundario de la planta será radial, alimentado por una subestación con secundario selectivo. El primario puede ser: Primario selectivo, primario en anillo o radial simple.
- 5.2.2 (Aplica a los sistemas con secundarios selectivo). En cargas esenciales de procesos se debe considerar un sistema redundante de distribución, mediante subestaciones de doble acometida.
 - a. Donde sea posible, los transformadores para sub-estaciones de acometida serán dimensionados para 100% de redundancia, de acuerdo con los requerimientos para transformadores del numeral 7.
 - b. Se hará una excepción cuando un transformador cautivo alimenta a un motor grande; en este caso el transformador y el motor se considerarán como una unidad.
- 5.2.3 Donde sea aplicable, se considerará la inclusión de cambio automático entre los alimentadores primarios en el tablero de potencia de la planta.

6 ACOMETIDAS

- 6.1** Para el suministro de energía eléctrica a la planta, los alimentadores de entrada tendrán las siguientes características:
 - 6.1.1 Tensión _____ KV.
 - 6.1.2 No. de alimentadores _____
 - 6.1.3 Capacidad de carga de cada alimentador _____ KVA
 - 6.1.4 Capacidad de corto circuito para cada alimentador _____ MVA.
 - 6.1.5 El (los) alimentador(es) son _____ aéreo. _____ subterráneo.
- 6.2** Los alimentadores (se completará con los requerimientos específicos del proyecto).

7 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

7.1 Contenido

Resumen de Requerimientos adicionales.
Documentación.
Diseño de transformadores de potencia.
Inspección y pruebas.
Hoja de datos.

7.2 Resumen de Requerimientos Adicionales

- 7.2.1 Los estándares siguientes se utilizarán con esta especificación:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 67

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Estándar ANSI / IEEE**

C57.12.00

Requerimientos generales para transformadores de distribución, potencia y reguladores, tipo sumergido en líquido.

C57.12.01

Requerimientos generales para transformadores de distribución y potencia tipo seco.

Estándar NEMA

TR

Guía para cargar transformadores de potencia sumergidos en aceite con promedio de incremento de temperatura en sus devanados de 65 °C.

7.3 Documentación

- 7.3.1 Se suministrarán los datos del transformador incluyendo lo siguiente:
- a. Pérdidas (Vatios)
 1. En vacío a tensión nominal
 2. Totales a 50, 75, 100 y 125 por ciento de la capacidad nominal.
 - b. Corriente de excitación a 100 y 110 por ciento de la tensión nominal (amperios o porcentaje).
 - c. Impedancia en la toma nominal y a capacidad OA (porcentaje).
 - d. Peso, kg (lb)
 1. Núcleo y bobinas.
 2. Tanques y accesorios.
 3. Transformador ensamblado totalmente, incluyendo el líquido.
 - e. Volumen de líquido, Lts. (Para transformadores sumergidos en líquido).
- 7.3.2 El informe de los ensayos será entregado al Ingeniero del proyecto para cada transformador.

7.4 Definiciones

- 7.4.1 Capacidad de cierre es la corriente momentánea máxima a la cual el interruptor puede cerrarse sin que se abra o se deteriore. La corriente momentánea máxima puede ser definida en términos de amperios pico o rms y ocurre cuando el interruptor cierra sobre una falla permanente.
- 7.4.2 Transformador cautivo es aquel que alimenta un solo equipo, usualmente un motor grande. El transformador puede estar localizado en una subestación o cerca del equipo al que alimenta.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 68

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**7.5 Diseño de Transformadores de Potencia****Clases de enfriamiento y capacidades**

- 7.5.1 La capacidad del transformador de potencia estará basada en la operación con enfriamiento natural (OA con aumento de temperatura de 65° C).
- 7.5.2 En transformadores de potencia, con aislamiento líquido, de 750 KVA y mayores se tomará la previsión, para incrementar su capacidad nominal continua, con ventiladores. Se incluirá en esta previsión, la capacidad en las partes portadoras de corriente para el valor nominal para la capacidad FA. Las capacidades no serán menores a las descritas a continuación:

ENFRIAMIENTO NATURAL (0A) KVA	ENFRIAMIENTO CON VENTILADOR (FA)
750–2499	115 por ciento
2500–10.000	125 por ciento
mayor a 10.000	133 por ciento

- 7.5.3 Si se especifican ventiladores, los motores de los ventiladores deben ser de 3 fases, del tipo jaula de ardilla.
- 7.5.4 Cuando se especifique, se suministrarán los transformadores con aislamiento líquido con capacidad adicional por ventilación y aceite forzado (FOA). El comprador especificará el tipo de enfriamiento deseado y la potencia nominal del transformador para cada tipo.

Sistemas de preservación de líquidos

- 7.5.5 El Ingeniero del proyecto especificará el tipo de sistema para la preservación del líquido en transformadores (diafragma o tanque con sello de nitrógeno).

Cambiador de tomas

- 7.5.6 Si se especifica bajo carga, los requerimientos se darán aparte.
- 7.5.7 Se proveerá cambiador de tomas para operación desenergizada, si no se especifica operación bajo carga . Si no se especifica de otra forma éstas serán cuatro tomas de 2–1/2 por ciento: dos por arriba y dos por debajo de la tensión nominal. El cambiador de tomas será instalado en el exterior; y será operable desde el suelo, el mismo no se ubicará en la caja de terminales o cajas que contengan accesorios del transformador.

Capacidad de corto circuito

- 7.5.8 Los transformadores deben ser diseñados y construidos para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos producidos por cortocircuitos exteriores, bajo las condiciones especificadas en los estándares ANSI C.57.12.00 y C.57.12.01.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 69

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Transformadores cautivos**

- 7.5.9 Se especificará cuando un transformador va a ser utilizado como un transformador cautivo y las características de carga. Si la carga es un motor, se especificará la capacidad nominal del motor, tipo de arrancador, magnitud de la corriente de arranque y frecuencia de arranques.

Conecotor de tierra para pararrayos

- 7.5.10 Si se especifica que se instalen pararrayos en o a unos metros del transformador, se proveerán conectores sin soldadura en el tanque para el conductor de tierra de los pararrayos. Los conectores serán instalados lo más cerca posible de los pararrayos y no deben ser colocados sobre radiadores o tapas de registro. Estos estarán ubicados de manera tal que el recorrido eléctrico desde los conectores hasta el sistema de puesta a tierra pueda conducir, sin sufrir daño, la corriente de descarga nominal del pararrayo.

Relé de presión súbita

- 7.5.11 Se suministrarán relés de presión súbita, para los transformadores de 500 KVA y mayores, del tipo tasa de aumento (como por ejemplo, el modelo 900-1 de GE o el Westinghouse de presión súbita) para transformadores con tanque sellado y relés BUCHHOLZ del tipo de dos flotadores para transformadores con conservador. Los relés GE modelo 900-1 serán instalados en una válvula provista específicamente para el relé (no es aceptable su instalación en la válvula principal de drenaje del transformador).

Terminales y terminaciones

- 7.5.12 El tipo de terminación será especificado en la hoja de datos del transformador. Se proveerán cajas separadas para las terminaciones primarias y secundarias en los transformadores que tengan terminaciones encerradas.
- 7.5.13 El neutro, para cada transformador especificado con neutro accesible, tendrá aislamiento completo. Si los pasatapas de fase del transformador están encerrados, el terminal del neutro estará encerrado en forma similar. Se acepta un encerramiento común para los terminales de fase y el neutro.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

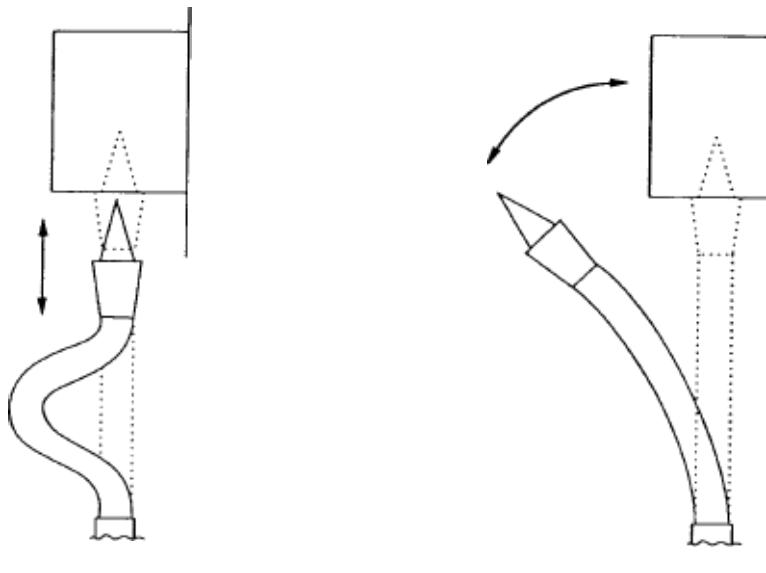
REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 70

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

7.5.14 Las terminaciones de cables, si se especifican, serán para entrada por la parte inferior y estarán diseñadas para evitar el doblado del cable durante la instalación.



NO ACCEPTABLE

ACCEPTABLE

7.5.15 Si se especifican entradas dobles para cables con el propósito de extender el alimentador primario, se proveerán puentes removibles dentro de la caja terminal o caja del seccionador con los cuales se podrán aislar los dos terminales.

Si la caja terminal es especificada sin seccionador, también se suministrarán puentes removibles para aislar el transformador mientras está en servicio la extensión del alimentador.

Las cajas terminales o cajas para seccionadores con puentes removibles cumplirán con lo siguiente:

- a. Los puentes serán en aire y accesibles para removerlos sin necesidad de drenar aceite u otro líquido de ninguna parte de la caja terminal o caja para seccionadores.
- b. El diseño de los puentes, ubicación y distancias alrededor de los mismos permitirá su remoción y reemplazo con el alimentador primario desenergizado.
- c. Se proveerá un enclavamiento entre la cubierta de acceso de la caja que contiene los puentes y el interruptor que alimenta al transformador. El enclavamiento permitirá el acceso a los puentes únicamente cuando el interruptor esté en la posición abierto. Llaves de enclavamiento son aceptables.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 71

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Seccionadores primarios**

- 7.5.16 Los seccionadores primarios montados en la caja del transformador (interruptores sin carga), cuando son especificados, serán para operación manual. El mecanismo de operación del seccionador será suministrado por el fabricante y dispuesto de tal forma que el seccionador sea operado desde el lado del transformador opuesto al lado sobre el cual esta montado dicho seccionador. Si se requiere seccionador en el primario, éste se especificará en la hoja de datos del transformador.
- 7.5.17 El diseño sumergido en aceite se requiere cuando el seccionador está ubicado en un área Clase I, División 2. En áreas no clasificadas se puede usar el seccionador en aire.
- 7.5.18 Se prefieren los seccionadores diseñados para la corriente de magnetización en la apertura y con capacidad de cierre por lo menos igual a la corriente momentánea especificada. Si es posible, el seccionador tendrá capacidad de interrupción bajo carga y de cierre en falla.
- 7.5.19 El enclavamiento entre el seccionador de desconexión en el primario y el interruptor en el secundario, es requerido como se especifica a continuación. Llaves para enclavamiento son aceptables.

CONDICION

Si el seccionador puede interrumpir la corriente de carga.

Si el seccionador puede interrumpir la corriente de magnetización pero no la corriente de carga.

Si el seccionador no puede interrumpir la corriente de magnetización.

ENCLAVAMIENTO

El enclavamiento no es requerido a menos que se especifique para la corriente momentánea según el párrafo 7.5.20 (b.).

El enclavamiento con el interruptor principal del secundario es preferido, de otra forma se requiere enclavar con el interruptor de la fuente. El enclavamiento con el interruptor de la fuente puede ser requerido para una corriente momentánea según párrafo 7.5.20 (b.).

El enclavamiento con el interruptor de la fuente es requerido.

- 7.5.20 Se especificará la corriente momentánea incluyendo la contribución de los motores para este seccionador. Los requerimientos con respecto a la capacidad momentánea son:
- a. En posición cerrada, el seccionador será capaz de soportar la corriente momentánea especificada.
 - b. Enclavamiento con el interruptor de la fuente es requerido si la capacidad de cierre del seccionador es menor que la corriente momentánea especificada.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 72

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Si utilizan fusibles en la conexión entre el seccionadores y el transformador, la acción limitadora de corriente de los fusibles puede ser tomada por los seccionadores. En este caso, los sub-párrafos a) y b) anteriores no aplican para una falla entre el seccionador y el fusible.

7.5.21 Se especifican fusibles en el primario, se requiere un seccionador de desconexión y el acceso a los fusibles será posible solamente con el seccionador abierto.

Transformadores de corriente en el lado primario (TC)

7.5.22 Tres transformadores de corriente serán suministrados para los Relés de protección de falla de fases cuando son especificados. Los TC montados dentro o alrededor de los pasatapas deberán ser primarios donde sea práctico. El Ingeniero de Diseño especificará la relación de transformación.

7.5.23 Los terminales secundarios del transformador de corriente serán conectados a una regleta terminal instalada dentro de una caja externa montada sobre el transformador. La regleta terminal tendrá puentes que permitan poner en corto circuito los devanados secundarios del TC. La regleta terminal puede estar en la misma caja prevista para el transformador de corriente, en el neutro del secundario.

Transformador de corriente en el neutro del secundario

7.5.24 Cuando sea especificado, un transformador de corriente será suministrado para los relés de protección de falla a tierra según lo siguiente:

a. El TC montado dentro o alrededor del pasatapas del neutro será usado donde sea práctico. Si un TC es montado alrededor del aislador, puede ser necesario incrementar la distancia desde el pasatapas del neutro a los pasatapas de fase o a la caja terminal.

b. El TC será conectado para detectar tanto la corriente de retorno por tierra como la corriente de neutro.

c. El Ingeniero de Diseño especificará la relación de transformación del CT. Esta relación será seleccionada para permitir que la corriente de arranque del relé este por encima de la máxima corriente de desbalance de carga.

7.5.25 Si se utilizan TC tipo no-aislador, éstos serán conectados como se muestra abajo y cumplirán con lo siguiente:

a. Para transformadores que alimentan sistemas de 3 hilos, el terminal del aislador del neutro y la conexión del aislador al TC serán aislados para la tensión de línea. Si los pasatapas del neutro y las fases están en la misma caja serán separados por una barrera conductora puesta a tierra.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

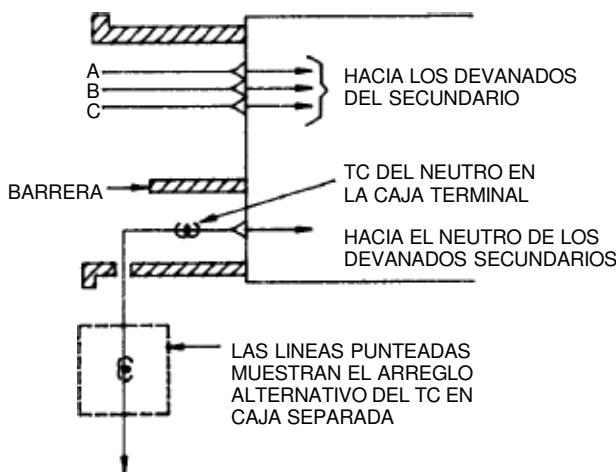
FECHA JUL.93

Página 73

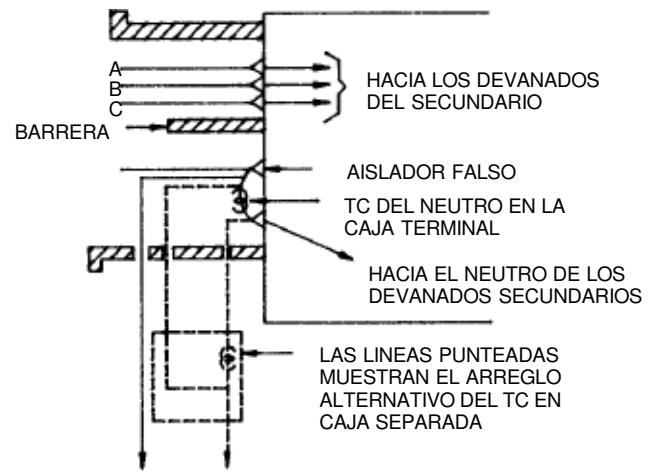
[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

- b. Para transformadores que alimentan sistemas de 4 hilos, además del subpárrafo anterior se requiere instalar un aislador falso para la terminación ~~y sobre el conductor de neutro. Si ya puesta a tierra es hecha en el transformador, se hará bien sea en el aislador falso donde termina el conductor de salida del neutro, o en el aislador del transformador de corriente.~~

3 – SISTEMA DE 3 HILOS



4 – SISTEMA DE 4 HILOS



- 7.5.26 Si son utilizados TC en cajas separadas, bien sea suministrados con el transformador o separadamente, cumplirán con lo siguiente:
- Se aplicarán los requerimientos del párrafo 7.5.25.
 - Los TC serán ubicados tan cerca como sea práctico del pasapata del neutro del transformador. La ubicación propuesta del TC será entregada para revisión por parte del ingeniero del Proyecto.
- 7.5.27 Los terminales del secundario de los transformadores de corriente serán conectados a una regleta terminal instalada dentro de una caja terminal externa montada sobre el transformador. Dicha regleta terminal tendrá puentes dispuestos de tal manera que permitan poner en cortocircuito los devanados. **Accesorios**
- 7.5.28 Los accesorios para transformadores incluirán:
- Dos placas para puesta a tierra del tanque perforadas con rosca. Las placas serán ubicadas en las esquinas diagonalmente opuestas de la base del tanque.
 - Termómetro tipo Dial para indicación de temperatura del líquido de la parte superior, con dos manecillas, una para mostrar la temperatura del aceite en

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 74

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

el momento de su lectura y la segunda para mostrar la máxima temperatura

~~alcanzada desde el último parámetro. El termómetro tendrá contactos~~ para abrir a la máxima temperatura de operación de auto enfriamiento (OA).

- c. Indicador del nivel del líquido para el tanque del transformador o el tanque conservador de aceite y para la caja del seccionador del primario, cuando éste exista.
- d. Filtro de humificador de sílica-gel para los transformadores con conservador.
- e. Indicador de presión de vacío para el transformador del tipo tanque sellado.
- f. Facilidades de izamiento para la remoción de la cubierta y ganchos de levantamiento para facilitar el levantamiento del transformador completo.
- g. Relé Buchhols (para los transformadores con conservador).
- h. Válvula de alivio de presión para los transformadores del tipo tanque sellado con conservador.
- i. Relé de imagen térmica para transformadores con previsiones para capacidad forzada (FA).
- j. Válvula tomamuestras.
- k. Válvulas para la conexión de la máquina de filtrado.
~~Válvulas en los radiadores de los transformadores con capacidad forzada.~~
- l. Ruedas para permitir el desplazamiento horizontal del transformador, tipo ferrocarril.
- n. Otros como se indique en la hoja de datos.

7.5.29 Los dispositivos de alivio de presión, cuando son suministrados, no serán ubicados dentro de cajas terminales para accesorios del transformador.

7.5.30 Los radiadores tipo ventilador tendrán válvulas y deberán ser removibles. Los radiadores y ventiladores de enfriamiento serán completamente accesibles para su inspección y mantenimiento.

7.5.31 Hoja de Datos del transformador (ver páginas siguientes).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0	FECHA JUL.93
---------------	-----------------

Página 75

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**TRANSFORMER DATA SHEET**

TRANSFORMER No.		Volts	HIGH VOLTAGE	LOW VOLTAGE	HIGH VOLTAGE	LOW VOLTAGE
A	RATING					
1.	KVA (continuous)					
2.	Rated Circuit Voltage					
3.	Connection of Winding (Δ– Delta, y – wye)					
4.	Frequency					
5.	Phase					
6.	Temperature rise 55/65/80	°C				
7.	Rating with fans installed	KVA				
8.	BIL Level	KV				
B	OPERATING DATA					
1.	Current – Full Load at Rated Voltage	Amps.				
2.	Efficiency – Full Load – Minimum	%				
3.	Impedance – Special Requirements – Actual Test					
4.	Ambient Temperature (if exceeding 40 °C)	°C				
5.	Altitude (if exceeding 3300 ft)	ft				
6.	Losses – No Load – Full Load	watts watts				
7.	Requirements for Paralleling with existing transformer					
C	CONSTRUCTION					
1.	Class (OA – oil immersed, self-cooled; OA/FA–oil, self/forced air cooled; AA–dry type, self cooled, AA/FA–dry, self/forced air cooled AFA–dry, forced air cooled)					
2.	Service (Power, Lighting instrument)					
3.	Enclosure (for Indoor/Outdoor) Installation					
4.	Insulation Class					
5.	High Voltage Tape (Rated KVA) (Reduced KVA)	Above				
6.	Cover (Boiled Welded)	Below				
7.	Bushings (Wall, Cover)					
8.	Terminals (Boiled Clamp/Space)	Type				
9.	Connectors (Cable/Tubing/Bar)	Size				
10.	Terminal Enclosures (Throat/Junction Box – Minimum Below Bushings					
11.	Conduit Hubs Quantity & Size					
12.	Pothead (1-Conductor/3-Conductor Quantity & Type)					
13.	Pothead Entrance (Wiping Sleeve/Conduit Coupling & Stuffing Box)					
14.	Special Painting Requirements					
15.	Type & Dimension of Bus Bar					
16.	Tank Design (Vented/Sealed/Conservator/Gas–Oil Seal)					
17.	Tertiary Winding Required					
18.	Winding Material					
19.	Winding Material					



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISIÓN | FECHA

0 JUL.93

Página 76

Menú Principal

Indice manual

Indice volumen

Indice norma

TRANSFORMER No.			HIGH VOLTAGE	LOW VOLTAGE	HIGH VOLTAGE	LOW VOLTAGE
D	ACCESSORIES	Volts				
1	Provide ASA Standard Accessories plus the following additional items checked					
2.	Oil Level Gage with/without Alarm Contacts					
3.	Thermometer Dial Type with/without Alarm Contacts					
4.	Pressure – Vacuum: Gage with/without Alarm Contacts					
5.	Pressure – Regulator					
6.	Provision for Future cooling fans					
7.	Cooling Fans For operation on _____ Volts.					
8.	Crossarm Hangers					
9.	Foundation Pull Holes					
10.	Pressure Relief Diaphragm In Cover					
11.	Buchholz relay (for conservator type transformers)					
E	OTHER REQUIREMENTS					
1.	Primary Disconnect	Amps.				
	– Interrupter Switch					
	– Isolating Links					
	– Fuse A Type					
2.	Lightning Arrester					
3.	Neutral Grounding Resistor _____ A _____ Sec.					
4.	Bushing CT Ratio					
5.	Secondary Neutral CT's					
F	MISCELLANEOUS					
1.	Manufacturer Type Designation					
2.	Transformer Outline Dimension Drawing Number					
3.	Gallons of Oil					
4.	Weight of Transformer With Oil					

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 77

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**7.6 Inspección y Ensayos**

Para la inspección y ensayos en fábrica (véase la Norma PDVSA-EM-94-04/01).

8 TABLEROS DE POTENCIA, CENTROS DE CONTROL DE MOTORES Y DUCTOS DE BARRA**8.1 Alcance**

8.1.1 Esta especificación cubre los requerimientos obligatorios para tableros de potencia de baja y media tensión, centros de control (CCM) y ductos de barra, ductos para cable aislado, incluyendo los requerimientos de protección para circuitos ramales de motores.

8.2 Referencias

8.2.1 Los estándares a utilizarse en los siguientes equipos cubiertos por esta especificación, son los siguientes:

ESTANDARES	
ANSI Standards	NEMA Standards
C19.3 Industrial Control Apparatus – General	SG Low Voltage Power Circuit Breakers
C19.4 Industrial Control Apparatus – Enclosures	AB1 Molded Case Circuit Breakers ICS Industrial Controls and Systems
C19.5 Industrial Control Apparatus – Dwitching or Controlling Devices	FU1 Low Voltage Cartridge Fuses
C19.6 Industrial Control Apparatus – Control – Circuit Devices and Assemblies	SG2 High Voltage Fuses
C19.7 Industrial Control Apparatus – Controllers and Controller Assemblies	SG5 Power Switchgear Assemblies

8.2.2 Se prefieren tableros de potencia y CCM con diseño bajo estándar NEMA/ANSI. También se acepta el diseño modificado del IEC con la aprobación del Ingeniero del Proyecto.

8.2.3 El control de las subestaciones con secundario selectivo y transferencia automática se ajustará a lo descrito en la sección 9.

8.3 Documentación

8.3.1 El fabricante del equipo suministrará los diagramas de cableado de dichos equipos. Estas incluirán esquemas de conexión (elementales) e interconexión.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 78

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Además cubrirán circuitos de control y medición de C.A y C.C, también mostrará

la identificación de los terminales.

8.3.2 Información a ser incluida en la oferta. Datos de ensayos que muestren la magnitud de la sobretensión momentánea generada durante las operaciones de apertura y cierre de los interruptores de los tipos mencionados a continuación:

- a. Aire comprimido (soplo de aire)
- b. Bajo contenido de aceite
- c. Vacío o SF₆

La información incluirá la sobretensión generada al interrumpir pequeñas corrientes inducidas tales como la corriente de motores pequeños sin carga, y las aplicaciones del tablero de potencia, la información cubrirá también la sobretensión generada durante la desconexión de condensadores.

La información llevará el certificado del fabricante o de una organización reconocida que efectúe ensayos, para ser revisada por el Ingeniero de Proyecto.

8.4 Definiciones

- 8.4.1 Tablero de potencia o centro de control de motores de baja tensión 0 a 600 voltios.
- 8.4.2 Tablero de potencia de media tensión 601 a 15.000 voltios.
- 8.4.3 Centro de control de motores de media tensión 601 a 6000 voltios.
- 8.4.4 Extraíble significa ser removible y dispuesto con un mecanismo para mover el dispositivo de interrupción entre las posiciones de conectado y desconectado y que está equipado con dispositivos de desconexión de tensión de control, energía y de autoalineamiento. Se puede remover el dispositivo sin necesidad de desconectar conexiones apernadas o soportes de montaje.
- 8.4.5 Enchufable significa que su arreglo permite mover el dispositivo de interrupción entre la posición conectado y desconectado y que está equipado con dispositivos de autoalineamiento y autoacoplamiento de la fuente de energía exterior. Se puede remover el interruptor sin necesidad de desconectar las conexiones de la fuente de energía apernadas o soportes de montaje.
- 8.4.6 El dispositivo de interrupción, tal como se refiere en esta especificación se define como el dispositivo en un arrancador de motor que cierra o interrumpe la corriente, tal como un contactor magnético o suiche de vacío.
- Este dispositivo puede interrumpir también la corriente de falla cuando su capacidad lo permita y sea aplicado para este propósito.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 79

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.4.7 La luz piloto “disparo seguro” es definida como una luz que supervisa la condición del circuito de disparo de un interruptor. Cuando se energiza, la luz muestra que el circuito, incluyendo las bobinas de disparo conectadas en serie, del dispositivo de desconexión o relé auxiliar es continuo y está listo para funcionar cuando se opere su protección asociada.

8.5 Aplicabilidad de los Requerimientos de Tableros de Potencia y Centros de Control de Motores

- 8.5.1 Los tableros de potencia incluirán lo siguiente:
- a. Interruptores extraíbles en aire de baja tensión
 - b. Interruptores extraíbles de media tensión (todos los tipos)
 - c. Protección, instrumentación, transformadores e instrumentos y control asociados con los subpárrafos (a.) y (b.)
- 8.5.2 Se usarán centros de control de baja tensión para los siguientes equipos enchufables:
- a. Contactores con fusible
 - b. Suiche con fusible
 - c. Combinación de arrancador de suiche con fusible
 - d. Interruptores de caja moldeada
 - e. Combinación de arrancador con interruptor de caja moldeada
- 8.5.3 Se usarán centros de control de media tensión para arrancadores extraíbles los cuales consisten en dispositivos de interrupción, con sujeción mecánica o magnética con o sin fusibles o suiches con fusibles.
- 8.5.4 Si se especifica un equipo combinado, centro de control y tablero de potencia, en la misma barra, se aplicarán en las porciones respectivas los requerimientos de esta especificación.

8.6 Tablero de Potencia

- 8.6.1 Los tableros de potencia tendrán encerramientos metálico, como se define en la norma ANSI C37.20 con interruptores extraíbles contenidos en compartimentos de metal conectados a tierra individualmente. En los tableros de potencia se proveerán sistemas de enclavamiento mecánico que no permitan introducir el interruptor cuando está cerrado y no permitir el cierre del mismo a menos que estén en su posición de trabajo o extraído en la posición de prueba.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 80

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.6.2 Los tableros de potencia tendrán una barra de tierra la cual se extenderá a todo lo largo del tablero. Cuando se especifique, la barra saldrá fuera del tablero.
- 8.6.3 Cuando se especifique un sistema de puesta a tierra de alta resistencia, se equipará con indicadores de falla a tierra, alarmas y un método para inyectar una señal registrable en una fase conectada a tierra para ayudar a localizar rápidamente fallas del sistema cuando este está energizado.
- 8.6.4 Se proveerán sistemas de seguridad mecánicos o algún otro método para permitir que la sustitución de interruptores se haga solo con unidades que tengan la misma o más alta capacidad nominal.
- 8.6.5 Se proveerán barreras de propagación de arco a fin de prevenir los siguientes casos:
- a. Ocurrencia de arcos en ductos de barra a través o alrededor de interruptores de entrada hacia derivaciones de barras o a la barra principal.
 - b. Ocurrencia de arcos en el lado de carga del interruptor de entrada hacia la barra principal o derivaciones de la barra principal.
- También se proveerán medios en subestaciones con secundarios selectivos y tipo spot network para prevenir que el arco en una barra principal pase a la otra barra a través o alrededor del interruptor de acoplamiento.
- Las barras principales totalmente aisladas satisfacen estos requerimientos.
- 8.6.6 Los interruptores de capacidad nominal idéntica, dentro del tablero de potencia, serán intercambiables.
- 8.6.7 El compartimiento de reserva será totalmente equipado con excepción del interruptor.
- 8.6.8 Los accesorios estándares del fabricante serán suministrados con el tablero de potencia.
- 8.6.9 Cada relé de protección debe tener previsiones para hacer pruebas de disparo de su interruptor asociado, aplicando corriente o tensión operando manualmente un botón para prueba de disparo u operando manualmente un relé.
- 8.6.10 La provisión para prueba de relé debe consistir en enchufes o suiches de prueba incorporados en el relé, o regletas terminales de prueba montados separadamente. Las provisiones permitirán cortocircuitar los transformadores de corriente y la desconexión selectiva del relé, de los transformadores de corriente, transformadores de potencial, energía auxiliar y circuitos controlados por el relé.
- 8.6.11 La provisión para prueba del relé no permitirá que la cubierta del relé o la puerta del comportamiento del relé pueda ser cerrada mientras las conexiones del relé estén en posición de prueba.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 81

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

8.6.12 Los relé de protección y los de inicio de reaceleración, bote de carga y esquemas de transferencia de carga, como sobre corriente, tendrán una tercera conexión en la terminal que irá más cuando el relé funcionó cualquiera que sea la ubicación del relé.

8.6.13 Los transformadores de corriente irán montados en la parte fija del tablero de potencia. El fabricante puede proponer alguna otra alternativa para la aprobación del Ingeniero del Proyecto.

La ubicación del transformador de corriente será tal que:

- a. Su relación de transformación y marcas de polaridad puedan ser identificadas aún después que se hayan hecho sus conexiones y
- b. Para transformadores que tengan terminales secundarios, los terminales y las barras de cortocircuito (si existen) serán accesibles y la posición de la barra de cortocircuito será visible una vez que se haya hecho la conexión primaria.

8.6.14 Se suministrarán placas de identificación grabadas de acuerdo a los siguientes puntos:

- a. En el frente de la caja de cada interruptor identificando el servicio mediante el número o nombre del equipo.
- b. En la parte externa de las gavetas o puertas de transformadores de potencial

grabadas en blancos sobre fondo de color negro la tensión de los motores planas serán

PRECAUCION**AL ABRIR LA GAVETA (O PUERTA) SE DISPARA EL MOTOR**

- c. En el frente de los tableros, identificar cada relé, señalando el número de la función del elemento, tal como 51-1, 27M-2, 86T.
- d. En el frente del tablero, dar las instrucciones de reposición para los relés de protección del transformador, 86T (cuando se suministre).
- e. En el lado de cada relé que dispare más de un interruptor, se ubicará una placa de identificación en letras blancas sobre fondo rojo que diga:
- f. Al lado de cada relé que dispare más de un interruptor, se ubicará una placa de identificación en letras blancas sobre fondo rojo que diga:

PRECAUCION:**ESTE RELE DISPARA LOS SIGUIENTES INTERRUPTORES:**

INTERRUPTOR _____

INTERRUPTOR _____

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 82

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- g. En el frente del tablero en cada interruptor ubicado en la misma sección vertical dehectaduradelpintacolor de barras. La placa identificará a cual barra está
- h. Una placa identificará cada fase del sistema de barras.

8.6.15 Los tableros de potencia instalados a la intemperie tendrán un encerramiento a prueba de agua construido en material resistente a la corrosión. Las superficies exteriores del fondo del encerramiento se cubrirán con un material sellante después que se hayan aplicado las capas de pintura de fondo.

8.6.16 Ventilación de la batería. Se tomarán precauciones para prevenir la acumulación de una mezcla explosiva dentro del tablero de potencia tipo intemperie, de construcción estándar o con pasillos protegidos, cuando las baterías van dentro

- a. Para construcción estándar a la intemperie, se deben utilizar rejillas de ventilación en el encerramiento de las baterías.
- b. En construcciones con pasillos protegidos a la intemperie, se preverá una adecuada cantidad de intercambio de aire entre el pasillo protegido y los encerramientos para baterías.

NOTA:

Para determinar el cambio de aire requerido, éste se debe basar en el método de carga y lo estimado por el fabricante de las baterías en cuanto a cantidad de H₂ desprendido. Se tomará en cuenta a la hora del cálculo los cambios de aire por filtraciones en el encerramiento.

8.6.17 Los puntos de conexión de circuitos de medición, protección y control, llevarán regletas terminales para facilitar las labores de reparación y mantenimiento. Las regletas serán montadas dentro del tablero, accesibles por la parte frontal y libres de riesgo de contacto con componentes energizados. La regleta terminal será de tipo barrera con terminales de tornillo para ser usados con conectores de tipo anillo o paleta. No se aceptarán regletas terminales de desconexión rápida.

8.6.18 Se proveerá un sistema de identificación del cableado en los circuitos de medición, protección y control, para facilitar las labores de reparación y mantenimiento. El sistema puede consistir en un código de colores, impresión de la identificación sobre los cables, marcadores de cables conectados correctamente en cada extremo del alambre, o bien una combinación de ellos. Cada cable será marcado en cada extremo con el terminal y la regleta terminal de el otro extremo (Método ISA).

8.6.19 Las bobinas de disparo de los interruptores y las bobinas de los relés de bloqueo, serán supervisadas mediante una luz piloto de "disparo seguro" energizado

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 83

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

normalmente. Es preferible que la luz de “disparo seguro” sea la roja de “interruptor cerrado”.

8.6.20 Los circuitos de control de los interruptores serán antibombeo y de disparo libre.

Tableros de potencia de baja tensión

8.6.21 Los interruptores serán del tipo en aire.

8.6.22 Los interruptores de operación eléctrica serán usados en el secundario de transformadores y como enlazar de barras en sistemas con secundarios selectivo y subestaciones tipo spot network. El resto de los interruptores será de operación manual, excepto donde se requiera operación eléctrica para:

- a. Permitir operación remota, como por ejemplo control de motores.
- b. Cumplir con los códigos, estándares o los requerimientos del fabricante del interruptor para una operación segura sin dispositivos de protección de disparo instantáneo.

8.6.23 Los interruptores que cierran con energía almacenada son preferidos, pero los tres tipos mencionados a continuación son aceptables:

- a. Cierre con solenoide.
- b. Cierre directo con motor en interruptores de alimentadores.
- c. Cierre directo con motor para enlace de barras e interruptores de alimentación de motores solamente si la operación de cierre no dura más de un segundo.

8.6.24 Se utilizarán relés como dispositivos de protección para los interruptores de entrada en subestaciones tipo spot network.

8.6.25 Se utilizarán relés como dispositivos de protección en la entrada de subestaciones con secundario selectivo con transferencia automática. Sin embargo, previa la aprobación del Ingeniero del Proyecto, se acepta el uso de lo siguiente.

- a. Dispositivos de disparo de acción directa para funciones 51-1, 51-2, 51N-1 y 51N-2.
- b. Relés para funciones 50-2 y 50N-2.

8.6.26 Los dispositivos de disparo por sobrecorriente, de acción directa, serán utilizados en interruptores de entrada y salida en subestaciones con primario selectivo y radiales.

8.6.27 Los dispositivos de disparo selectivo serán utilizados en interruptores no limitadores de corriente donde se quiera obtener coordinación en las gamas de

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 84

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

falla. Cuando no se obtenga coordinación con disparos de acción directa, se utilizarán relés de protección. El riesgo selectivo para interruptores y limitadores de corriente es aceptable, solo es aprobadó por el ingeniero del proyecto.

- 8.6.28 Si se especifica la barra de neutro principal sin definir su corriente nominal, este valor será el 50% de la capacidad nominal de la barra de fase.
- 8.6.29 La barra del neutro principal, cuando se ha especificado, se extenderá a todo lo largo del tablero, y será aislado de tierra.
- 8.6.30 Se proveerán medios (tal como puentes apernados) para aislar la barra de neutro, del neutro del sistema.
- 8.6.31 Los fusibles de transformadores de tensión, fusibles de control, y suiches de control serán accesibles para efectos de operación y reemplazo. Estos dispositivos estarán aislados a una distancia segura de elementos del tablero portadores de corriente que no estén aislados.

Tableros de potencia de media tensión

- 8.6.32 Los tableros de media tensión serán de tipo blindado, de acuerdo a la especificación ANSI C37-020.
- 8.6.33 Los interruptores serán controlados eléctricamente, bien sea mediante solenoide o un mecanismo operado por almacenamiento de energía.
- 8.6.34 Se utilizarán relés como dispositivos de protección para los interruptores.
- 8.6.35 Los transformadores de potencial y sus fusibles serán montados en un compartimiento separado extraíble o equivalente. La conexión primaria se desconectará antes que el transformador o los fusibles del primario estén accesibles. Para los fusibles del primario de los transformadores de control se hará un arreglo similar.
- 8.6.36 Se requerirán amperímetros en los circuitos de salida, en la forma siguiente:
 - a. En una fase para arrancadores de motores.
 - b. En otros circuitos, puede ser un medidor de tres instrumentos o un medidor sencillo y un suiche selector para tres fases.
- 8.6.37 Los tableros en ambiente interiores y los exteriores con pasillo tendrán un compartimiento de pruebas para los interruptores. Esto permite la operación e inspección de los elementos del interruptor fuera de la estructura del tablero.
- 8.6.38 Los tableros en ambiente exteriores que no tengan pasillo aislado, tendrán cables de prueba para permitir la operación del interruptor, fuera de la estructura del tablero.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 85

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.6.39 El diseño del interruptor evitara que se generen sobretensiones transitorias peligrosas las cuales pudieran afectar el aislamiento del equipo el cual sirve para arrancar los motores y en especial cuando se conectan/desconectan pequeñas corrientes inductivas tal como la corriente sin carga o con carga parcial de motores pequeños.

Tensión de control para tableros de potencia (baja y media tensión)

- 8.6.40 La alimentación de control será diseñada de manera que exista una para cada uno de lo siguiente:
- a. Cada barra de potencia o sección de barra para los interruptores de salida.
 - b. Para el interruptor de entrada en subestaciones radiales y con primarios selectivos.
 - c. Para los interruptores de entrada y el dispositivo de enlace de barras en subestaciones con secundario selectivos.
 - d. Para los interruptores de entrada y dispositivo de enlace de barras (si existen) en subestaciones tipo spot network.
 - e. Para el sistema de control reacceleración en arrancadores de motores con sujeción mecánica.
- 8.6.41 Se proveerá un suiche común para los circuitos de cierre y disparo en cada ramal de control. Esto se usará cuando ambos circuitos sean de corriente continua.
- 8.6.42 En el circuito de cierre de cada interruptor con solenoide o con energía almacenada eléctricamente se proveerá una protección por sobrecorriente. Se puede omitir o cambiar la protección en circuitos de disparo, siguiendo la práctica preferida por el fabricante, de acuerdo a lo siguiente:

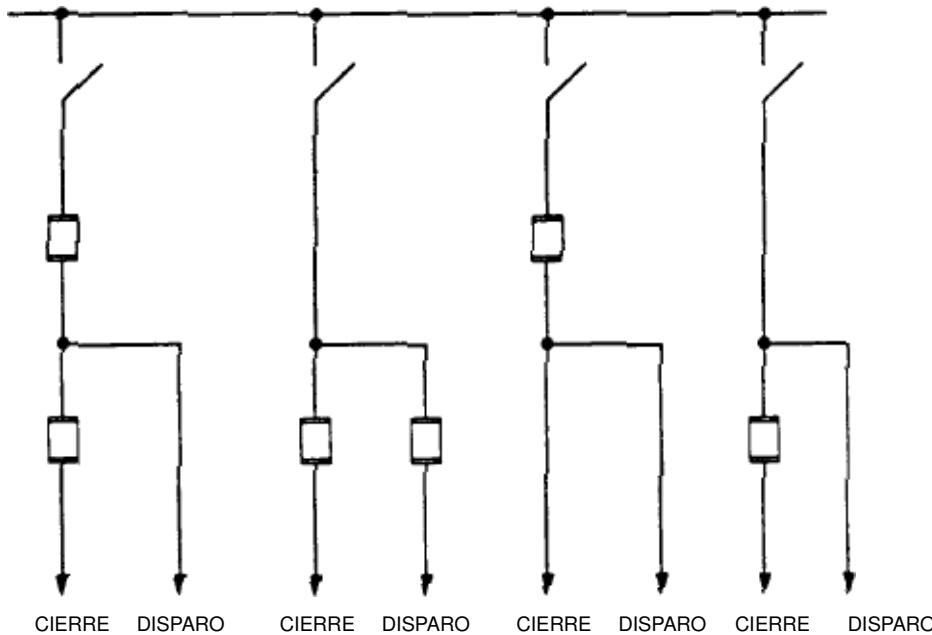
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 86

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.6.43 La tensión para el sistema de control se supervisará mediante relés auxiliares normalmente energizados localizados dentro del tablero. Los relés serán de operación continua en la tensión de la barra sin que tiendan a pegarse en la posición energizada ni tarden mucho en volver a la operación en caídas de tensión transitorias. Se utilizará un relé para cada sistema de control y su bobina se conectarán en el punto más distante de la conexión de suministro. Se cableará en serie un contacto abierto desde cada relé, para actuar una alarma de "pérdida de tensión control" en el panel de alarmas de la subestación.

8.7 Centros de Control de Motores

- 8.7.1 Los centros de control serán estructuras autosoportantes con encerramiento metálico. Las estructuras consistirán de secciones verticales que pueden ser ensambladas en un grupo con una barra común, formando un tablero al cual se puedan agregar secciones adicionales rápidamente. Cada sección vertical será sub-dividida en compartimientos que contengan los diversos dispositivos de control y protección.
- 8.7.2 Los centros de control para ambientes exteriores tendrán un encerramiento a prueba de humedad de un material resistente a la corrosión. La superficie exterior del fondo será revestida con un material sellante después que se hayan aplicado las capas de pintura de fondo. El Ingeniero del Proyecto especificará el tipo de protección requerido de acuerdo a las condiciones del medio ambiente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 87

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.7.3 Los centros de control tendrán una barra para conexión a tierra montada horizontalmente cerca del fondo de la estructura, a todo lo largo del tablero.

Centro de control de baja tensión

- 8.7.4 El taladro de la estructura, los cortes, soldadura etc., serán diseñados y terminados en taller para permitir hacer la distribución de los compartimientos de control en cualquier combinación posible utilizando sujetadores simples, tales como tuercas tornillos.

Si el diseño del enchufe en la barra utiliza formas especiales o accesorios conectados permanentemente a la misma, estos serán suministrados para todos los lugares necesarios en caso de hacer una redistribución de todos los tamaños posibles de compartimientos.

- 8.7.5 El aislamiento entre dispositivos, barras y cables debe prever lo siguiente:

- a. Permitir que los cables sean halados en forma segura dentro del CCM, llevándolos hasta los compartimientos, con el CCM energizado. Es preferible que las partes sin aislamiento no estén ubicadas en los espacios de halado de cables. Es aceptable si los terminales aislados de cables están ubicados allí, siempre que temporalmente puedan ser aislados en una pieza durante el halado de cable.
- b. Evitar los arcos y retardar que los elementos producto de los arcos originados en los compartimientos penetren en las barras.
- c. Prevenir la transmisión de arcos y retardar la migración de productos de arcos entre compartimientos, aún cuando se haya removido un dispositivo del ensamblaje.
- d. Permitir que el personal trabaje en forma segura con barra energizada dentro de un compartimiento vacío o de uno al que se le haya removido el dispositivo de control. Esto se logrará mediante el uso de aislamiento en la barra principal y de aislamiento total en la barra vertical, con aberturas sólo para los contactos de enchufar.

- 8.7.6 Las fases, neutro y enchufes soportarán una corriente mínima de cortocircuito simétrico de 22.000 amperios. Si la capacidad de cortocircuito especificado excede este valor, se suministrará un reporte de la prueba, certificando que la barra y los enchufes de un centro prototípico han sido probados con éxito, a un valor igual o mayor que el valor especificado.

- 8.7.7 Los neutros de la barra principal, cuando así se especifique, se instalarán en toda la longitud del centro de control y serán aislados de tierra. Si no se especifica su capacidad, ésta será el 50% del valor nominal de las barras de fase.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 88

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.7.8 El ensamblaje de los elementos de control tendrá conexiones enchufables o si no serán dispositivos de forma tal que pueda ser removido sin desenajuzar el centro; se puede proponer el uso de ensamblajes con conexiones fijas y someterlo a la aprobación del Ingeniero del Proyecto.
- 8.7.9 El tipo de control de motor será una combinación de contactor magnético con interruptor, fusible o MCP. Los suiches de desconexión podrán interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.
Los fusibles o interruptores limitadores de corriente se usarán solo cuando se requieran para protección contra cortocircuito.
- 8.7.10 Otro tipo de alimentadores tendrán interruptores o seccionadores con fusibles.
- 8.7.11 Se instalará un suiche de control en la parte exterior de la puerta de acceso de cada combinación arrancador-fusible que no tenga un suiche de desconexión. El suiche de control tendrá dos posiciones; una marcada "disparo" y la otra "remoto". Al pasar el suiche a "disparo" se desenergizará la bobina del contactor y desconectará la energía de control de todas las estaciones de control remoto. Si se pasa el suiche a "remoto" se conectará la energía de control de manera que el arrancador puede ser operado desde las estaciones de control remoto.
- 8.7.12 Las puertas de acceso tendrán enclavamiento de seguridad de manera que la puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor o el suiche esté cerrado, en la forma siguiente:
- a. Con el interruptor, para alimentadores con interruptor o la combinación de arrancador con interruptor.
 - b. Con el suiche de desconexión, para alimentadores con suiche-fusible o con combinación arrancador con desconectador.
 - c. Con el suiche de control, para la combinación arrancador-fusible sin suiche de desconexión.
- 8.7.13 Se proveerá de un medio para eliminar el enclavamiento de seguridad en la puerta, para permitir al personal de mantenimiento que la abra con el suiche o el interruptor cerrado.
- 8.7.14 Los centros de control que no tengan acceso a los dispositivos de control como en el caso de diseño de gavetas con o sin bisagras no son aceptables si el diseño impide el acceso del personal de mantenimiento a los dispositivos de control, cuando estos están en funcionamiento.
- 8.7.15 En los casos de combinación arrancador-fusible sin suiche de desconexión se prefiere un enclavamiento mecánico, así estos no pueden ser extraídos para desconectar los contactos enchufables cuando el arrancador está cerrado.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 89

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Alternativamente es aceptable el uso de luz neón o algún otro tipo de luz de larga duración e permanecida desde el lado de carga del arrancador para indicar si el arrancador ha sido cerrado después que la carga debiera haber sido desenergizada. Es preferible que las luces piloto estén instaladas en la estructura del arrancador y que sean visible a través de una abertura en la puerta de acceso y no que sean instaladas en la puerta.

- 8.7.16 Los fusibles de potencia y control tendrán acceso en caso de reemplazo, sin necesidad de remover ningún componente del sistema de control o desconectar ningún cable de dicho sistema.
- 8.7.17 Los transformadores de control, si son requeridos se proveerán por separado en cada arrancador.
- 8.7.18 Las bobinas de arrancadores que operan a la tensión del sistema protegidas por fusibles de control, se conectarán preferiblemente de línea a neutro. Las bobinas que operan con tensión de línea a línea protegidas por fusibles de control, tendrán características para desenergizarse de manera que se asegure que si un fusible del circuito de control se abre, no se mantendrá energizada la bobina con la tensión de línea a neutro.
- 8.7.19 Los conductores del circuito de control serán protegidos según las especificaciones en las secciones 430-72 y 450-3 del CEN.

Centros de control de motores de media tensión

- 8.7.20 En toda sección vertical se suministrará un máximo de dos arrancadores. El arrancador de media tensión será del tipo de contactor con fusible.
- 8.7.21 Todo el arrancador será del tipo extraíble o enchufable. Es preferible el tipo extraíble.
- 8.7.22 Se proveerán enclavamientos mecánicos con el fin de:
 - a. Prevenir el acceso a los compartimientos de media tensión hasta que todas las áreas han sido desenergizadas y aisladas de las barras.
 - b. Prevenir el funcionamiento del dispositivo de desconexión o bien extraer o insertar el arrancador, con el suiche cerrado.
 - c. Prevenir el cierre del suiche a menos que el dispositivo de desconexión esté totalmente cerrado o abierto o a menos que el arrancador esté totalmente insertado o extraído en forma segura.
 - d. Prevenir que se energice una barra principal inactiva, cuando se esté probando un elemento de desconexión con tensión de control auxiliar.
- 8.7.23 Los cables de salida de media tensión y los cables de control no se ubicarán en el compartimiento de la barra principal o vertical a menos que éstas estén totalmente aisladas.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 90

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.7.24 El elemento de desconexión del arrancador puede soportar la corriente de corte en el circuito para disponerlo como especificada o ser coordinado con fusibles límitadores de falla.
- 8.7.25 La coordinación fusible-dispositivo asegurará que ni el límite térmico ni el de interrupción del suiche, sea excedido por ninguna falla entre fases a tierra, tomando en consideración la protección del arrancador y los límites especificados de falla.
- 8.7.26 Se requieren amperímetros en los siguientes casos:
- a. Los arrancadores de motor serán equipados con un amperímetro en una fase.
 - b. Otros arrancadores tendrán tres amperímetros o un amperímetro sencillo y un suiche selector de cuatro posiciones.
- 8.7.27 Cada elemento de desconexión con sujeción magnética tendrá un transformador de control individual.
- 8.7.28 Cada elemento de desconexión con sujeción mecánica tendrán transformadores individuales, como se indicó anteriormente (párrafos 8.7.26 y 8.7.27) o desde un sistema de control de corriente continua con baterías según se especifique.
- 8.7.29 La protección del lado primario del transformador de control se hará mediante fusibles límitadores de corriente conectados aguas abajo de los fusibles principales.
- 8.7.30 El lado secundario será conectado a tierra, sin embargo ésta conexión será automáticamente desconectada para eliminar el riesgo de una falla a tierra cuando se esté probando el circuito de control con una fuente auxiliar cuyo conductor a tierra no está identificado. La puesta a tierra de un lado es preferido. La puesta a tierra del punto medio es aceptable sólo si es necesario para el funcionamiento correcto del equipo.
- 8.7.31 El circuito de control será protegido en operación normal mediante fusible(s) en el conductor(es) no puesto a tierra.
- 8.7.32 Los arrancadores o elementos de desconexión de la misma capacidad nominal e idéntico tipo dentro de la estructura de un centro de control, serán intercambiables.
- 8.7.33 Se suministrará un sistema de identificación del cableado de los circuitos de medición, protección y control para facilitar las reparaciones y el mantenimiento.
El sistema puede estar basado en código de colores, identificación impresa en los cables, marcadores instalados firmemente en cada extremo del alambre o una combinación de estos métodos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 91

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

8.8 Protección y Control de Circuitos de Motores

Suiches selectores para arrancadores de motores

- 8.8.1 Los interruptores usados como arrancadores llevarán un detector operable desde el lado exterior. El mismo tendrá 3 posiciones marcadas remoto-disparo-apagado (disparo en la posición central) y no será de retorno con resorte, con contactos colocados para efectuar lo siguiente:
- a. La posición remota dará el control del interruptor a la estación de control en el motor.
 - b. La posición de disparo abrirá el interruptor y bloqueará el control del interruptor desde la estación de control en el motor.
 - c. La posición apagado aislará la estación de control en el motor de la tensión de control y alarma.
- 8.8.2 En interruptores sin botón de cierre para mantenimiento en el elemento removible, el selector operable desde el exterior tendrá la siguiente posición:
REMOTO – DISPARO – APAGADO – CIERRE PARA MANTENIMIENTO
El botón de cierre para mantenimiento y el selector (cuando está en posición de cierre para MANTENIMIENTO) cerrará el interruptor cuando éste se encuentre en posición de prueba.
- 8.8.3 Para arrancadores diferentes a los interruptores, se proveerán medios en la parte frontal del encerramiento (sin puertas que abran o gavetas) con los fines mencionados a continuación:
- a. Desenergizar el motor
 - b. Aislar la estación de control de la tensión de control
 - c. Aislar la estación de control de la tensión de alarma.

NOTA: Esto puede realizarse mediante elementos separados si los mismos son identificados con sus funciones.

Control de reacceleración

- 8.8.4 Si se especifica la reacceleración para un motor, este reaccelerará automáticamente sólo si estaba funcionando antes de la pérdida o caída de tensión y si el suministro retorna en un tiempo específico. Los relés de "memoria" para cada arrancador serán utilizados en esta selección.
- 8.8.5 El control de reacceleración en contactores magnéticos se hará mediante relés de tiempo, para memorizar o para retardar el rearanque si se especifica una reacceleración por pasos. Los relés de retardo de pasos perderán la información en memoria si la tensión cae 50% durante 0.1 segundos o más, de manera que bajo múltiples caídas en el suministro de tensión la secuencia de pasos comienza con una separación de los pasos después de cada interrupción.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0

JUL.93

Página 92

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

8.8.6 Los relés de reacceleración en los centros de control de baja tensión se colocarán en la parte removible enchufable del arrancador no requiriendo cableado especial. Este requerimiento puede ser omitido si menos del 15% de los motores requieren reacceleración.

8.8.7 En arrancadores con sujeción mecánica, se proveerá un esquema de reacceleración para lo siguiente:

- a. Proveer medios en cada motor para permitir cambiar la selección si el motor reaccelera o no, y si es así, en qué pasos, si se necesita más de uno. Este cambio se logrará sólo por selección en una regleta terminal y no requerirá cambios en el cableado entre cubículos.
- b. El disparo del motor por baja tensión se iniciará con dos relés en fases separadas para cada barra. Los dos relés detectarán baja tensión para que ocurra el disparo. Se puede proveer retardo de tiempo de la manera siguiente:
 - a. Los motores en la etapa inicial o única etapa serán disparados sólo si la tensión no se recupera en el tiempo especificado en la memoria del relé. Los relés con memoria tendrán un retardo de tiempo ajustable de hasta 10 segundos a menos que se especifique otra cosa.
 - b. Los otros motores se disparan después de un retardo ajustable de hasta 1 segundo. Este retardo permitirá que los motores trabajen con caídas de tensión de corta duración (menor a 1 seg.).
- c. La reacceleración por etapas, si se requiere, será controlada con un relé de tensión en cada barra, el cual iniciará la secuencia por etapas, tan pronto la tensión se recupera a un valor aceptable. Este relé tendrá una relación despegue/arranque de por lo menos 0,95.
- d. En subestaciones con secundario selectivo, el control por etapas de las dos barra será en paralelo (control afectado por el relé que arranca primero) si el interruptor de enlace está cerrado. Un retardo de tiempo entre etapas es necesario para permitir que el arrancador cierre y que el relé de tensión controlador de las etapas detecte el incremento en la carga (la magnitud de la etapa estará basada en la reacceleración a través de un alimentador con el interruptor de enlace cerrado. Operando con el enlace abierto, de todas maneras, la etapa promedio para cada barra será reducida a la mitad. En la práctica, algunas etapas estarán vacías en algún momento dependiendo de cual de los motores de reserva está en reinicio).
- e. En caso que ocurra otra caída de tensión o una transferencia automática durante una etapa de reacceleración, el control de etapas se recolocará a la etapa cero para darle prioridad a los motores apropiados.
- f. En el caso de falla de uno o más controladores a cerrar en la secuencia apropiada, las etapas deben ser repetidas.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 93

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- g. Para todos los motores en la secuencia de reaceleración se proveerá una ~~función de prueba de los motores que permitirá el disparo y reciente automática de apertura de puertas~~. La previsión permitirá hacer la prueba con la planta trabajando y sin parar los motores en servicio. La interconexión entre los esquemas de control será supervisada por la prueba.

8.8.8 **Protección**

Los relés de protección especificados aquí son específicamente para motores de inducción de jaula de ardilla. Todos los requerimientos aplicables deben seguirse para otros tipos de motores.

- 8.8.9 Todos los motores tendrán protección de baja tensión a menos que se especifique apertura por baja tensión. El disparo de arrancadores con enganche mecánico por caída de tensión en motores que reacelerán, será retardado el tiempo requerido por el sistema de control.
- 8.8.10 El Equipamiento de control tendrá elementos para proteger el motor contra sobrecarga, rotor bloqueado y falla de fase y tierra. Las protecciones tendrán características tiempo–corriente que permitirán que el motor acelere el equipo impulsado a la velocidad máxima con carga, bajo todas las condiciones de operación normal, incluyendo reaceleración a tensión reducida con los relés de protección a la temperatura de trabajo. La protección proveerá un mínimo de 4 segundos de retardo a corriente de rotor bloqueado para arranques en caliente de motores que mueven cargas de inercia normal, tal como bombas centrífugas.
- 8.8.11 Los relés de sobrecarga serán del tipo térmico para los arrancadores con contactor magnético e interruptor y será preferiblemente, ajustable en el campo, para recolocación manual o automática. Si no se pueden suministrar relés ajustables se usarán relés con recolocación manual. La recolocación manual se hará en la parte frontal del arrancador sin abrir puertas o gavetas. Cuando así se especifique los relés serán del tipo de compensación de ambiente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 94

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.8.12 Cuando se especifique se proveerá en el arrancador un relé para alarma de sobrecarga. El relé de alarma será adicional a los relés térmicos de sobre carga a la de protección de sobrecarga. Se tomará la provisión de llevar la alarma al tablero de alarmas. En la parte exterior frontal del arrancador se colocará un aviso en letras blancas con fondo rojo que diga: "Cuidado, los contactos del relé térmico de alarma pueden estar energizados de una fuente externa".

Protección para motores de media tensión

- 8.8.13 Se proveerá relé de protección de falla a tierra en sistemas solidamente puestos a tierra o a través de baja impedancia. Los relés serán instantáneos, conectados a transformadores de corriente de secuencia cero, tipo ventana. Los contactores magnéticos serán capaces de interrumpir la máxima corriente de falla a tierra.
- 8.8.14 Se proveerá bloqueo manual en todos los relés usados como protección. Esto puede hacerse mecánicamente dentro del relé siempre que el recierre del arrancador esté bloqueado en lugar de hacer re-disparo. Como alternativa puede usarse un relé de bloqueo manual.
- 8.8.15 Relés de bloqueo paralelo General Electric tipo HEA o similar pueden usarse con arrancadores de sujeción mecánica y tendrán un bombillo de "disparo sano".
- 8.8.16 Relés de bloqueo serie iguales al English Electric CAA13 son preferidos para arrancadores con sujeción mecánica, en los cuales la bobina es activada por la corriente de disparo.
- 8.8.17 La luz roja de interruptor (indicador de cerrado) supervisará las bobinas del relé de bloqueo y las de disparo del interruptor.
- 8.8.18 Para todos los tipos de bloqueo la reposición se hará en la parte frontal exterior del tablero.
- 8.8.19 Los motores desde 2000 HP (1500 kw) tendrán protección diferencial con los relés instalados en el tablero de potencia o centro de control. Se especificará el tipo de relé (auto balanceado) y los transformadores de corriente necesarios.
- 8.8.20 Se proveerá protección de rotor bloqueado con un relé separado o con una unidad de propósitos múltiples con la función de rotor bloqueado implementado. El relé será ajustable y podrá ser ajustado para operar a/o por debajo del tiempo de daño de rotor bloqueado especificado por el fabricante.

Detectores de temperatura para motores de BT (TEFW y TEWAC)

- 8.8.21 Detectores de temperatura para protección de sobrecarga y de rotor bloqueado pueden ser utilizados siempre que sean aptos para estas funciones. Un mínimo de tres (3) detectores, igualmente espaciados alrededor del estator, se insertarán en las bobinas. Los detectores serán conectados para abrir el contactor en caso de sobrecarga o rotor bloqueado.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 95

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Protección de sobrecarga en baja tensión**

- 8.8.22 Si el motor tiene detectores de temperatura se pueden omitir los relés térmicos de sobrecarga. Si se especifica, la señal de disparo de un detector de temperatura tipo termistor será de reposición manual y con indicación en el arrancador; si se provee un disparo adicional, tal como un sensor de vapor, también será de reposición manual e indicación en el arrancador (la indicación será separada pero la reposición puede ser común).

Medición remota

- 8.8.23 Si se especifican amperímetros para medición remota, estos no estarán conectados a los transformadores de corriente de protección. Si la medición es

- 8.8.24 necesaria, se instalarán transformadores de corriente separados. Los circuitos que alimentan voltímetros remotos tendrán fusibles en el transformador de potencial.

- 8.8.25 Los arrancadores para motores equipados con calentadores de espacio tendrán un contacto auxiliar el cual se usará para energizar el circuito cuando el motor no está trabajando. El contacto permanecerá cerrado o será automáticamente presentado cuando el arrancador esté en la posición de ensayo o extraído. Los arrancadores que requieren este contacto, la tensión del calentador de espacio y la potencia en vatios serán suministrados por el ingeniero del proyecto.

En la parte frontal de los arrancadores que alimentan motores con calentadores de espacio se colocará una placa con la siguiente inscripción:

PRECAUCION

EL CONTACTO AUXILIAR DEL CALENTADOR DE ESPACIO PUEDE ESTAR ENERGIZADO POR UNA FUENTE EXTERIOR.

8.9 Calentadores de Espacio y Sistemas de Enfriamiento**8.9.1 Calentadores de espacio**

- a. Todos los tableros de potencia para uso interior o exterior y los centros de control de motores tendrán un sistema de control de temperatura separado. Los termostatos de temperatura de los calentadores de espacio se colocarán en sección vertical. La tensión de los termostatos de temperatura de los calentadores de espacio se especificará por separado.
- b. Un sistema de control para los calentadores de espacio se suministrará en todos los tableros de potencia y centros de control de motores. Este tendrá uno o más termostatos ajustados para apertura automática a una temperatura máxima de 35°C (95°F) y reconexión a 32°C (90°F). El termostato se colocará en las secciones más cargadas para prevenir sobrecalentamiento.
- c. En equipos para uso exterior los calentadores de espacio estarán completamente alambrados e incluirán un suiche de desconexión manual.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 96

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- d. Cuando se especifique, se proveerán calentadores de espacio en los ductos de barras. La tensión, la fuente de potencia y el método de control serán especificados por el ingeniero del proyecto.

8.9.2 Diseño del sistema de enfriamiento

- a. El diseño será a prueba de humedad y con aislamiento térmico para evitar la corrosión y limitar las temperaturas extremas interiores. De todas maneras no se proveerá ventilación con rejillas o ventiladores de techo con excepción del escape por tiro natural. Se podrán utilizar extractores en la sala de baterías.
- b. Se puede proveer refrigeración mecánica en las subestaciones para mantener su temperatura interna en la gama de 29 °C a 32 °C (85 °F a 90 °C).
- c. Las unidades comerciales tipo ventana son preferidos. Sin embargo, para subestaciones tipo bunker se permite el uso de una unidad externa condensador-compresor, y una unidad interna separada evaporador-ventilador cuando las unidades de ventana no satisfacen los requerimientos.
- d. Las subestaciones no tendrán ventana.
- e. Las pérdidas de calor de los equipos tales como transformadores, reóstatos, equipos electrónicos, etc. serán considerados en el cálculo del enfriamiento artificial necesario.
- f. Los equipos de aire acondicionado, cuando sean suspendidos del techo, no se ubicarán encima de equipos eléctricos.

8.10 Ductos de Barras (13,8 kV), Ductos Metálicos para Cables (4, 16 kV o menor)

- 8.10.1 Todos los ductos de barra tendrán encerramiento metálico. Se prefieren los no ventilados. Si se utilizan los ventilados, éstos cumplirán con lo siguiente:
 - a. Las aberturas de ventilación serán menores o iguales a 6 mm (1/4 pulg.) o tendrán una rejilla de protección que cumpla con esta condición.
 - b. Las aberturas de ventilación no se ubicarán en la parte superior del ducto.
- 8.10.2 Las porciones exteriores de los ductos de barras o ductos de cables serán a prueba de intemperie. Cuando los ductos interconectan transformadores tipo exterior con tableros de potencia tipo interior o subestaciones tipo pasillo, se colocarán barreras de material resistente a la llama, no conductor, en el límite de la pared del edificio o encerramiento.
- 8.10.3 Se prefieren las barras aisladas.
- 8.10.4 Si se especifica barra de neutro y no se da su capacidad, la misma será el 50% de la capacidad de las barras de fase. La barra de neutro estará aislada del ducto de barras.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 97

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 8.10.5 El ducto tendrá aberturas de drenaje en los puntos más bajos de su recorrido, los cuales serán permanentes con igual espesor. (1/4 pulg.) o tendrán una rejilla de protección que cumpla con igual condición.
- 8.10.6 Las barras y conductores dentro del ducto se soportarán y espaciarnán de manera que exista aire entre las barras de diferentes fases y entre todas las barras y el encerramiento. Los ductos de barras tipo emparedado, encapsulado o construcciones similares donde las barras o conductores están separados entre ellos y del encerramiento solo por material aislante no son aceptados.
- 8.10.7 El encerramiento del ducto de barras proveerá un camino continuo desde la fuente de potencia hasta la carga. El mismo será capaz de conducir la corriente máxima de falla a tierra durante dos (2) segundos. Todas las juntas se diseñarán para que formen un puente de baja impedancia, tanto en el cuerpo del ducto como en las terminaciones. Cualquier recubrimiento no conductor, pintura por ejemplo, será eliminada o penetrada para asegurar un buen contacto eléctrico.
- 8.10.8 Se dejará la previsión para permitir la expansión y contracción de las barras y ductos debido a los cambios de temperatura ambiente y los cambios que resultan de las corrientes de carga y cortocircuito.

8.11 Inspección y Ensayos

Inspección

- 8.11.1 El ingeniero del proyecto referido en esta especificación es el ingeniero responsable de la coordinación de las diferentes actividades dentro de un proyecto.
- 8.11.2 La inspección incluirá un examen visual de todos los componentes ensamblados de un equipo y la certificación de los ensayos y sus resultados tal como se mencionó en las especificaciones.
- 8.11.3 Todos los tableros de potencia, centros de control y ductos de barras serán ensayados en la fábrica. Los ensayos consistirán de los normalizados por el fabricante.
- a. Alta tensión (HIGH POT) en barras principales, barras de control y alambrado de control.
 - b. Simulación de operación en, por lo menos, un interruptor, arrancados o contactor de cada tipo. El circuito de control será energizado y operado eléctricamente. La operación se hará en la posición normal y de ensayo. Los interruptores serán también operados manualmente. Cada interruptor componente de un sistema de transferencia automática será operado manualmente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 98

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Todos los sistemas de transferencia automática serán ensayados simulando condiciones normales y anormales con su sistema de control energizado.
 - d. La operación de los equipos de medición será simulada con sus circuitos energizados.
 - e. Se ensayará la operación de todos los relés de protección accionando cada uno de ellos manualmente, con su circuito de control energizado.
 - f. Los sistemas de control remoto se ensayarán para verificar la operación bajo condiciones simuladas.
 - g. Se verificará la operación de los sistemas eléctricos de bloqueo y los sistemas de llaves.
 - h. Se verificará que los calentadores de espacio operan.
 - i. Se verificará que todos los equipos de detección de fallas a tierra operan, simulando fallas en cada una de las fases.
- 8.11.4 Los ensayos de operación estarán de acuerdo con lo siguiente:
- a. Los ensayos de operación se harán con los interruptores y arrancadores suministrados. No se aceptan equipos de reemplazo.
 - b. No es necesario que todos los interruptores y arrancadores sean ensayados, pero por lo menos uno de cada tipo estará disponible para verificar su operabilidad.
 - c. Para los sistemas de transferencia automática todos los interruptores estarán disponible para el ensayo.

9 CONTROL DE SUB-ESTACIONES CON SECUNDARIO SELECTIVO Y CON TRANSFERENCIA AUTOMATICA

9.1 Alcance

Esta especificación cubre los seguidamente obligatorios para los sistemas de Automática.

9.2 Definiciones

- 9.2.1 Las subestaciones con secundarios selectivos, como se define en esta especificación, son aquellas que constan de dos barras, cada una de las cuales es alimentada por un interruptor de entrada en posición normalmente cerrado y conectadas entre si con un interruptor de enlace normalmente abierto. Aunque

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 99

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

el nombre se deriva de diseños que utilizan dos transformadores los cuales tienen sus respectivas protecciones independientes apropiadas, la subestación es una combinación de las dos transformaciones con alimentación doble por los transformadores.

- 9.2.2 La protección del transformador consiste de cualquiera de los elementos siguientes, individual o combinados:
- a. Relés trifásicos de sobrecorriente conectados a transformadores de corriente en los pasatapas primarios del transformador o en los terminales de cables.
 - b. Relés de presión súbita o relés Buccholz.
 - c. Relés diferenciales.
 - d. Relés de temperatura del aceite
 - e. Relés de imagen térmica
- 9.2.3 La protección en el secundario del transformador consiste de un relé de falla a tierra en la conexión del neutro del transformador a la malla de tierra o de relés de falla a tierra restringidas.
- 9.2.4 Un relé de bloqueo tipo serie es un relé auxiliar, en serie con la bobina de un dispositivo asociado. La operación de los relés de protección en el circuito provoca la operación simultánea del relé de bloqueo y su dispositivo asociado. Los contactos del relé de bloqueo pueden realizar otras funciones en el circuito, incluyendo el bloqueo de los circuitos de cierre de uno o más interruptores o contactores.
- 9.2.5 Un relé de bloqueo tipo paralelo es un relé auxiliar, usualmente de reposición manual, cuya bobina de operación está conectada en paralelo y está asociado con otro dispositivo cuya bobina está simultáneamente conectada a la misma o a otra fuente de control de potencia separada. La operación de los relés de protección provocan la activación del relé de bloqueo, cuyos contactos inician la operación de su dispositivo asociado. Otros contactos del relé de bloqueo pueden realizar otras funciones en el circuito incluyendo el bloqueo de los circuitos de cierre de uno o más interruptores o contactores.

9.3 Diseño

Secuencia de operación

- 9.3.1 El esquema de control proveerá transferencia automática de la alimentación a cada barra, desde su entrada a la otra barra. La secuencia de operación de la transferencia automática será como se indica en el diagrama de bloques de la Fig. 1.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 100

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 9.3.2 El esquema de control permitirá la transferencia manual para sacar fuera de operación una entrada para colocar una de entrada en servicio después de una secuencia de transferencia. La secuencia de operación de transferencia manual será como se indica en el diagrama de bloques aplicable de las Figs. 2 ó 3.
- 9.3.3 La secuencia de transferencia manual para subestaciones alimentadas desde fuentes no sincronizadas, es la indicada en la Fig. 3. El esquema de control no permitirá paralelismo de las entradas durante el cambio.
- 9.3.4 Fuentes sincronizadas. La Fig. 2 muestra la secuencia de transferencia manual para subestaciones alimentadas desde fuentes que están siempre en sincronismo o aquellas que puede ser sincronizadas durante la operación de transferencia. Se colocará un selector de disparo que tenga las siguientes características:
- a. El suiche tendrá 3 posiciones únicamente. Una posición para el interruptor de enlace de barras y una posición para cada uno de los interruptores de entrada.
 - b. El suiche se conectará de tal manera que el interruptor seleccionado se dispare posteriormente al cierre de los tres interruptores. Por lo tanto, las entradas estarán en paralelo momentáneamente durante el cambio, a fin de evitar la interrupción del servicio.
 - c. Para todas las subestaciones con secundarios selectivos, se usará un relé de verificación de sincronismo, (dispositivo 25) del tipo estado sólido normalmente energizado. Esto es aplicable cuando exista la posibilidad de que la alimentación venga de dos fuentes no sincronizadas.

Transformadores para instrumentos, relés y medidores

- 9.3.5 La disposición de los transformadores de instrumentación, relés y medidores se hará de acuerdo a lo aplicable de la Fig. 4.
- La Fig. 4 presenta el diagrama unifilar de una subestación con secundario selectivo con transferencia automática que tiene el inicio de la operación de transferencia desde la subestación fuente y con protección en el secundario del transformador.

Iniciación de la transferencia de la subestación fuente

- 9.3.6 Un disparo transferido con la subestación fuente puede ser especificado para iniciar la transferencia automática de la subestación con secundario selectivo, cuando uno de los interruptores de alimentación en la subestación fuente se abre. Este arreglo elimina el retardo de tiempo asociado con el inicio de transferencia por baja tensión. En caso de que una o más subestaciones sean alimentadas en paralelo con un par de alimentadores, se proveerán relés auxiliares (94) separados para cada subestación.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 101

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 9.3.7 El disparo transferido se usará para disparar el interruptor de alimentación para subestaciones que tengan protección primaria o secundaria del transformador. **Protección en el secundario del transformador**

9.3.8 Si se especifica protección en el secundario del transformador, los relés de protección activarán un relé de bloqueo con reposición manual. La operación de este relé bloqueará los circuitos de cierre del interruptor fuente y del interruptor de entrada, iniciará transferencia automática y en caso de que el relé sea del tipo paralelo, iniciará el disparo del interruptor fuente.

Si la protección del transformador utiliza relés de presión súbita tipo equivalente al GE Modelo 900-1 o Westinghouse tipo SPR; se usarán relés de bloqueo tipo paralelo.

Si el transformador utiliza relés del tipo Buchholz, pueden usarse relés de bloqueo tipo serie o paralelo pero se prefieren los primeros.

Relés de bloqueo

- 9.3.9 Los relés de bloqueo tipo serie tendrán las características siguientes:
- a. Reposición manual desde el exterior del tablero.
 - b. Indicación de disparo, tipo bandera mecánica.
 - c. Es preferible que una luz piloto de “disparo seguro” provea supervisión simultánea del circuito de inicio de disparo y de la bobina del relé de bloqueo, suponiendo que no hayan tantas subestaciones alimentadas por el interruptor fuente, como para la corriente total pudiera causar un disparo falso.
- 9.3.10 Con los relés de bloqueo tipo paralelo, se colocará supervisión de la bobina del relé, mediante una luz piloto de “disparo seguro”. En caso de que una o más subestaciones con la misma ubicación, sean alimentadas en paralelo desde un par de alimentadores; se colocará un solo relé de bloqueo tipo paralelo por cada interruptor fuente. Ver Fig. 6 En caso de que estas subestaciones operen a tensiones diferentes, los relés de bloqueo se ubicarán en el tablero de potencia de mayor tensión.

- 9.3.11 Tanto para los relés de bloqueo tipo paralelo como para los tipo serie, se colocará y marcará adecuadamente el medio eléctrico o mecánico para accionar el relé manualmente (consecuentemente disparando el interruptor de alimentación e iniciando la transferencia); a menos que dicho interruptor esté localizado en el mismo cuarto.

Sistema de control

- 9.3.12 El arreglo del sistema de control de la subestación, se hará como se indica en las Figs. 7 u 8, para el caso de subestaciones con relés de bloqueo tipo paralelo.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 102

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Para subestaciones con relés de bloqueo tipo serie, el sistema de control será como se indica en la Fig. 7, pero no sólo ramales saliendo de la barra que entra cuarto ramal.

- 9.3.13 El nivel de tensión para los sistemas de control se supervisará mediante relés auxiliares normalmente energizados, ubicados dentro del tablero de potencia. Los relés serán adecuados para operación continua a ese nivel de tensión, sin tendencia a pegarse en la posición energizada; y tendrán retardo de tiempo en la apertura. El retardo de tiempo debe ser lo suficientemente largo para prevenir el funcionamiento u operación del relé debido a caídas transitorias de tensión. Se colocará un relé, para cada sistema de control y la bobina del relé se conectará en el punto más alejado de la alimentación. Para cada relé, se conectará en serie un contacto normalmente abierto el cual se usará para accionar una alarma de "Pérdida de Tensión de Control" en el panel de alarmas de la subestación.

Circuitos de control

- 9.3.14 Las Figs. 5 y 6 presentan circuitos de control que satisfacen los requerimientos de esta especificación. El circuito de control de la Fig. 5 es adecuado para subestaciones alimentadas desde fuentes que están siempre en sincronismo o desde fuentes que pueden sincronizarse durante la operación de transferencia. Las modificaciones necesarias para adaptar el circuito de la Fig. 5 a subestaciones alimentadas desde fuentes no sincronizadas, serán especificadas.

Medición

- 9.3.15 Cada línea de entrada deberá tener un voltímetro para la medición de la tensión fase-a-fase sin selector.
- 9.3.16 Cada barra tendrá un voltímetro con selector para la medición de la tensión fase-a-fase.
- 9.3.17 Para los casos de subestaciones con el neutro no conectado a tierra o con conexión a tierra de alta impedancia, los voltímetros de la barra tendrá un selector para la medición de la tensión fase-a-tierra de cada fase, para detectar la existencia de fallas a tierra en el sistema.

Dispositivos de supervisión

- 9.3.18 Adicionalmente a los dispositivos normales, tales como: luces indicadoras y banderas; cada tablero constará de los dispositivos supervisorios descritos en los párrafos 9.3.9, 9.3.10 y 9.3.19 a 9.3.22.
- 9.3.19 Para cada entrada se colocará una luz blanca indicadora de la condición de "transferencia lista". Esta luz se conectará a través de los contactos del dispositivo

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 103

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

o dispositivos que inicien la transferencia automática. Cuando esté encendida

- 9.3.20 indicará que el circuito, que inicia la transferencia, está listo para operar. Para cada interruptor de entrada y el de enlace, se colocará un suiche de verificación de enganche, en caso de que este esté disponible. El suiche indicará que el mecanismo de operación del interruptor ha sido reposicionado adecuadamente luego del disparo y quedará enganchado cuando el interruptor se cierre.
- 9.3.21 Los suiches de verificación de enganche colocados en los interruptores de entrada, desenergizarán la luz indicadora de posición “abierto” del interruptor, en caso de que el mecanismo del interruptor no haya sido reposicionado adecuadamente. El suiche de verificación de enganche del interruptor de enlace de barras apagará cada una de las luces “Transferencia Lista” cuando el mecanismo del interruptor no ha sido adecuadamente reposicionado.
- 9.3.22 Suiches de verificación de enganche en interruptores intercambiables. Cuando los interruptores para los alimentadores de salida, sean intercambiables con los de entrada o con los interruptores de enlace de barra:, se colocarán suiches de verificación de enganche. Cuando el mecanismo del interruptor no haya sido reposicionado adecuadamente y si el mismo está ubicado en la salida, el suiche apagará la luz indicadora de posición “abierto” del interruptor.

Disposición de elementos en el tablero

- 9.3.23 La disposición de relés, dispositivos de control y placas de identificación en la parte frontal de los tableros, para interruptores de entrada y de enlace de barra, son los indicados en las Figs. 10 y 11. Estos arreglos se usarán de la forma más fidedigna posible dependiendo del espacio disponible en el tablero. Todos los dispositivos mostrados se localizarán en la mitad superior del frente del tablero. Los suiches y dispositivos similares se ubicarán a una altura conveniente para facilitar la operación por personas.

Placas de identificación

- 9.3.24 Se colocará una placa que contenga las instrucciones de operación manual para poner fuera de servicio una entrada y para colocarla en servicio normal, después de una operación de transferencia automática o manual. La Fig. 9 presenta un ejemplo de una placa de identificación para subestaciones alimentadas desde fuentes sincronizadas.
- 9.3.25 Placas adicionales, se colocarán en la parte frontal de los tableros.
- 9.3.26 Todas las placas se colocarán en la parte frontal de los tableros.
- 9.3.27 Adicionalmente a las placas especificadas arriba, se colocarán pequeñas placas en el frente de los tableros, adyacentes a cada relé, indicando el número de la función del dispositivo, tal como 51-1, 27 R-2, etc.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 104

[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

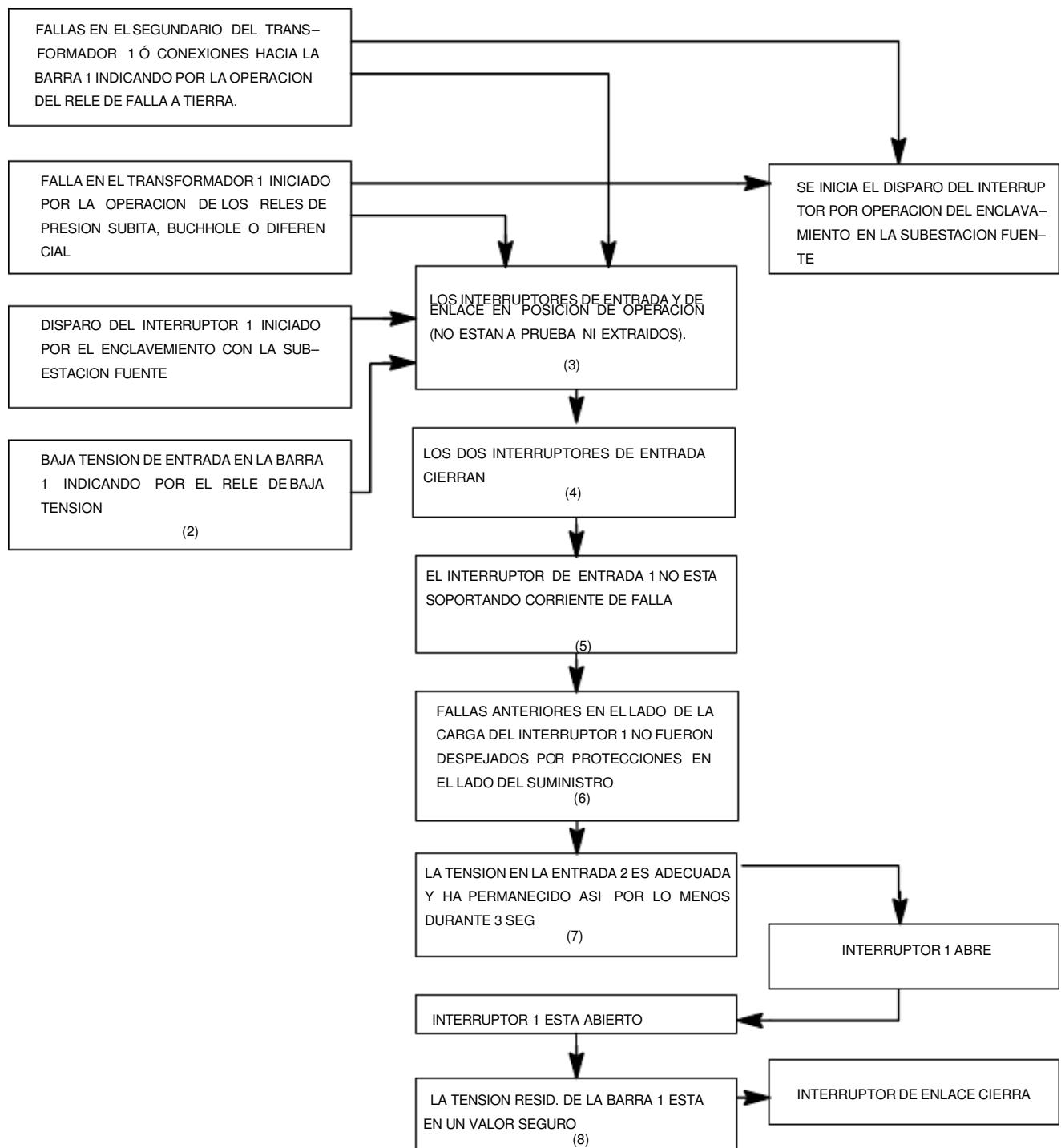
[Indice norma](#)

Fig 1.

CONDICIONES INICIALES (1)

CONDICIONES VERIFICADAS

OPERACION



NOTA:

Estos requerimientos no son aplicados a los motores del tiempo totalmente cerrados, no ventilados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 105

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**SECUENCIA DE OPERACION DE LA TRANSFERENCIA AUTOMATICA**

1. Siempre se proveerá un mecanismo de inicio de la transferencia por baja tensión en la entrada. Pueden usarse una o mas de las otras condiciones de iniciación de la transferencia, según se especifique.
 2. Baja tensión es el 70% por ciento o menos de la tensión nominal. El tiempo del relé a cero tensión es usualmente de 0,1 a 1,5 seg.
 3. La transferencia automática se bloqueará cuando alguno de los tres interruptores esté en la posición de "prueba" o extraído, a fin de prevenir los siguientes eventos:
 - a. Una transferencia incompleta, como podría ocurrir si el interruptor de enlace estuviese en las posiciones de "prueba" o extraído.
 - b. Una operación inútil de transferencia de una barra a otra, cuyo interruptor de entrada esté en posición de "prueba" o extraído.
 - c. Una transferencia peligrosa que podría energizar una barra que haya sido expresamente desenergizada y cuyo interruptor de entrada esté en posición de "prueba" o extraído.
 - d. Operación automática de un interruptor que esté en posición de "prueba", lo cual podría poner en peligro al personal de mantenimiento.
 4. La transferencia automática se bloqueará cuando cualquiera de los interruptores de entrada esté abierto, a fin de prevenir los siguientes eventos:
 - a. Transferencia automática posterior al disparo por sobreexcitación del generador en falla a la otra barra.
 - b. Una transferencia peligrosa que podría energizar a una barra que haya sido expresamente desenergizada mediante la apertura de su interruptor de entrada.
 - c. Una operación inútil de transferencia de una barra a la otra, cuyo interruptor de entrada esté abierto.
- En caso de que los relés de baja tensión usados para iniciar la operación de transferencia, sean alimentados desde los transformadores de potencial de la barra, en lugar de los de entrada; asegurará que cuando se energize nuevamente la barra, la transferencia permanezca bloqueada por un lapso de tiempo suficiente para permitir el reposicionamiento del relé de baja tensión.
5. La transferencia automática se bloqueará siempre que un interruptor de entrada conduzca la corriente de cortocircuito. La baja tensión ocasionada por la falla podría iniciar la transferencia, lo cual conectará la barra o alimentador en falla a la otra barra.
- El dispositivo 50 se calibrará por encima de la contribución del motor a la falla en la entrada, permitiendo una disminución de las componentes CA

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 106

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

y CD, usualmente de 12,5 a 18 A. El dispositivo 50N se calibrará por debajo

~~della corrente de falla en la otra alimentación que se aspera por encima~~

6. La transferencia automática se bloqueará siempre que existan dispositivos en el lado de alimentación de un interruptor de entrada, que elimina corrientes causadas por fallas ocurridas en el lado de carga de ese interruptor. A fin de prevenir la transferencia, ésta se bloqueará hasta que se haya reestablecido un 90% o más del nivel de tensión, luego de terminado el flujo de corriente de falla a través del interruptor de entrada.
7. La transferencia automática se bloqueará cuando la tensión de alimentación en la otra entrada y al momento de la transferencia, no sea igual o mayor al 90% del nivel normal de tensión. Las perturbaciones del sistema pueden causar caídas de tensión en ambas entradas. Dado que el nivel de tensión puede ser restituido a una entrada antes que en la otra, después de una caída simultánea de tensión, la transferencia se bloqueará por 3 segundos a fin de esperar por la restitución de la tensión en la otra entrada. Este hecho evita transferencias innecesarias, cuando la restitución de la tensión en ambas entradas ocurre dentro de 3 segundos.
8. El interruptor de enlace no se cerrará hasta tanto la tensión residual en la barra 1, no haya caído por debajo del valor especificado, usualmente de 25%, o 40% si todos los motores están previstos para arranque
9. **Estrella-Delta.** La secuencia mostrada corresponde a una transferencia de alimentación de la barra 1 a la barra 2. Para hacer una transferencia de la barra 2 a la barra 1, reemplazar los subíndices 1 por 2 y 2 por 1 en el procedimiento referido.

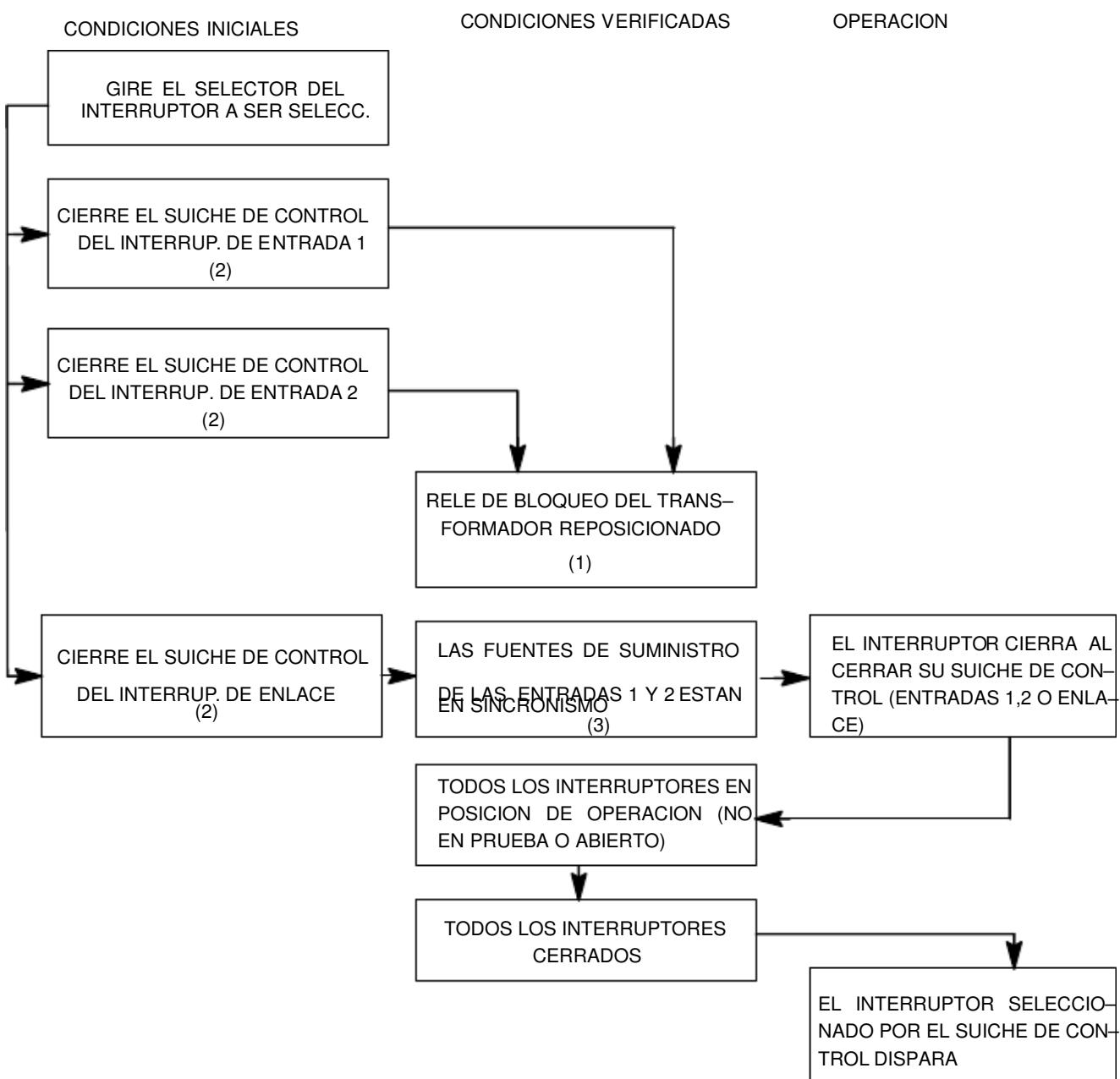
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 107

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig 2. SECUENCIA DE OPERACION MANUAL PARA SUBESTACIONES****CONECTADAS A FUENTES SINCRONIZADAS QUE PUEDEN SER SINCRONIZADAS DURANTE LA OPERACION****NOTA:**

Estos requerimientos no son aplicados a los motores del tiempo totalmente cerrados, no ventilados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

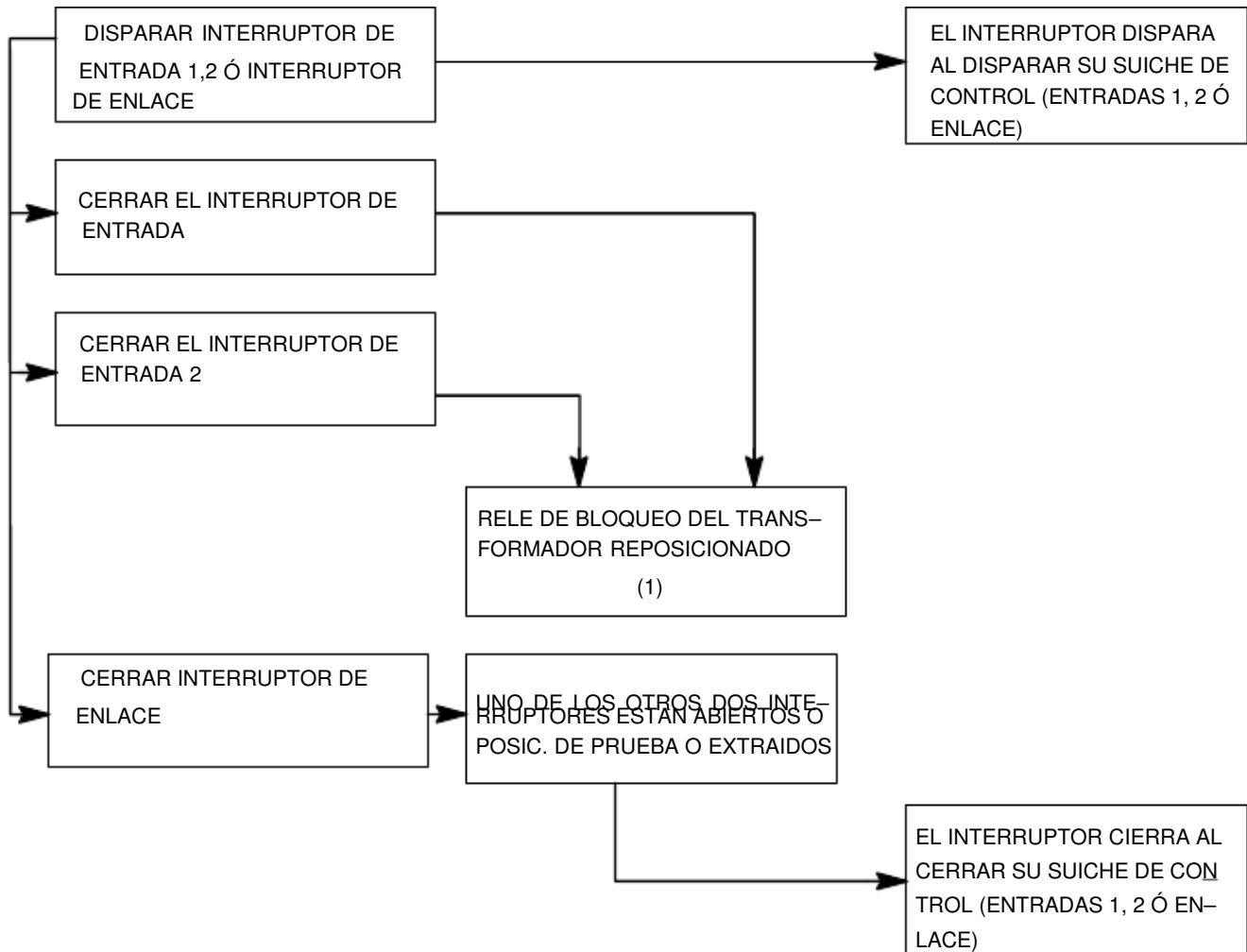
Página 108

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 3. SECUENCIA DE OPERACION MANUAL PARA SUBESTACIONES****CONECTADAS A FUENTES NO SINCRONIZADAS**

CONDICIONES INICIALES

CONDICIONES VERIFICADAS

OPERACION

**NOTA:**

Estos requerimientos no son aplicados a los motores del tiempo totalmente cerrados, no ventilados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 109

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS PARA LAS FIGS. 2 Y 3**

1. Proveer un relé de bloqueo de reposición manual para cada interruptor de entrada que tenga disparo por falta en el transformador (presión, Buchholz o diferencial) y por relés de tierra conectados en el secundario. Además de disparar el alimentador de la subestación y de iniciar la transferencia también bloqueará el circuito de cierre del interruptor de entrada. En la posición de prueba o extraído, el relé de bloqueo se eliminará para permitir el cierre del interruptor.
2. Cerrar el suiche del interruptor que está abierto.
3. Instalar un relé verificador de sincronismo o similar, para evitar el paralelismo entre las líneas 1 y 2 cuando sus fuentes de potencia no están sincronizadas (este relé no es requerido si las fuentes están siempre en sincronismo).

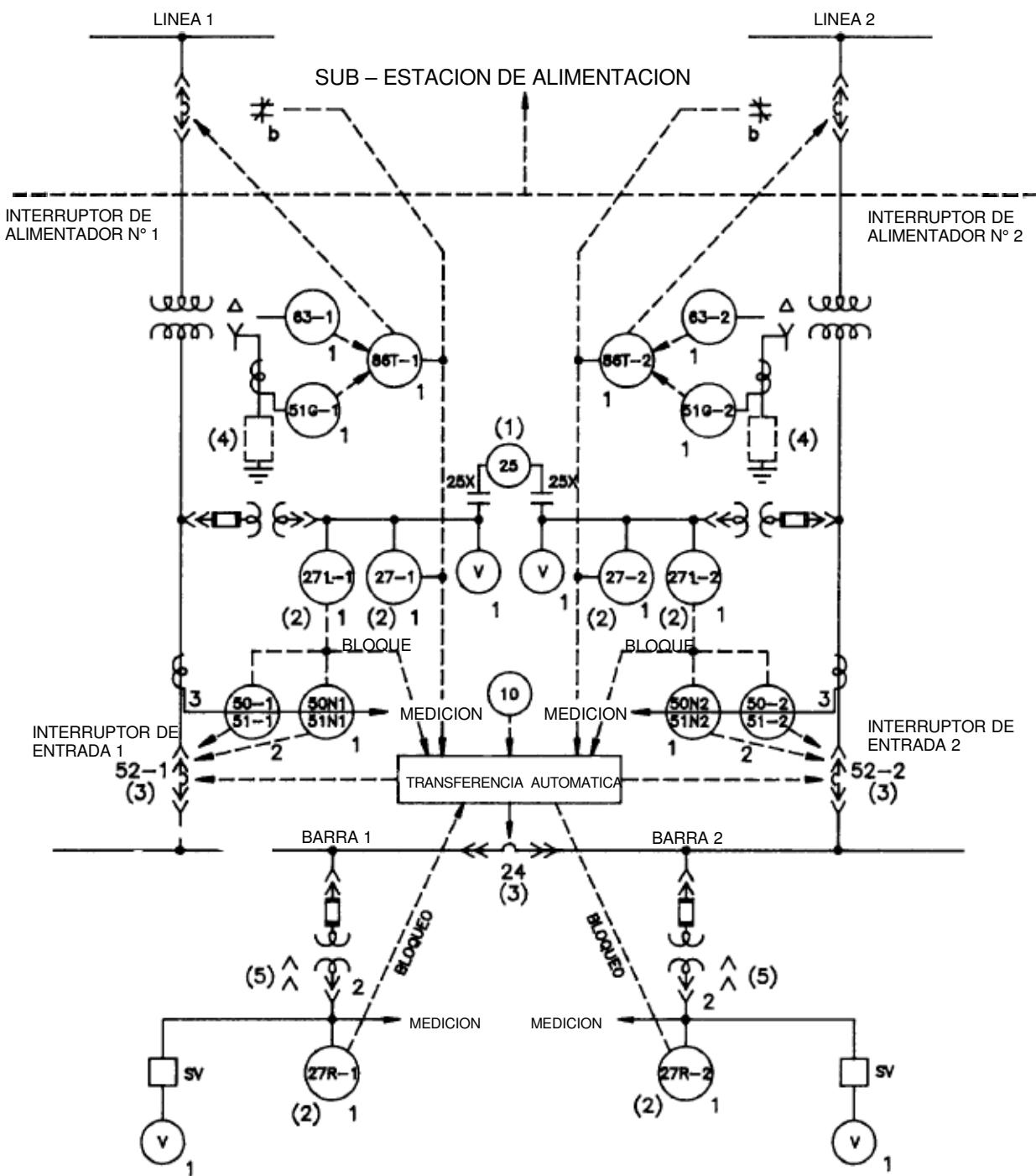
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 110

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 4. DIAGRAMA UNIFILAR (VER PAR. 9.3.5)**

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION	FECHA
0	JUL.93

Página 111

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS PARA LA FIG. 4**

1. Proveer relé de chequeo de sincronización, sólo si las fuentes normalmente sincronizadas, o fuentes que pueden estar sincronizadas, pudieran salir de sincronización eventualmente.
2. Relés 27, 27L y 27R (si 1-0) deberán estar conectados línea a línea en las mismas fases.
3. En operación normal, los interruptores 52-1 y 52-2 están normalmente cerrados y el interruptor 24 abierto.
4. Para subestación de media tensión se colocará resistencia de puesta a tierra en el punto neutro.
5. Para subestaciones no aterradadas o de alta resistencia de puesta a tierra, se proveerá de 3 transformadores de potencial estrella-estrella con los neutros puestos a tierra.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

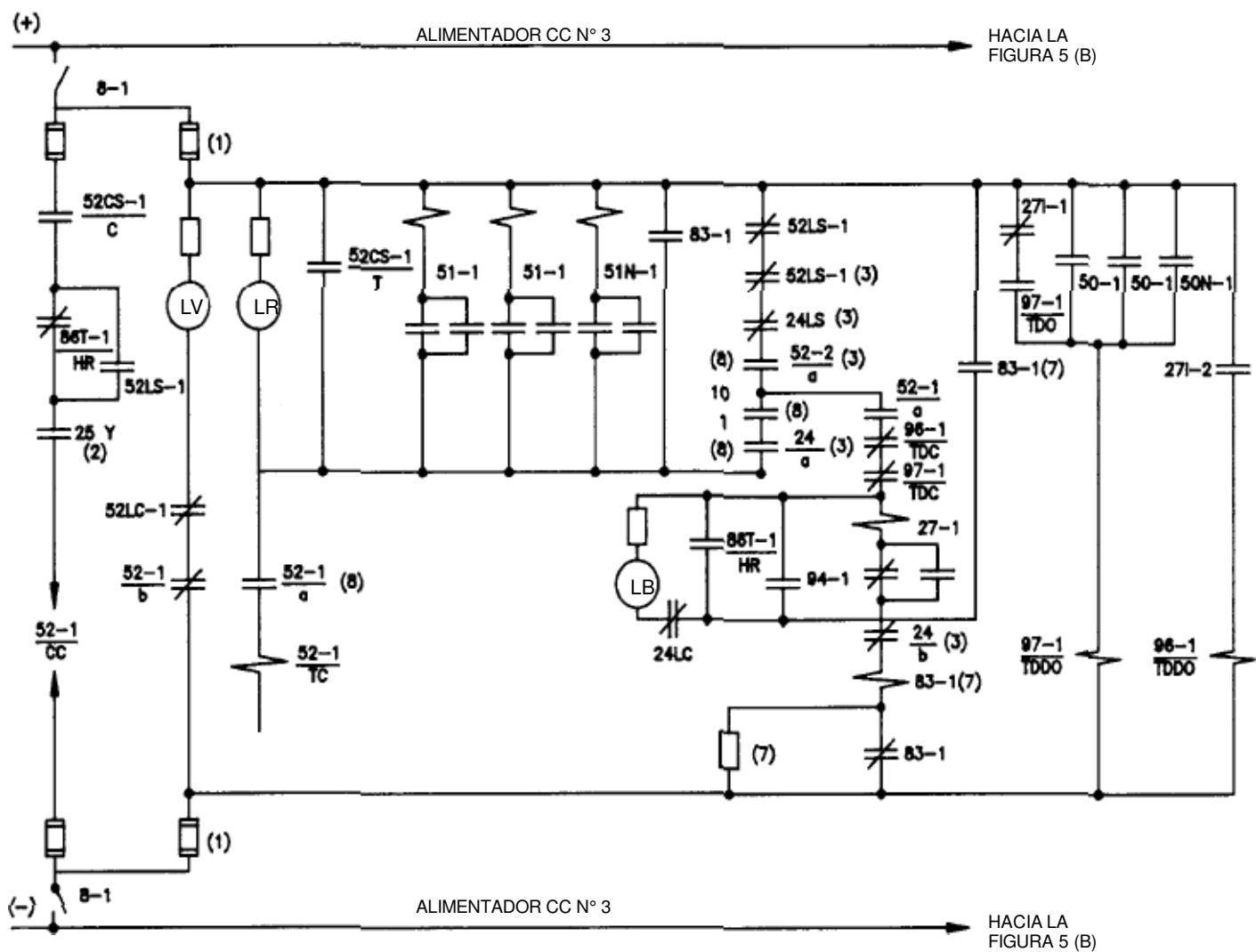
OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 112

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 5. INTERRUPTORES DE ENTRADA Y ENLACE****Fig. 5. (A) CIRCUITO DE CONTROL DEL INTERRUPTOR DE ENTRADA**



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

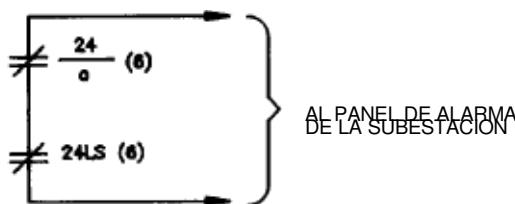
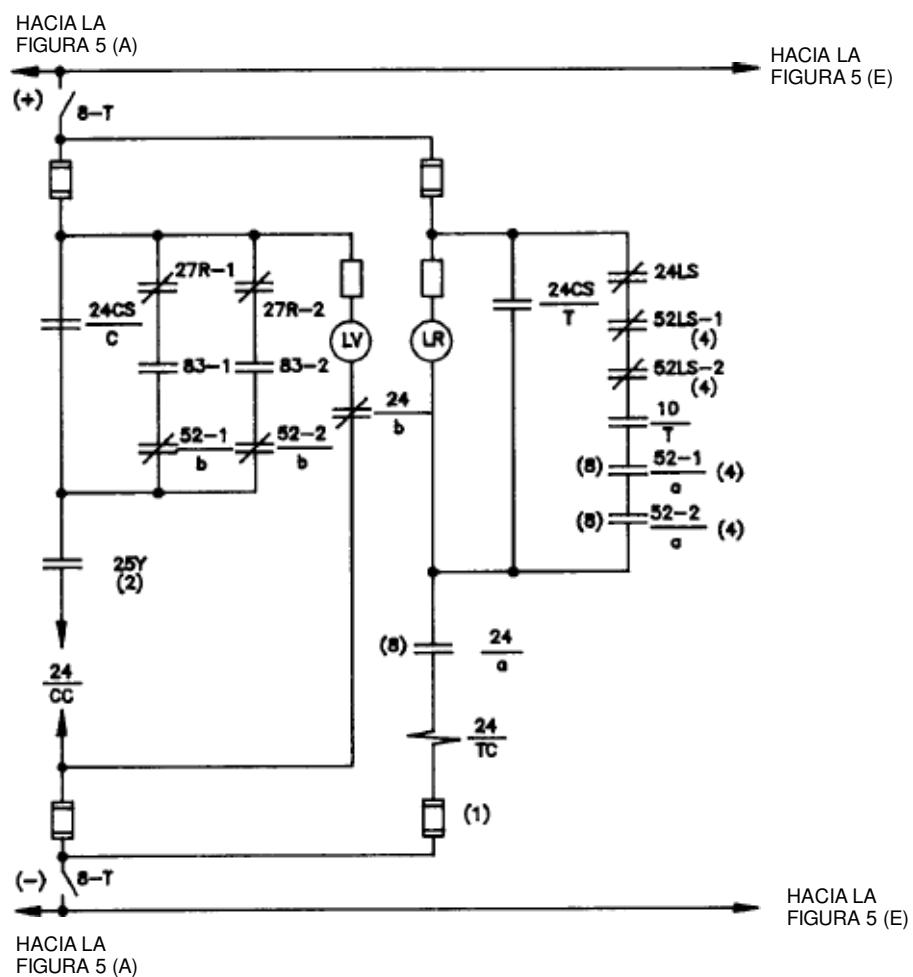
OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 113

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig. 5. (B) CIRCUITO DE CONTROL DEL INTERRUPTOR DE ENLACE****Fig. 5. (C) CIRCUITO DE ALARMA PARA “CONDICION ANORMAL DE ENLACE DE BARRAS”****Fig. 5. (D) CIRCUITO DE ALARMA DE “PERDIDA DE TENSION DE CONTROL”**

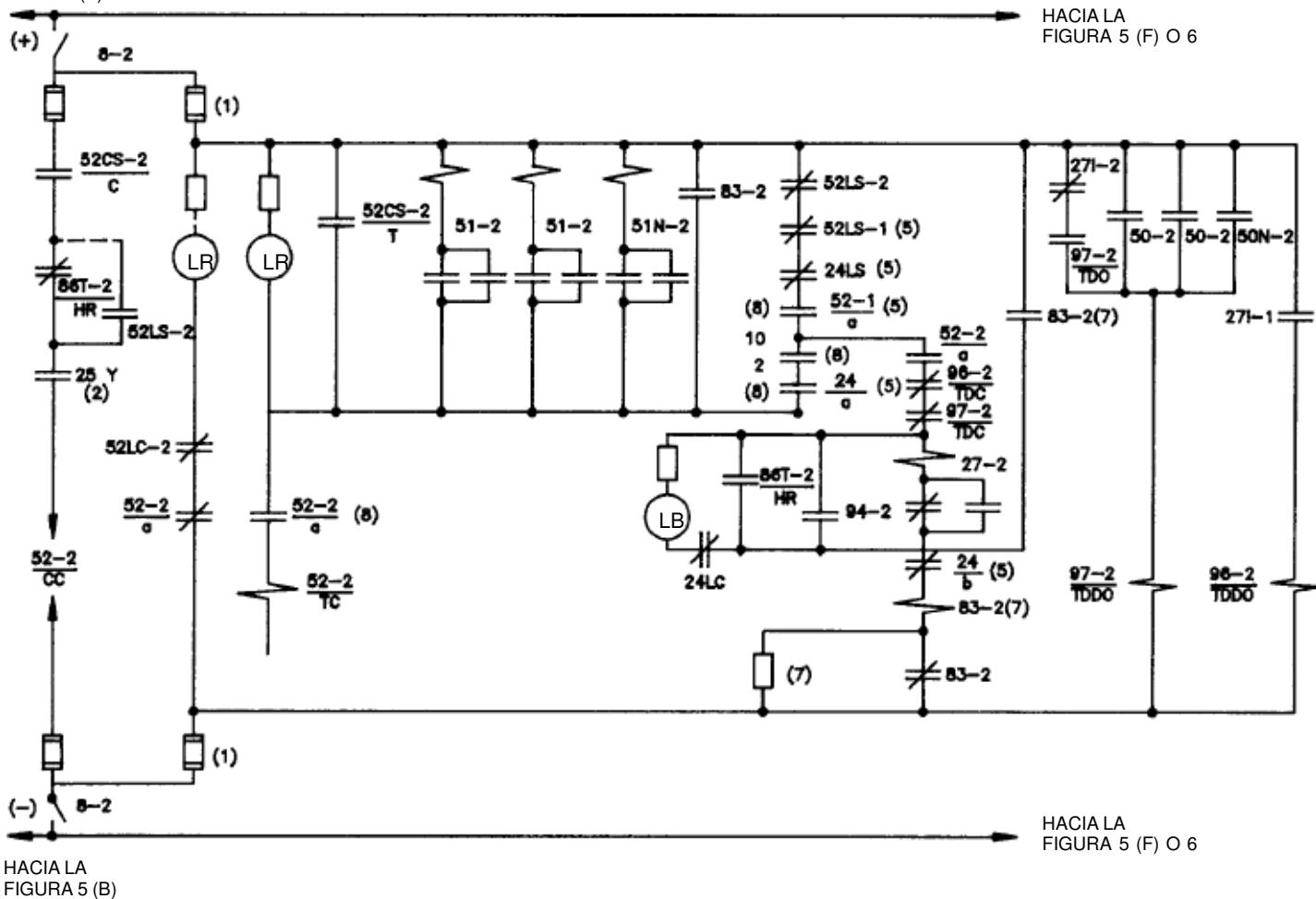
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 114

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig. 5. (E) CIRCUITO DE CONTROL DEL INTERRUPTOR DE ENTRADA**HACIA LA
FIGURA 5 (B)HACIA LA
FIGURA 5 (B)

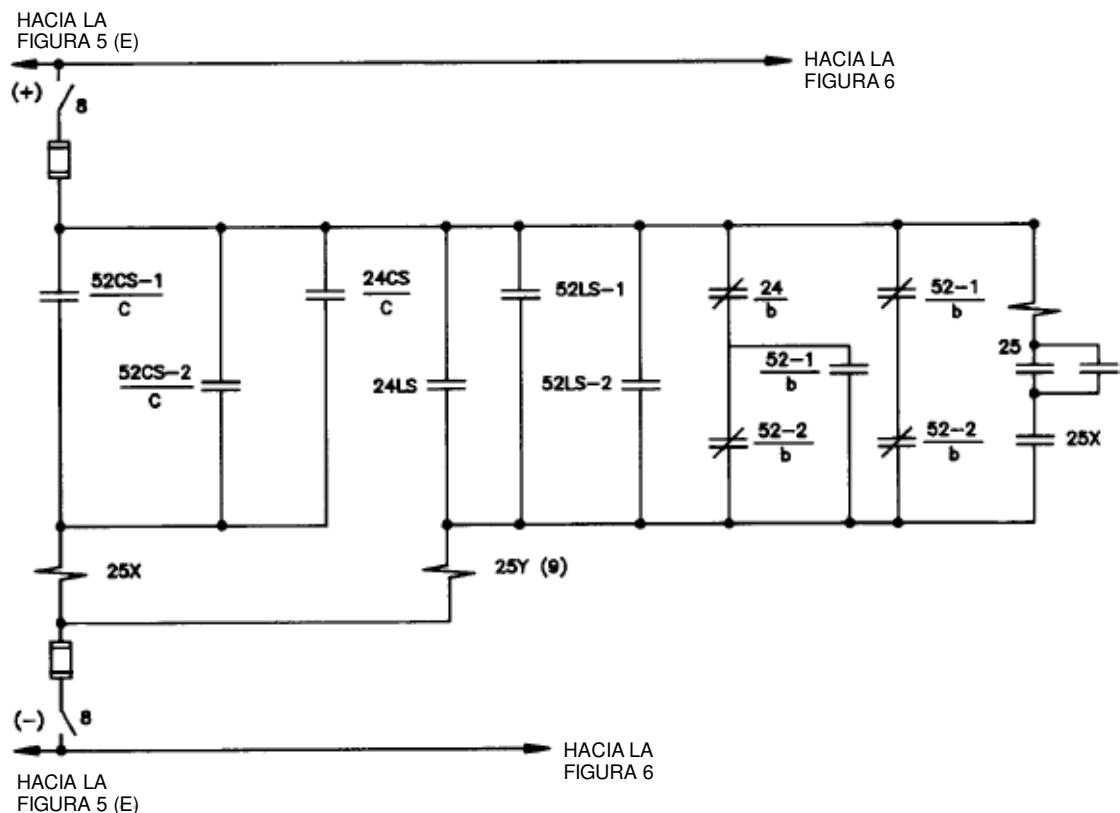
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 115

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig. 5. (F) CIRCUITO DE CONTROL DE VERIFICACION DE SINCRONISMO (2)**



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 116

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Fig 6. PROTECCION DEL TRANSFORMADOR Y DEL SECUNDARIO

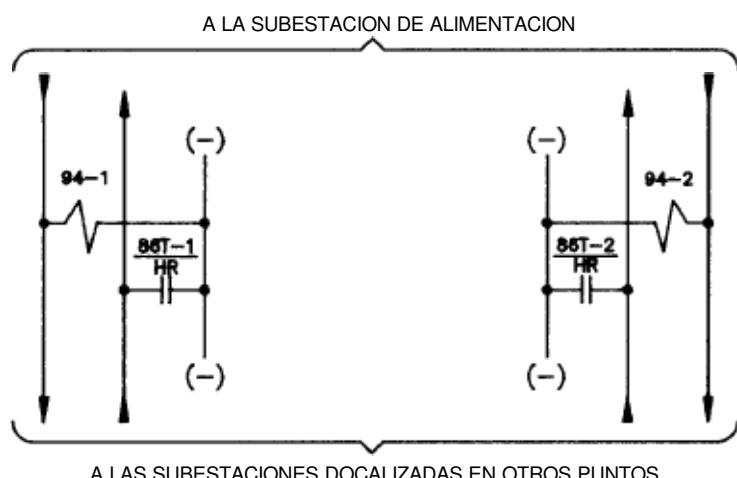
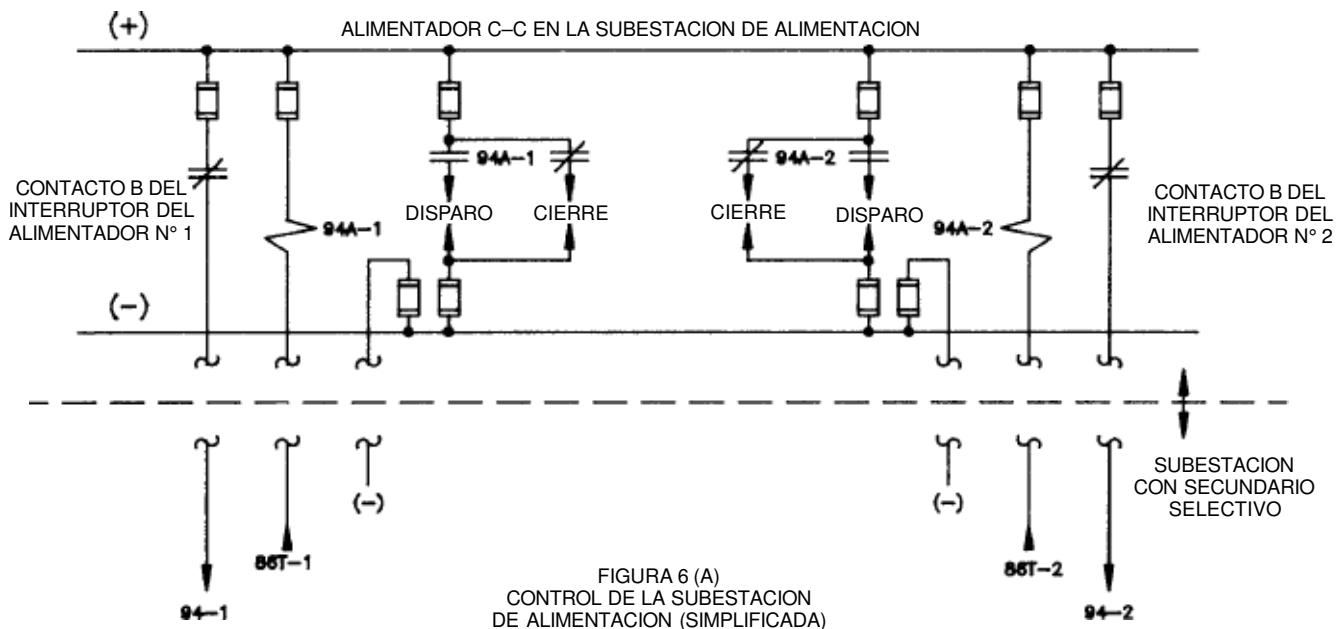


FIGURA 6. NOTAS:

- 1- EL VALOR DE LA RESISTENCIA ES EL REQUERIDO PARA PROTEGER LOS CONTACTOS DE LOS RELES 63 Y 63X EN CASO QUE OCURRA SOBRETENSION EN EL RELE 63.
- 2- OMITIR EL BOTON DE DISPARO SI

FIGURA 6 (B)
CONTROL MEDIANTE RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO 86T

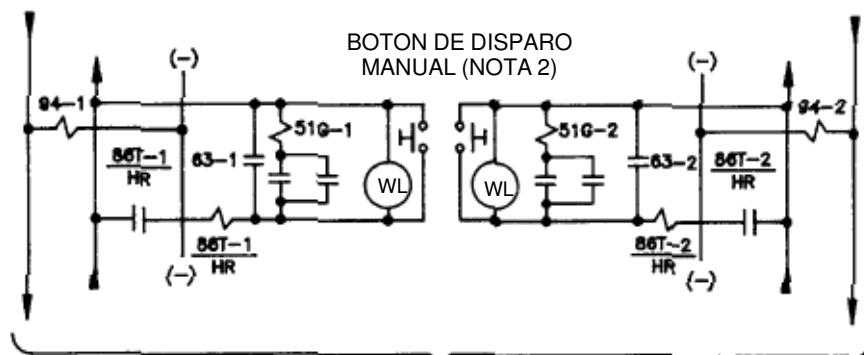
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 117

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig. 6. (CONTINUACION)**

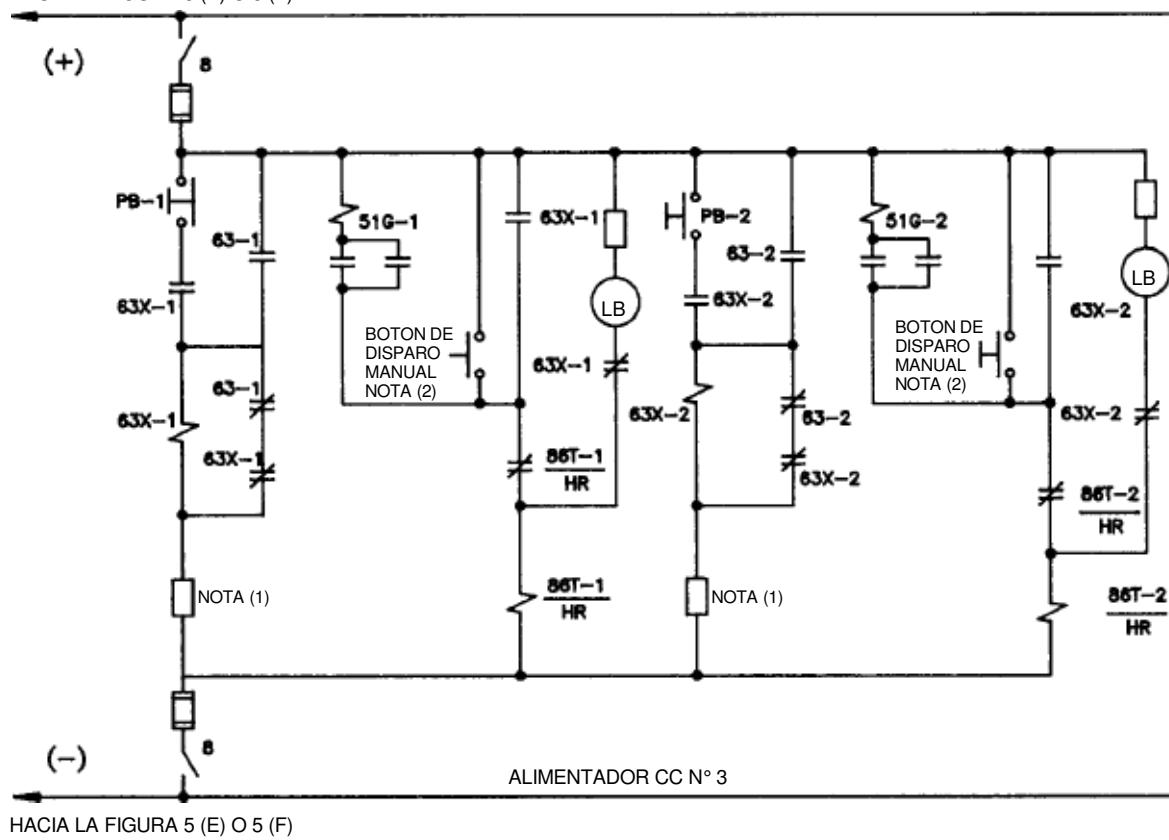
A LAS SUBESTACIONES LOCALIZADAS EN EL MISMO O EN OTROS PUNTOS

FIGURA 6 (C)

CONTROL MEDIANTE RELE DE BLOQUEO TIPO SERIE 86T
PARA SUBESTACIONES CON RELE BUCHHOLZ 63
ARRANQUE DEL 86T EN $\geq 50\%$ DE LA CORRIENTE DE OPERACION DEL 94A

HACIA LA FIGURA 5 (E) O 5 (F)

ALIMENTADOR CC N° 3

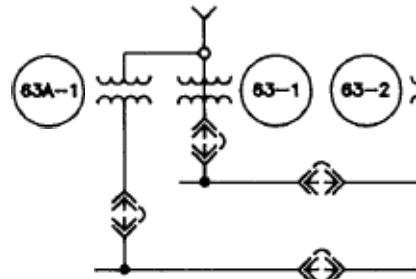


HACIA LA FIGURA 5 (E) O 5 (F)

SUBESTACIONES PARALELAS EN A

FIGURA 6 (D)

CIRCUITO DE CONTROL CON RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO
SUBESTACION CON RELE 63 DE PRESION SUBITA



ALIMENTADOR CC N° 4

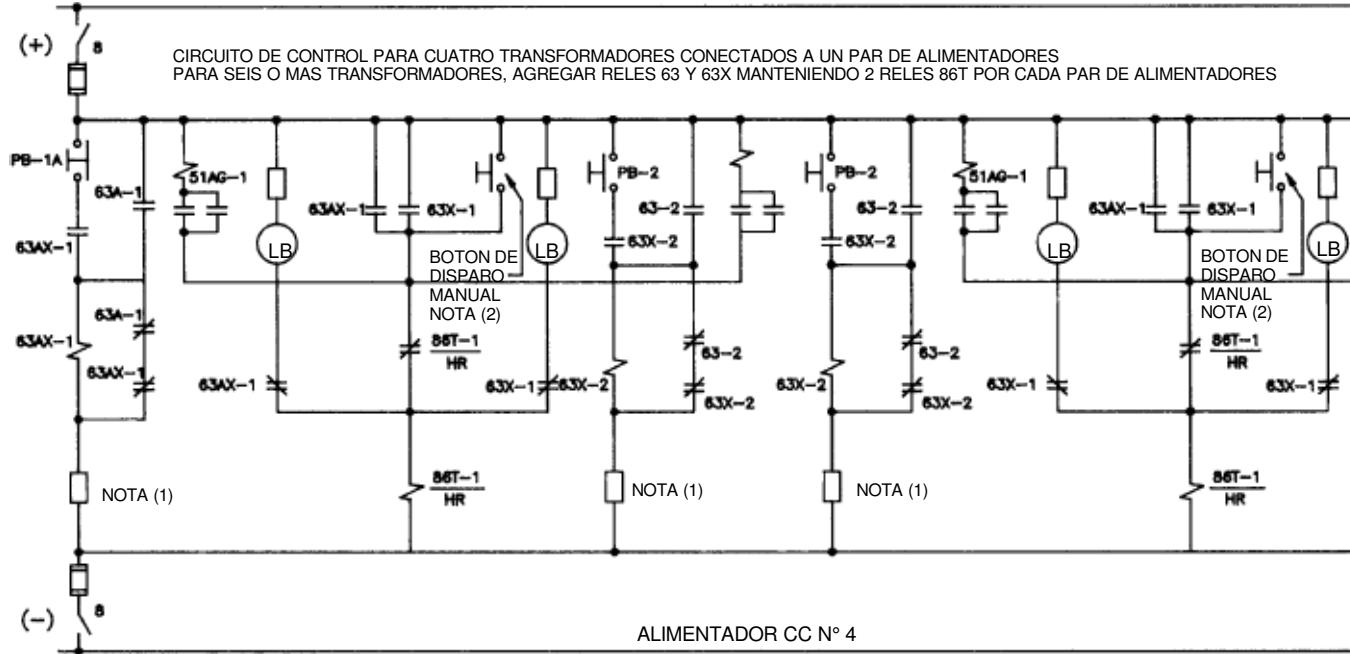


FIGURA 6 (E)

CIRCUITO DE CONTROL CON RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO 86T PARA
SUBESTACIONES CONECTADAS A DOS ALIMENTADORES CON RELES 63 DE PRESION SUBITA

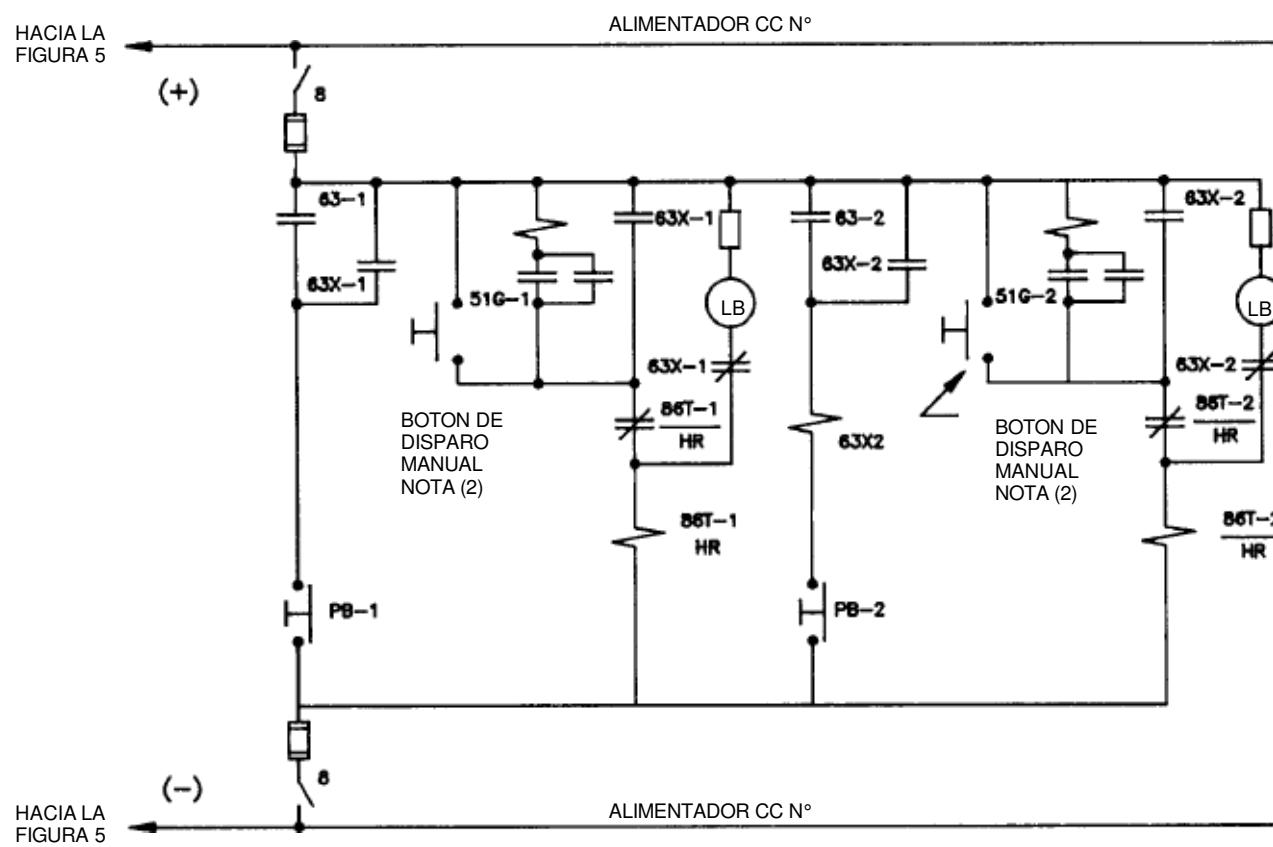
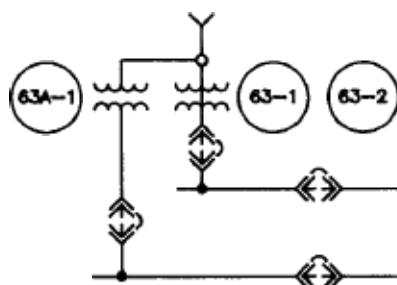


FIGURA 6 (F)

CIRCUITO DE CONTROL CON RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO
SUBESTACION CON RELE 63 DE PRESION TIPO BUCHHOLZ.

SUBESTACION EN PARALELOS E



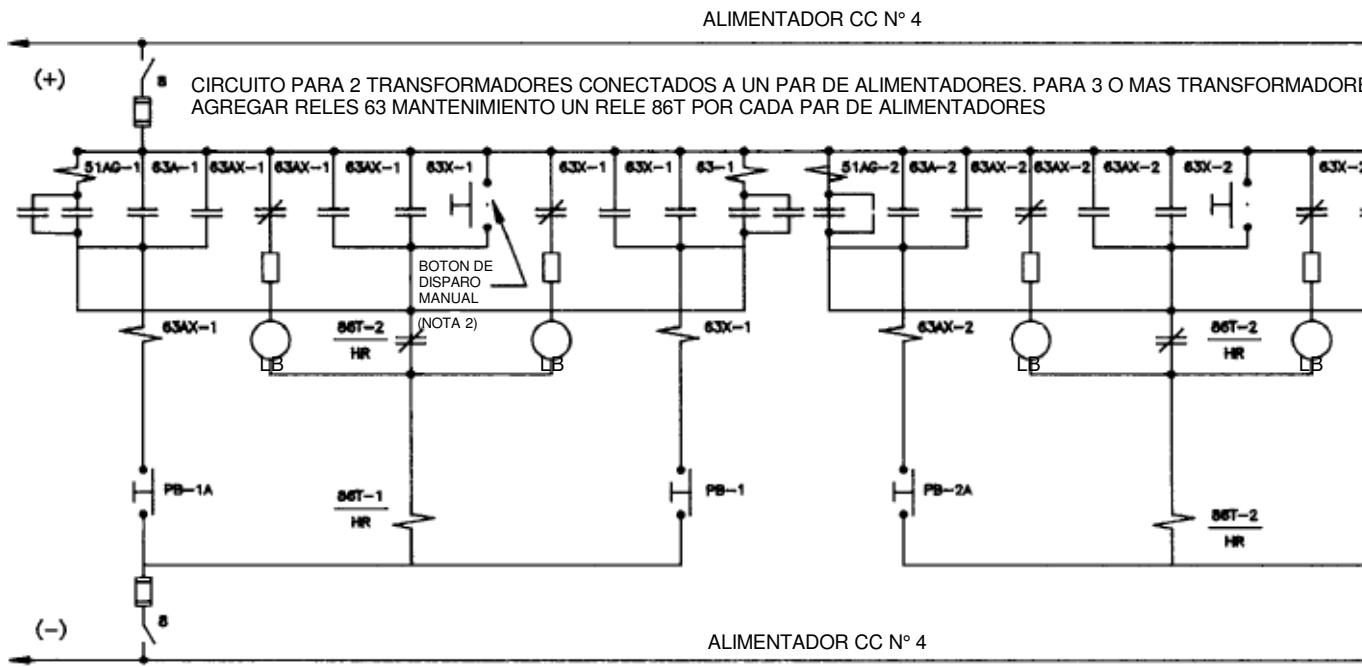


FIGURA 6 (G)

CIRCUITO DE CONTROL CON RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO 86T PARA SUBESTACIONES CONECTADAS A LOS MISMOS ALIMENTADORES CON RELE 63 TIPO BUCHHOLZ.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 122

[Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

Fig 7. DISPOSICION DE LOS ALIMENTADORES DE CONTROL PARA UNA SUBESTACION CON RELES DE BLOQUEO TIPO PARALELO

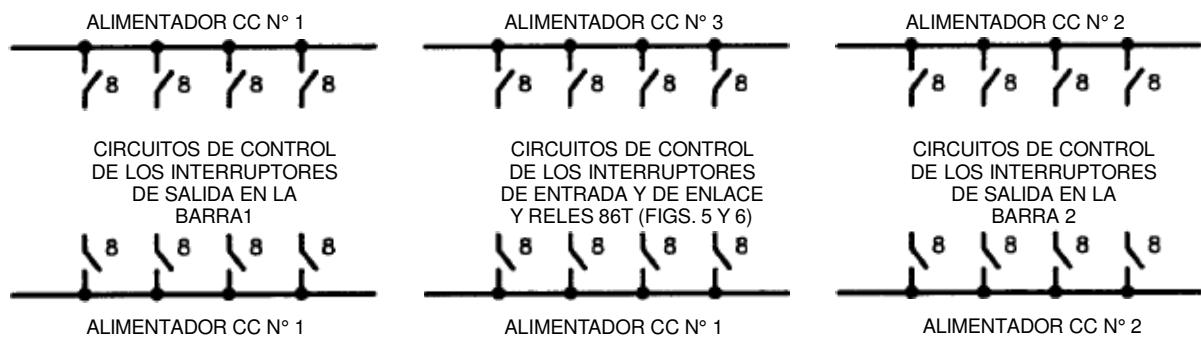
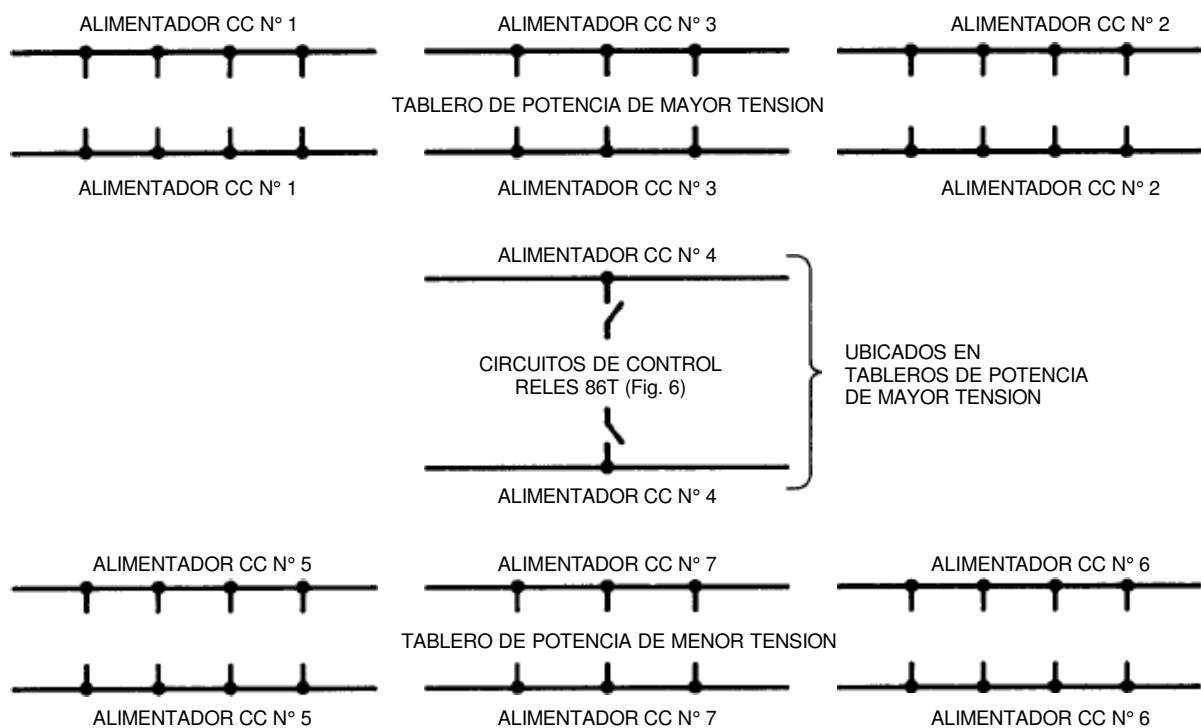


Fig 8. DISPOSICION DE LOS ALIMENTADORES DE CONTROL PARA SUBESTACION EN AREA COMUN CON RELES DE BLOQUEO TIPO PARALELO



**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 123

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS PARA LA FIG. 5**

1. Los fusibles de los circuitos de cierre y disparo se muestran como un ejemplo. Referirse al tablero de potencia, centro de control de motores y ducto de barras, para otros esquemas aceptables. En caso de que el circuito de disparo no esté protegido, alimentar la luz piloto verde del 52-1 y 52-2, a través de los fusibles del circuito de cierre.
2. Eliminar en caso de que las fuentes estén siempre en sincronismo.
3. *Eliminar los contactos 52LS-2 y 24LS (señalados como nota 3), en caso de que los contactos 52-2/a, 24/a y 24/b (señalados como nota 3) estén instalados en una parte móvil de interruptor y son desconectados cuando los interruptores 52-2 y 24 estén en posición de "prueba" o extraídos.
4. *Eliminar los contactos 52LS-1 y 52LS-2 (señalado como nota 4), en caso de que los contactos 52-1/a y 52-2/ (señalados como nota 4) estén instalados en una parte móvil del interruptor y son desconectados, cuando los interruptores 52-1 y 52-2 estén en posición de "prueba" o extraídos.
5. 52-1/a, 24-1/a y 24-1/b (señalados como nota 5) serán contactos instalados dentro de un puente de prueba entre los contactos y son desconectados cuando los interruptores 52-1 y 24 estén en posición de "prueba" o extraídos.
6. *Eliminar el contacto 24LS (señalados como nota 6), en caso de que el contacto 24/b (señalados como nota 6) esté instalado en una parte móvil del un interruptor y esté desconectado cuando el interruptor 24 esté en posición de "prueba" o extraído.
7. Bobina de tensión reducida (83). Dimensionar la resistencia para que limite la corriente a través de la bobina del relé, dentro de los límites de la capacidad nominal continua de la bobina.
8. Los contactos 52-1/a, 52-2/a y 24/a (señalados como nota 8) serán contactos auxiliares del interruptor operados mecánicamente (no son contactos de relés auxiliares usados para multiplicar los contactos auxiliares).
9. La resistencia de la bobina del relé 25 Y deberá ser lo suficientemente baja para permitir el arranque de la bobina de la bandera y sello del relé 25.
10. El circuito es para subestaciones alimentadas desde fuentes que están siempre en sincronismo o fuentes que puedan sincronizarse durante una transferencia.
11. Contacto de relé auxiliar normalmente energizado. Colocar un relé por cada sistema de control de potencia.

*Los Contactos "a" de los "suiches estacionarios", tales como los usados en los tableros GE tipo AM; no se consideran desconectados cuando el interruptor esté en posición de "prueba"; dado que existe o puede proveerse un puente para operar el suiche con el interruptor en posición de "prueba". Los contactos LS no se eliminarán en este caso.

LEYENDA**NOTA:**

Las capacidades nominales de los relés están basadas en transformadores de potencial con secundarios a 120 voltios y transformadores de corriente con secundarios de 5 amperios.

8

Suiche de desconexión de control de 2 polos.

10

Suiche de 3 posiciones; retorno sin resorte; posiciones marcadas como DISPARO 1 – DISPARO DE ENLACE – DISPARO 2; con contactos cerrados como se indica por los suscritos 1, T y 2; similar al GE Tipo SB-1 o Westinghouse Tipo W.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 124

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

24	Interruptor de enlace de barra, intercambiable con otros interruptores de la misma capacidad nominal. Ver 521a, 520e, 52CS, 52LC, 52LS, 52TC.
24/a, 24/b, 24/CC, 24CS, 24/LC, 24LS 24TC.	
25	Relé verificador de sincronismo, similar a GE Tipo IJS51A o WESTINGHOUSE Tipo CVE.
25X, 25Y	Relé auxiliar, con reposición automática, armadura tipo bisagra, similar a GE Tipo HGA11 o WESTINGHOUSE Tipo SG.
27-1, 27-2	Relé de inducción de baja tensión, similar a GE Tipo IAV54EIA o WESTINGHOUSE Tipo CV-2 de tiempo corto. El contacto normalmente cerrado se abrirá cuando se retire el relé.
27I-1, 27I-2	Relé instantáneo de baja tensión, gama de tensión de 70-100 ó 60-140 voltios, la gama mínima de caída/arranque es de 90%, calibrado para caída, caja semi-superficial extraíble, contactos normalmente cerrados que abrirán cuando se retire el relé, similar a GE Tipo NGV13B o WESTINGHOUSE Tipo SSV-T, excepto que consta de dos contactos eléctricamente independientes normalmente cerrados. Luego de la calibración, verificar que la tensión de accionamiento para la calibración de caída de tensión seleccionada, no exceda del menor valor sostenido esperado de la tensión normal, considerando la regulación de tensión del transformador y de la fuente de alimentación.
27R-1, 27R-2	Relé de tensión residual, trifásico, apertura ajustable desde 30 o 45 voltios, adecuado para operación continua a 120 voltios sin tendencia a pegarse en la posición de energización. Para cualquier calibración de tensión de apertura se cumplirán los aspectos siguientes: a. La apertura no variará por más de 2 voltios para frecuencias entre 25 y 60 ciclos. b. El arranque no excederá de 95 voltios. c. La caída en caliente (después de operación continua a 120 voltios) estará a menos de 4 voltios de la caída en frío (después de un tiempo prolongado de no energización y luego de aplicación momentánea de 120 voltios). d. La tensión de apertura será independiente de la tensión aplicada anteriormente o al relé se le pondrá una nota que diga "Elevar la tensión a 115 V antes de calibrar la apertura".

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 125

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- e. El relé será completo con una caja de montaje semisuperficial equivalente a GE Tipo extraíble o WESTINGHOUSE flexitec.
~~EN CIRCUITO NORMALMENTE ABIERTO permanecerá cerrado cuando se extraiga el relé.~~
- f. No se utilizarán condensadores electrolíticos.
- g. Equivalente a I-T-E Tipo JMS-2 o WESTINGHOUSE Tipo SVF.

50-1/51-1

Relé de inducción de sobrecorriente temporizado de 1,5–12, 10–80 o 4–12 amperios, 50-2/51-2 de 10–80 o 10–40 amperios instantáneo caída (Dropout) del elemento instantáneo a 5,5 amp. min. La característica del relé 51 se escogerá para asegurar el mejor compromiso de coordinación de las protecciones. En caso de que el circuito de salida predominante sea un alimentador de motores con relés de protección o un interruptor de caja moldeada, probablemente la mejor selección podría ser un relé de característica “inversa” tal como el GEIAC51 o WESTINGHOUSE Tipo CO-6 (tiempo mínimo definido). Si el circuito de salida predominante está protegido con fusibles, la mejor, selección es probablemente un relé de característica “extremadamente inversa”, equivalente a GE Tipo IAC77 o WESTINGHOUSE Tipo CO-11. En caso de no existir una sola carga que imponga la coordinación, la mejor selección podría ser de característica “muy inversa”, equivalente a GE Tipo IAC53 o WESTINGHOUSE Tipo CO-9.

50N-1/51N-1

Relé de inducción de sobrecorriente temporizado con característica “inverso”, de 0,5–4 ó 0,5–2,5

50N-2/51N-2

Amperios, 0,5–4 ó 1–4 amperios, instantáneo; o temporizado de 2–16 ó 2–6 amperios, 2–16 ó 2–8 amperios, instantáneo; equivalente al GE Tipo IAC51 o WESTINGHOUSE Tipo CO-6 (tiempo mínimo definido).

La toma del elemento de inducción se seleccionará para obtener coordinación entre el relé 51 G y lo siguiente:

- a. Para sistemas de baja tensión solidamente conectados a tierra, para permitir el arranque del relé a 15% del nivel máximo de falla trifásica, o
- b. Para sistemas de media tensión conectados a tierra a través de resistencia, para permitir el arranque del relé entre 10–20% del nivel máximo de falla a tierra.

51G-1/51G-2

Relé de inducción de sobrecorriente temporizado con característica “inverso”, de 0,5–4 ó 0,5–2,5 amperios ó

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 126

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

temporizado de 2–16 o 2–6 amperios (no instantáneo), similar a GE Tipo IAC51 o WESTINGHOUSE Tipo CO–6 (tiempo mínimo definido).
52–1, 52–2 Interruptor de entrada intercambiable con otros interruptores de la misma capacidad nominal.
52/a, 52/b 24/a, 24/b Contactos auxiliares en los interruptores 52 y 24, el contacto “a” está abierto cuando el interruptor está abierto y el “b” está cerrado cuando el interruptor está abierto. En caso de usarse relés auxiliares para multiplicar los contactos, estos deberán energizarse mediante contactos “a”. Los relés serán del tipo de reposición automática, armadura tipo bisagra, similar a GE Tipo HGA11 o WESTINGHOUSE Tipo SG.
52/CC, 24/CC Círculo de cierre anti–bombeo de los interruptores 52 y 24, con sello para energización momentánea.
52CS–1,52CS–2,Suiche de control para los interruptores 52–1, 52–2 y 24. Posición de cierre y disparo con retorno por resorte a neutro, con contactos cerrados como se indica por los sufijos C y T, equivalente a GE Tipo SB–1 o WESTINGHOUSE Tipo W.
52LC, 24LC Suiche de verificación de enganche en el interruptor, los contactos cerrados indican que el mecanismo de operación del interruptor se ha repositionado adecuadamente luego de la operación de disparo y se enganchará en una operación de cerrado.
52LS, 24LS Contacto cerrado o abierto, como se indica, solamente cuando el interruptor indicado (por el sufijo 1: 52–1, sufijo 2: por 24LS:24) está en posición de operación. Cuando el interruptor está en posición de “prueba” o “extraído”, los contactos abren si se muestran cerrados; o se cierran si se muestran abiertos. Es preferible que los contactos 52LS y 24LS consistan en conexiones adecuadas a terminales apropiados del dispositivo de desconexión secundaria; en caso de que esto no sea posible, es aceptable el uso de suiches límites sensibles a la posición del interruptor. En caso de usarse relés para multiplicar contactos, estos indicarán “interruptor caído” cuando estén desenergizados, y se energizarán mediante suiches “8” de los interruptores controlados.
52/TC, 24TC Bobina de disparo de los interruptores 52 y 24.
63 Relé de presión súbita del transformador, tipo de aumento similar a GE modelo 900–1. WESTINHOUSE tipo SPR o relé de Buchholz (contacto de flujo).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

FECHA

0 JUL.93

Página 127

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

63X	Relé auxiliar, interno en el relé WESTINGHOUSE tipo SPR, bobina de tensión externa para el WESTINGHOUSE tipo MG.1 y Buchholz,
83	Relé auxiliar, bobina de tensión reducida para permitir el arranque del relé 27, con reposición automática, similar a GE tipo HFA o WESTINGHOUSE tipo MG.
86	T Relé de bloqueo de reposición manual, similar al GE tipo HEA o WESTINGHOUSE tipo WL. HR significa reposición manual.
94	Relé auxiliar, con reposición automática, similar al GE tipo HGA11 o WESTINGHOUSE tipo SG.
96, 97	Relé auxiliar, arranque instantáneo, apertura con retardo de tiempo ajustable, similar al WESTINGHOUSE tipo JD estilo ratchet modificado o AGASTAT tipo 7022. Calibrar el relé 96 para 3 segundos de retardo y el 97 para 1 segundo. Las siglas usadas tienen el siguiente significado: TDOD: apertura (dropout) con retardo de tiempo; TDC: cierre con retardo de tiempo; TDO, apertura con retardo de tiempo.
GL, RL, WL	Luces indicadoras verde, roja o blanca.
PB	Botón contacto momentáneo, contacto normalmente cerrado o normalmente abierto según se indique.
V	Voltímetro.
VS	Selector de voltímetro, similar a GE tipo SB-1 o WESTINGHOUSE tipo W. Para sistemas con neutro conectado a tierra, con dos transformadores de potencial conectados en delta abierto, el selector tendrá cuatro (4) posiciones marcadas 1-2, 2-3, 3-1, APAGADO. Para sistemas no conectados a tierra o conexión a tierra de alta-resistencia con tres transformadores de potencial de barra conectados en Y-Y, el selector tendrá siete (7), u ocho (8), posiciones marcadas 1, 2, 3, 1-2, 2-3, 3-1, APAGADO o dos posiciones APAGADO, respectivamente.
271	Los relés 271 evitan la transferencia automática luego de la pérdida simultánea de ambas fuentes, ó la pérdida de una fuente y baja tensión en la otra. Los relés 271 funcionan a través de los relés 96. Dado que los relés 96 son del tipo de retardo de tiempo, la transferencia automática también puede prevenirse mediante el restablecimiento simultáneo de ambas fuentes luego de una doble interrupción, suponiendo que ambas fuentes alcancen el nivel normal de tensión en un período máximo de 3 segundos entre ellas. Los relés 271 también sellan (seal it) los relés 97 para prevenir la transferencia en caso que el interruptor de

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 128

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

alimentación se dispare primero debido a fallas de sobrecorriente

en la subestación con secundario selectivo.

EXPLICACION DE LAS FUNCIONES DE LOS RELES**27R**

Los relés 27R protegen aquellos motores conectados a la transferencia automática, contra el disparo instantáneo y la sobretensión debido al cierre fuera de fase con tensión residual. La protección se alcanza mediante el retardo de la transferencia hasta que la tensión residual caiga a un nivel seguro. El término "Conectados a la Transferencia" es usado para aquellos motores con arrancadores dispuestos, ya sea para mantener los motores conectados a la barra durante la operación de transferencia o para reconectarlos inmediatamente después de la aplicación de tensión a través del enlace de barras. Los motores con arrancadores dispuestos para recierre escalonado, posteriormente a la transferencia, usualmente tendrán niveles insignificantes de tensión residual al momento del recierre. Los motores generarán un nivel de tensión residual decadente si la fuente de potencia es interrumpida bajo carga sin falla para disipar la energía magnética almacenada en los motores. La calibración normal de los relés 27R es el 25% de la caída de tensión normal línea a línea. En caso de que ésta calibración cause una transferencia excesivamente larga, la misma podrá aumentarse hasta el 40% dependiendo de la impedancia del sistema y del grado de protección deseado para el motor.

50-1, 50-2**50N-1,50N-2**

Los relés 50 y 50N, operando a través de los relés 97, son usados para bloquear la transferencia durante fallas de sobrecorriente hasta que la falla sea despejada por el interruptor del alimentador o de la entrada. Cuando estos relés están adecuadamente calibrados permiten al relé 27 operar más rápido bajo condiciones de falla que los relés 51-1 ó 51-2 sin causar una transferencia. Este hecho permite calibraciones tanto de tiempos bajos así como de tensión para los relés 27. Los relés 50 se calibrarán por encima de la máxima corriente de no falla esperada antes de la transferencia, tal como la que ocurre durante un período de tensión reducida, y también sobre la contribución del motor a la falla.

NOTA:

En caso de que los relés 50 no puedan calibrarse por encima de la contribución del motor, añadir el relé auxiliar TDPU,calibrado a 0,3-0,5 segundos para superar la contribución. Operar el relé auxiliar con un contacto del relé 50. Reemplazar los contactos del relé 50 en

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION FECHA

0 JUL.93

Página 129

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

el circuito de la bobina del relé 97 de la Fig. 5A con los contactos TDC del relé auxiliar de la entrada o del transformador.

CALIBRACION DEL RELE 27 R

LOS RELES 27 R SE CALIBRARAN PARA CAIDA DE TENSION PREFERIBLEMENTE CON UNA FUENTE TRIFASICA VARIABLE UTILIZANDO TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DOS POTENCIOMETROS (VARIAC) EN DELTA ABIERTA, SE PUEDE HACER LA CALIBRACION DE UNA FUENTE MONOFASICA ALIMENTANDO DOS DE LOS TRES TERMINALES DEL RELE, PARA UN AJUSTE DADO LA TENSION DE OPERACION MONOFASICA SERA MAYOR QUE LA TRIFASICA EN EL FACTOR "K" SIGUIENTE:

$$\frac{K = \frac{\text{CAIDA DE TENSION MONOFASICA}}{\text{CAIDA DE TENSION TRIFASICA}}}{\text{RECOMENDACION DEL FABRICANTE } K = 1,6}$$

M r

 I-WR

 JMS-2
 SVF

SIMBOLOS**DIAGRAMAS UNIFILARES**

-  TRANFORMADOR DE POTENCIA
-  TRANFORMADOR DE POTENCIAL
-  TRANFORMADOR DE CORRIENTE
-  INTERRUPTOR
-  FUSIBLE
-  ENCHUFE
-  BOBINA
-  SELECTOR

DIAGRAMAS ESQUEMATICOS

-  SECCIONADOR O SUICHE
-  FUSIBLE
-  RESISTENCIA
-  LAMPARA INDICADORA: LV = VERDE
LR = ROJA
LB = BLANCA
-  CONTACTO ABIERTO CUANDO EL DISPOSITIVO ESTA ABIERTO, DESENERGIZADO O EN POSICION NORMAL
-  CONTACTO CERRADO CUANDO EL DISPOSITIVO ESTA ABIERTO, DESENERGIZADO O EN POSICION NORMAL
-  BOBINA DE RELE O SOLENOIDE
-  CONDUCTOR CRUZADO, NO HAY CONEXION
-  CONDUCTORES CONECTADOS

EL SUBINDICE NUMERA ES
EL NUMERO DEL DISPOSITIVO

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 130

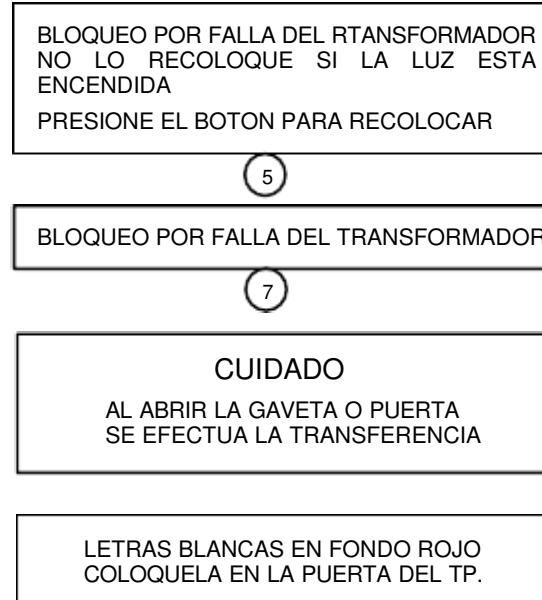
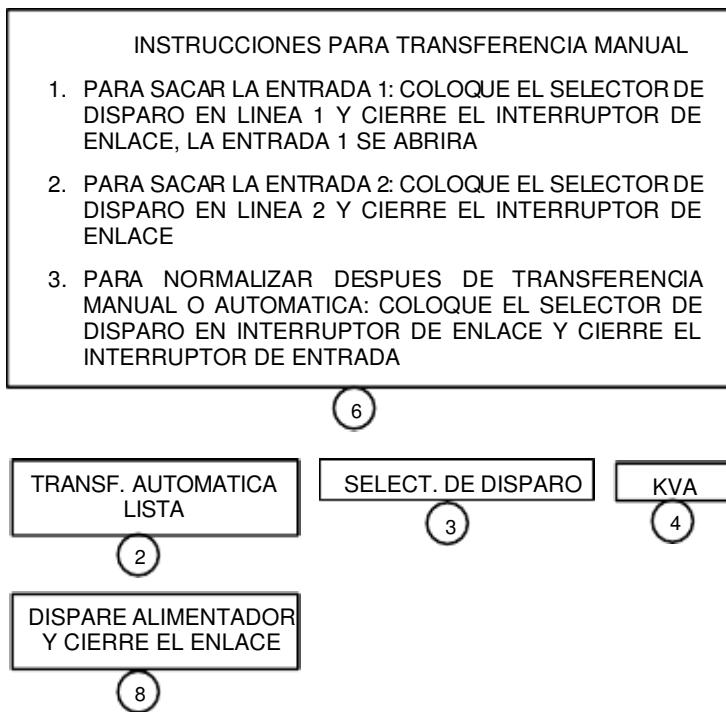
[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig 9. PLACAS GRABADAS REQUERIDAS****LETROS 4MM (MINIMO)**

Fig 10. TABLERO TIPICO PARA ENTRADAS INTERRUPTOR CON RELE DE BLOQUEO TIPO PARALELO

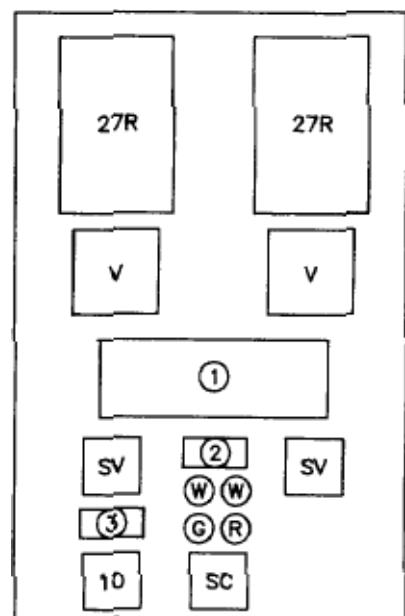
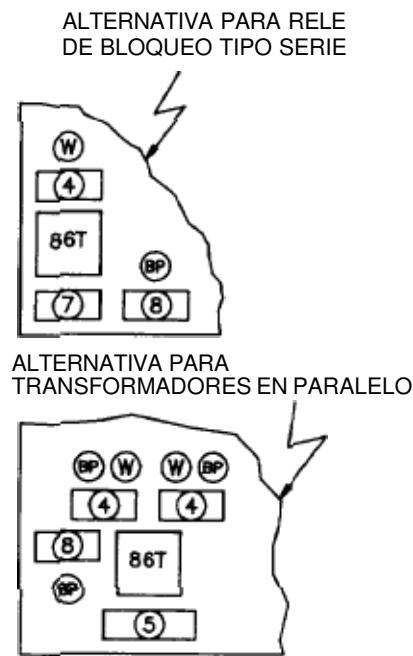
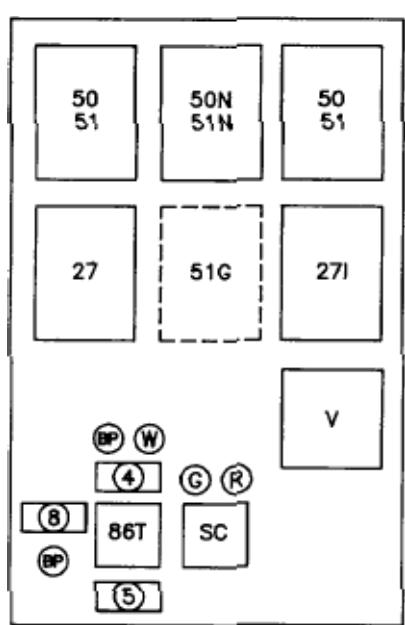


Fig 11. TABLERO TIPICO PARA EL INTERRUPTOR DE ENLACE

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 131

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

10 PROTECCION DE EQUIPOS ELECTRICOS EN AMBIENTES CONTAMINADOS

10.1 Contenido

10.1.1 Esta especificación contiene requerimientos adicionales para la protección de equipos eléctricos instalados en ambientes contaminados.

Los ambientes contaminados aquí considerados son los siguientes:

- a. Humedad excesiva que estimula el crecimiento de hongos, el deterioro de materiales hidroscópicos y la corrosión acelerada.
- b. Ambientes marinos que estimulen la corrosión causada por rociado de compuestos salinos o por la presencia de cloruros en el aire.
- c. Filtraciones de contaminantes agresivos al cobre, tales como amoníaco y acetileno.
- d. Zonas expuestas al derrame o rociado de químicos solventes o corrosivos.
- e. Zonas expuestas a polvo conductor y corrosivo, como en el caso de plantas de fertilizantes.

10.2 Condiciones y Tratamientos Protectores

Aprobación de los métodos protectores

10.2.1 En caso de que esta especificación requiera el uso de métodos de protección, se seleccionará el más adecuado. Este proceso puede incluir la selección de materiales y recubrimientos, un control de clima localizado y el arreglo o disposición de los equipos en la planta. Los métodos de protección, las especificaciones de materiales y el diseño deberán ser aprobados por el Ingeniero del Proyecto.

Humedad extrema

- 10.2.2 Se supondrá que los equipos están expuestos a condiciones extremas de humedad.
- 10.2.3 Ciertos tipos de equipos eléctricos pueden requerir tratamiento o protección especial, o ambos, a fin de protegerlos contra condiciones extremas de humedad y crecimiento de hongos. El Ingeniero del Proyecto determinará si el equipo requiere algún tratamiento o protección o ambos y el alcance de los mismos.
- 10.2.4 Los tratamientos especiales incluyen el uso de recubrimientos, fungicidas, materiales resistentes a la corrosión y tipos de aislamientos eléctricos resistentes a la humedad.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 132

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 10.2.5 Los métodos de protección incluyen el uso de calentadores de espacio, aire provisión de separaciones mayores entre los terminales y la terminación de equipos y la provisión de separaciones mayores entre los terminales y la terminación de equipos y la

- 10.2.6 La aplicación de tratamientos tropicalizados es recomendado como protección durante almacenamiento y montaje, principalmente. La protección a largo plazo se proveerá mediante la selección adecuada de materiales y el diseño de los equipos.

Exposición marina

- 10.2.7 Se asumirá que una planta o instalación estará expuesta a ambientes marinos cuando esté ubicada a menos de media milla del mar. Sin embargo, en caso de existir vientos fuertes se considerará esta exposición para instalaciones ubicadas a mayor distancia que la indicada, dependiendo de la velocidad e intensidad de los vientos predominantes.

- 10.2.8 Los ejes de las manillas operadoras de los equipos en consideración, tales como centros de control de motores, arrancadores manuales etc., fabricarán de materiales resistentes a la corrosión para evitar su deterioro.

- 10.2.9 Las cubiertas protectoras de los equipos en consideración, tales como arrancadores de motores individualmente protegidos, tableros de iluminación y cajas de conexión o terminales, serán de hierro fundido y aleaciones de aluminio fundido (contenido máximo de cobre 0,4%) cuando sea posible. Cuando se usen cubiertas de láminas de acero, estas serán galvanizadas con un espesor mínimo de 1,6 mm (0,063 pulg.) (Peso equivalente de recubrimiento aproximado de 610 gs/m² (2 onzas/AC2)).

- 10.2.10 Las partes metálicas internas de equipos expuestos, tales como arrancadores de motores individualmente protegidos y tableros de iluminación que tengan cubiertas protectoras que permitan la entrada de aire externo, se protegerán contra la corrosión.

- 10.2.11 Aisladores expuestos en ambientes marinos pueden requerir protección en caso de que la acumulación de rociado de sal en días soleados sea seguida de ambiente nublado. Los métodos y etapas serán los mismos especificados para el caso de ambientes terrestres.

Vapores agresivos al cobre

- 10.2.12 AMONIACO. Para plantas de fabricación y/o almacenamiento de amoníaco, se requiere proveer protección contra el ataque al cobre. Se considerarán las siguientes medidas protectoras:

- a. Los motores con terminales saliente tendrán la parte posterior de los terminales recubiertos y sellados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 133

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Los motores tipo-tubo tendrán tubos intercambiadores de calor aire-aire hechos de un material aprobado por el ingeniero del proyecto.
- c. Todas las terminales de conexión deberán ser recubiertos.
- d. Las superficies de cobre expuestas tales como las barras de puesta a tierra deberán ser recubiertos.
- e. La malla de puesta a tierra, se traerá a la superficie para conectarlo a un cable aislado.
- f. Los cables MI tendrán una chaqueta.

10.2.13 ACETILENO. Para plantas de fabricación de acetileno, colocará protección contra la formación de acetileno para todos los elementos de cobre, plata u oro no aislados contra la intemperie.

10.2.14 PROTECCION CONTRA SULFURO DE HIDROGENO. Se requiere colocar protección contra la presencia de sulfuro de hidrógeno para todas las superficies metálicas tales como cobre y plata no aislados contra la intemperie.

Compuestos químicos solventes y corrosivos

10.2.15 Los cables expuestos frecuentemente o por períodos largos a materiales dañinos a su aislamiento, se protegerán adecuadamente. Los aislamientos plásticos o de goma pueden ser dañados por ácido, compuestos aromáticos, ciclopárafinas, fenoles y demás sustancias con propiedades solventes.

- a. Se supondrá la condición de "exposición frecuente" para cables no enterrados colocados dentro de la zona de salpique de puntos de filtración, tales como bridales de bombas o válvulas.
- b. Se supondrá la condición de "exposición prolongada" para los cables enterrados colocados en zonas donde puedan ocurrir derrames, a menos que toda la zona esté cubierta con concreto y tenga los drenajes adecuados. Se supone que pueden ocurrir derrames en las áreas de ubicación de bombas, tanques de almacenamiento o de carga y descarga.

10.2.16 Los tipos de tuberías metálicas usados cumplirán las condiciones siguientes:

- a. Los enterrados sujetos a exposición frecuente serán resistentes a los químicos solventes y corrosivos a los que serán expuestos.
- b. Los sujetos a exposición prolongada serán resistentes al ataque de líquidos que puedan percolar el material de cubierta de la bancada. Por ejemplo, no se aceptará el uso de tuberías de fibra impregnadas de asfalto en zonas donde puedan ocurrir filtraciones de líquidos de hidrocarburos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 134

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

10.2.17 Los cables instalados en tuberías no enterradas se consideran protegidos, mientras que los cables instalados en tuberías enterradas no se consideran protegidos. Los cables que requieran protección serán prevenidamente cambiados de ruta en lugar de usar chaquetas, a fin de evitar su exposición a condiciones peligrosas. Cuando no puede lograrse este objetivo mediante el cambio de ruta, los cables serán protegidos mediante chaquetas, para la mayoría de los casos el uso de chaquetas de plomo es adecuado; así como, las chaquetas de nylon es adecuada en ciertos casos.

Polvos corrosivos y conductores

10.2.18 Exposición. En aquellas plantas en las cuales se mezclen, sequen, empaqueten, carguen o se manejen sólidos conductores o corrosivos que en alguna forma pueden desprendel polvo, se consideran que sus instalaciones eléctricas están sujetas a exposición al polvo. En otros casos, puede considerarse que una planta presenta esta clase de exposición causada por otras instalaciones o plantas vecinas.

10.2.19 En zonas expuestas al polvo, no se usarán tuberías para cables a través del piso.

10.2.20 Las canalizaciones que no sean completamente cubiertas, ubicadas en zonas expuestas al polvo, serán diseñadas de forma tal que permita el acceso a todo lo largo, con fines de limpieza.

- a. Las escaleras son aceptables.
- b. Las bandejas de cables son aceptables solamente cuando no tengan tapa y con el lado ancho instalado verticalmente.

10.2.21 Los tomacorrientes en áreas expuestas al polvo, tendrán tapas herméticas a prueba de polvo.

10.2.22 Los aisladores y pasatapas expuestos, como en el caso de líneas aéreas y subestaciones a la interperie, se evitarán en lo posible en localidades expuestas al polvo. En caso de que se requiera instalar estos equipos en las áreas mencionadas, se cumplirá lo siguiente:

- a. Se preparará un "diagrama de acumulación de polvo" que muestre el patrón de densidad estimada de acumulación de polvo.
- b. La disposición de equipos en planta será tal que ubique los equipos susceptibles al polvo en las áreas de mínima densidad.
- c. Se usarán aisladores tipo de mayor distancia de fuga (Wide Skirt fog).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 135

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- d. Las separaciones en los patios de transmisión de doble alimentación, serán suficientes para permitir la limpieza adecuada y segura de los aisladores y pasalapas de cada entrada, mientras que la otra entrada está en operación.
- e. Normalmente no se usará sobreaislamiento en aquellos casos de leve acumulación de polvo.

10.2.23 Cuando se utilizan subestaciones presurizadas, se colocarán filtros tipo aire acondicionado para eliminar la contaminación debido a H₂S, S₀₂ y NH₃. Las subestaciones presurizadas deberán tener un vestíbulo para la entrada de personal únicamente.

11.1 MOTORES

Los motores cumplirán con las Especificaciones de Ingeniería para Motores.

12 TOMACORRIENTES PARA SOLDADURA

12.1 Las áreas de proceso donde se realicen labores de reparación y mantenimiento durante una parada de planta, serán provistas de tomacorrientes para equipos de soldadura.

12.1.1 Las cajas terminales para soldadura se colocarán según las instrucciones siguientes:

a. En áreas de proceso. El número mínimo requerido de cajas instaladas a nivel de piso dependerá del área de la planta de acuerdo a lo siguiente:

AREA M ²	NUMERO MINIMO DE CAJAS POR UNIDAD DE AREA
HASTA 1900	1
1900 a 5600	1 por cada 1900 M ²
5600 a 14000	3 más 1 por cada 2800 M ² sobre 5600
Mayor de 14000	6 más 1 por cada 3700 M ² sobre 14000

NOTA (1)

Cuando resulta fracciones menores o mayores a 0,5, el número se aproximarán al entero inmediato inferior o superior, respectivamente.

b. Fuera de áreas de proceso. Se especificarán los requerimientos particulares de cada caso. En general, el número de tomas dependerá de los requerimientos de mantenimiento.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 136

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

12.1.2 La ubicación de las cajas terminales para soldadura, cumplirá con lo siguiente:

- a. Las cajas instaladas a nivel de piso se ubicarán en los límites de las áreas de proceso. La ubicación de las cajas debe ser tal que las máquinas de soldar no congestionen las vías de acceso.
- b. Se colocarán cajas para soldadura sobre las plataformas de las estructuras de las unidades de proceso, en caso de que la altura de las plataformas haga impráctico conectar las máquinas de soldadura a las cajas instaladas a nivel de piso.
- c. La elevación del eje de las cajas con respecto a la superficie del piso o a la plataforma, será de 1050 mm aproximadamente.
- d. La cantidad y ubicación definitiva de cajas a instalar deberá ser revisado por el ingeniero del PROYECTO.
- e. La separación deberá ser tal que puedan alcanzarse todas las áreas mediante un cable de extensión de 60 m de longitud.

12.2 No se colocarán tomas para máquinas de soldar a menos que sean especificadas o requeridas. Cuando se requieran para labores de ampliación en plantas existentes, las mismas cumplirán con las normas de PDVSA (Ejemplo: tipo y número de catálogo). Los detalles correspondientes serán dados por el ingeniero del PROYECTO.

12.3 Cuando se coloquen tomacorrientes para soldadura, no se colocarán cajas terminales a menos que así se especifique.

12.4 La ubicación de los tomacorrientes para soldadura, dentro de las áreas de proceso, cumplirán con lo indicado en esta especificación para cajas terminales de soldadura. En cada localización se instalarán dos tomas. La cantidad y ubicación definitiva a instalar será revisada por el ingeniero del PROYECTO.

12.5 El calibre de los alimentadores de potencia para soldadura será de 40 kVA, 55 kVA ó 70 kVA para tomacorrientes sencillos, dobles o triples, respectivamente.

12.6 Los tomacorrientes para soldadura deberán ser de 60 amperios, 3 hilos, 4 polos, marca Crouse-Hinds AREA 6485, con tapa roscada o similar.

12.7 El enchufe a usar para la conexión al tomacorriente, será modelo APJ 6485 o similar.

12.8 En general, no se conectarán más de tres tomas a un mismo circuito trifásico de soldadura de 100 amperios y 480 voltios, protegido en el centro de control de motores más cercano.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 137

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTA:**

~~La combinación de toma corriente y enchufe para soldadura antes descrita no es a prueba de explosión, por lo tanto no se usará cuando existan condiciones peligrosas.~~

13 ILUMINACION

- 13.1** La selección del tipo de lámparas a utilizar, tales como: incandescente para interiores, vapor de mercurio, sodio de alta presión de color corregido, si se quiere (HPS), o fluorescente para edificaciones, depende de factores económicos. El uso de luminarias HPS se considerará para instalación a la intemperie y para techos internos altos.
- 13.2** La disposición de las lámparas proveerá una intensidad promedio calculada, según las siguientes indicaciones:

UBICACION	INTENSIDAD EN LUX
Areas de proceso encerradas	215
Plataformas pequeñas en torres	1–70 vatios por lámpara en cada plataforma
Panel de instrumentos (espacio ocupado por los instrumentos)	300 (fluorescente) vertical
Areas de interruptores a la intemperie y transformadores.	50
Sala de interruptores eléctricos	100

- 13.3** Las intensidades en LUX indicadas arriba representa promedios “mantenidos”, suponiendo un factor de mantenimiento de 0,65 en el plano horizontal de trabajo a 750 mm sobre el piso o terreno.

- 13.3.1 Los niveles de iluminación cumplirán con la norma COVENIN 6:1–010, titulada “Iluminancias Recomendadas en Tareas y Ambientes de Trabajo.”

- 13.4** Las lámparas, exceptuando los (reflectores) floodlight, tendrán una pantalla con empacaduras y una protección, para los casos de ubicación en las áreas siguientes:
- a. Areas de proceso a la intemperie
 - b. Grupos de bombas.
 - c. Casas o salas de bombas o compresores
 - d. Areas externas de plantas para tratamiento de agua, vapor o eléctrica.
 - e. Plataformas de carca.
 - f. Terminales marinos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 138

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 13.5** Los balastos de las luminarias fluorescentes deberán ser del tipo de encendido rápido (sin arrancador).
- 13.6** La ubicación de las lámparas será tal que permita su limpieza y reemplazo. En ningún caso se permitirá ubicar los puntos de iluminación directamente encima de equipos que tengan partes móviles expuestas.
- 13.7** Para aquellas área clasificadas como División 1, las lámparas serán ser aprobadas como "a prueba de explosión" para el tipo de gases considerados.
- 13.8** En caso de usarse postes o torres, estos serán metálicos o de concreto dependiendo del costo correspondiente. En caso de que la altura del poste o torre sea mayor a 10 m (30 pies) se le colocarán peldaños.
- 13.9** Para fines de iluminación, se considera preferible utilizar las estructuras cercanas en lugar de postes, si esto es factible económicamente. En este caso se considerarán los aspectos siguientes:
- a. Cumplirá con los párrafos 13.6 al 13.8
 - b. Probable aumento en la cantidad de reflectores debido a su ubicación no-optimizada.
 - c. En áreas clasificadas División 2 existen limitaciones en el tamaño y tipo de reflectores para asegurar que su temperatura exterior no supere el 80% de la temperatura de auto-ignición de los gases considerados (Este requisito usualmente elimina el uso de luminarias de vapor de mercurio).
- 13.10** La localización de los tomacorrientes en áreas de proceso se seleccionará de manera que puedan cubrirse todas las áreas operacionales mediante el uso de cables de extensión de 15 m. de longitud.
- 13.11** En áreas clasificadas peligrosas (Divisiones 1 y 2), los tomacorrientes serán adecuados para la clasificación del área considerada. En la mayoría de los casos serán del tipo Crouse-Hinds FSOC 230 o similar. En otras áreas, serán del tipo normal equipados con tapas para intemperie, donde se requiera.
- 13.12** Las lámparas ubicadas a la intemperie serán del tipo herméticas para vapores, excepto en los casos de ubicación en áreas clasificadas peligrosas, donde serán del tipo adecuado a la clasificación del área respectiva.
- 13.13** Todas las lámparas serán del tipo adecuado a la clasificación del área donde se ubicarán.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 139

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

13.13.1 Las lámparas localizadas en áreas clasificadas Clase I, División 2, no excederán

~~el 80% de la temperatura de ignición de los materiales que podrían provocar la ignición de gas o vapor.~~

13.14 Las lámparas para iluminación a nivel de piso y las ubicadas en las plataformas superiores de torres y estructuras, estarán equipadas con reflectores mientras que las demás a la intemperie se equiparán con protectores.

13.14.1 Para lámparas de alta presión de sodio, los tamaños de las luminarias serán de 70, 100 ó 150 vatios, según se requiera.

13.15 Las luces de indicación de obstrucción s. A. Precaución para aviones deberán indicadas en la Circular No. AC 70/7460-1, titulada "Obstruction Marking and Lighting".

13.16 Los reflectores (floodlight) se instalarán para proveer iluminación general en áreas externas, donde sea posible, y cumplirá con los requerimientos de diseño de las áreas donde se ubicarán.

13.16.1 En los reflectores con bombillo de alta presión de sodio, los bombillos serán de 250 ó 400 vatios, según se requiera.

13.17 Los paneles de instrumentación se iluminarán con lámparas fluorescentes equipadas con lentes direccionales, según se requiera.

13.17.1 Lámparas similares a las anteriores pero provistas de reflectores plásticos prismáticos adecuadas para iluminación general, se colocarán en la sala de control, frente al panel de instrumentos.

13.18 Las consolas de instrumentos que tengan tubos de rayos catódicos (TRC) deberán iluminarse con lámparas incandescentes y la intensidad de iluminación deberá controlarse con un dimmer (s) montado en la pared.

13.18.1 La iluminación de los paneles y consolas de control no tendrá destellos reflejados, cuando se observa desde cualquiera de las posiciones siguientes:

a. Una altura entre 1250 y 1750 mm sobre el piso.

b. Una distancia horizontal entre 300 y 1200 mm, desde el panel o consola.

13.18.2 Cuando se use la indicación "desviación del punto de ajuste", la iluminación no deberá tener destellos reflejados cuando el instrumento considerado sea visto desde las posiciones siguientes:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 140

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- a. Posición donde se sienta en operador al frente del escrito
- b. Parado en cualquier sitio de la sala con un ángulo de visión hacia el instrumento mayor a 15°.

13.19 Se colocará iluminación incandescente de reserva en el centro y encima de los soportes de tuberías en áreas de proceso y en los extremos de escaleras de plataformas de operación, en cantidad suficiente para proveer la iluminación adecuada que permitirá la salida segura de personal desde las plataformas y áreas de proceso.

13.20 La iluminación de equipos elevados, tales como torres y columnas, cuyo objetivo sea permitir el acceso seguro a plataformas y escaleras, se encenderán mediante un interruptor colocado a nivel de piso.

13.21 En general, las luces se controlarán mediante interruptores o suiches colocados en tableros de control.

13.21.1 Sin embargo, se permitirá el uso de suiches locales de iluminación para el control de grupos de luminarias ubicadas en cuartos individuales de edificios de proceso o donde sean necesarios.

13.21.2 La iluminación de salas y de áreas operacionales externas, las cuales no estén atendidas automáticamente, será de acuerdo a los tipos siguientes:

- a. Controlada remotamente (sistema de dos cables) desde una posición atendida.

- b. Controlada automáticamente (sistema de dos cables) por fotoceldas. Se colocará un suiche selector "Auto–encendido–apagado" en el controlador, para permitir la operación manual.

13.21.3 En áreas clasificadas peligrosas, los interruptores serán los adecuados al tipo de clasificación. En áreas no–peligrosas, los interruptores locales pueden ser del tipo a prueba de agua o humedad o los normalizados de uso general, según las condiciones locales de cada caso.

13.21.4 Aquellos circuitos que permanezcan energizados día y noche, alimentarán la iluminación de los medidores. También podrían usarse los circuitos de tomacorrientes.

13.21.5 Se colocará un interruptor por cada columna de vidrios iluminada, a fin de controlar todas las luminarias de esa columna. Dicho interruptor se ubicará de forma tal que pueda accionarse desde la posición usual de observación.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 141

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

13.21.6 La iluminación interna de subestaciones y en otras edificaciones no ocupadas por personas en condiciones normales será controlada por interruptores colocados dentro de la edificación, encendiendo las luces necesarias que iluminen el camino, mediante interruptores ubicados a su alcance, cuando la persona se encuentre en una zona iluminada o en el exterior de la edificación.

13.22 Se colocarán tableros de control de iluminación dotados de interruptores de 15 ó 20 amperios.

13.22.1 Los circuitos de áreas internas serán de 208/120 V, 3-fases, 4-hilos ó 240/120 V, 3-hilos; exceptuando los circuitos de reflectores (flood). La iluminación se

controlará desde el tablero, exceptuando los circuitos controlados localmente. 13.22.2 Los circuitos que alimentan cargas que sean encendidas durante el día, en condiciones normales; tales como: tomacorrientes, instrumentos, etc., serán alimentados desde un transformador y tableros independientes.

13.22.3 Donde sea necesario, los tableros se alimentarán mediante un transformador seco. En áreas clasificadas peligrosas, los tableros serán adecuados a la clasificación del área. En otras áreas, los mismos serán a prueba de intemperie o los normalizados de uso general, según las condiciones particulares de cada caso. Todo transformador de iluminación tendrá una capacidad nominal mínima de 125% de la carga inicial.

13.22.4 Las tensiones nominales de los sistemas para uso externo, circuitos de reflectores (flood) e iluminación de calles, serán de 208, 240 ó 277 voltios.

13.22.5 Se colocará un directorio de circuitos en cada tablero de iluminación para identificar cada salida. En caso de que los planos de construcción no indiquen los elementos específicos en cada circuito, el directorio contendrá esta información.

13.23 En áreas donde se ubiquen maquinarias en movimiento, el diseño de iluminación debe evitar efectos estroboscópicos. En caso necesario se emplearán balastos especiales o se dividirá la carga entre fases.

13.24 Para los casos de adiciones a plantas que tengan postes del tipo normalizado, se usarán las normas utilizadas en la construcción de dicha planta.

13.25 La carga inicial de un circuito no excederá el 60% de la capacidad nominal del dispositivo de protección.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 142

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

13.26 Se proveerá iluminación de reserva para los equipos y áreas siguientes:

- a. Tableros y consolas de operación e instrumentación colocadas en salas de control de procesos o de servicios.
- b. Control de Tableros de Potencia, medición, protección y paneles de alarmas ubicados en:
 1. Subestaciones principales.
 2. Subestaciones con dos (2) o más alimentadores que tengan transferencia manual o automático entre alimentadores.
 3. Subestaciones radiales con disparo conectado (transferido) a sus interruptores de alimentación, ubicadas en la subestación fuente.

13.27 Se proveerá iluminación de emergencia para los equipos y áreas siguientes:

- a. Subestación Principal
- b. Sala de Control
- c. Otras áreas tales como: caseta de control, ascensores y salidas de emergencia en edificaciones.

13.28 La iluminación de emergencia referida en el punto anterior, estará basado en bancos o paquetes de baterías. Los niveles de iluminación tendrán un valor promedio aproximado de 22 luxes (2 pies candela).

14 CANALIZACIONES

14.1 A continuación se describen las canalizaciones más utilizadas en distribución de potencia, control, iluminación instrumentación, comunicación, etc.

14.1.1 Los alimentadores de potencia, control o iluminación, así como los cables de instrumentación que vayan desde cada caja de conexión de campo de una unidad de proceso a la sala de control, serán colocados en tuberías enterradas de PVC. Se exceptúan de esta condición los casos siguientes:

- a. Aquellas unidades de procesos que tengan la mayoría de sus equipos instalados en estructuras elevadas y cuya disposición o arreglo obligue al uso de un sistema de distribución a la vista en tuberías metálicas. Dependiendo de las condiciones ambientales, las tuberías serán de acero galvanizado.
- b. Sistemas de distribución externas a edificaciones donde el riesgo de incendio sea mínimo y donde las tuberías estén disponibles (estructuras de soporte de tuberías, durmientes de tuberías, etc.). En estos casos, puede usarse un sistema de distribución a la vista en tuberías metálicas, previa aprobación del Ingeniero del Proyecto.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 143

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

14.1.2 Circuitos de iluminación y cableado de instrumentación en sitio (desde cada instrumento hasta la veta de conexión en sitio), se colocarán en tuberías metálicas rígidas a la vista.

14.2 La instalación de cables enterrados directamente, se hará según se describe seguidamente:

14.2.1 Las zanjas para cables se diseñarán según lo indicado en las [Figs. 1 a 5](#). Dichas zanjas se llenarán con arena.

14.2.2 La disposición de los cables en las zanjas se hará de acuerdo a lo indicado en la [Fig. 5](#). La separación entre cables de potencia será de 70 mm. Cables no cargados continuamente, tales como cables de control, iluminación, válvulas motorizadas, soldadura o carga máxima de 5,5 kw, etc. pueden agruparse sin separación entre ellos. Cuando se requiera colocar más cables en las zanjas, los cables de potencia pueden separarse a una distancia igual al diámetro del cable. Los cables para calentadores de espacio se considerarán como cables de potencia con carga discontinua.

Normalmente, es preferible colocar los cables en una sola capa, sin embargo; se permitirá colocarlos en dos capas, previa aprobación del Ingeniero del PROYECTO. Para los casos de cables de potencia descargados, de motores con potencia hasta 5,5 kw y para otros cables de potencia menores, se permitirá el uso de tres capas, previa aprobación del Ingeniero del PROYECTO ([Fig. 5](#)).

14.2.3 La [Fig. 3](#) limita el ancho de la trinchera a 1400 mm. Este límite es válido cuando el área circundante está pavimentada para tráfico de vehículos, grúas, etc. Ver [Fig. 4](#).

14.2.4 Cuando el ancho de la zanja exceda de 1400 mm debido a la segregación de los cables, puede especificarse el uso de zanjas normalizadas adicionales. En este caso, se colocará una pared divisoria de concreto entre las zanjas con la finalidad de apoyar planchas de acero de alta resistencia para soportar el tráfico de vehículos. En áreas no operacionales, puede omitirse el uso de la pared, previa aprobación del Ingeniero del PROYECTO. En áreas pavimentadas y previa aprobación del inspector puede considerarse el uso de ductos de concreto, de longitud máxima de 6 m.

14.2.5 Las zanjas para cables ubicadas en áreas operacionales deberán cubrirse con una capa de concreto pobre de color rojo reforzado con malla de acero. Esta capa servirá para identificación y deberá removérse cuando la excavación de la zanja para mantenimiento u otro fin sea necesario.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 144

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.2.6 Los cables de instrumentación y telecomunicaciones no se colocarán en la misma zanja que los cables de alta y baja tensión. La separación entre zanjas para cables eléctricos y para cables de instrumentación, la separación entre zanjas para cables de alta y baja tensión, la separación entre zanjas para cables de instrumentación y de potencia, referirse a la [Fig. 6](#). Para los requerimientos correspondientes a cruces entre cables de instrumentación y de potencia, referirse a la [Fig. 7](#).
- 14.2.7 Se permitirá la colocación de cables de alta y baja tensión en la misma zanja, pero se separarán mediante bloques de concreto colocados verticalmente, según se indica en la [Fig. 5](#).
- 14.2.8 Las curvaturas de las zanjas para cables serán adecuadas para el radio de doblado mínimo de los cables:
- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Cable con aislamiento de papel | Ver Inst. del Fabricante |
| Cables AT con recub. de plomo | 15 x Diám. externo |
| Cables BT con recub. de plomo | 12 x Diám. externo |
| Cables BT sin recub. de plomo | 8 x Diám. externo |
| Cables instrum. con recub. de plomo | 12 x Diám. externo |
| Cables armados interlocked | 8 x Diám. externo |
| Cable armado con alambres o cintas | 12 x Diám. externo |
- 14.2.9 La ruta de los cables deberá usualmente ser paralela al trazado de la vialidad. En lo posible, los cables de AV y BT se colocarán en lados opuestos de la vialidad.
- 14.2.10 En lo posible, los alimentadores duales de 34,5 kv a subestaciones principales seguirán rutas diferentes. En caso de no ser posible, dichos cables serán separados mediante bloques de concreto, previa aprobación del Ingeniero del Proyecto.
- 14.2.11 Las rutas de cables se alejarán, en lo posible, de puntos de cruce de tuberías de proceso y rutas paralelas a tuberías de proceso enterradas. La separación mínima recomendada entre los cables y estas tuberías, será de 300 mm.
- 14.2.12 Las rutas de cables se alejarán de las tuberías que contengan gases o líquidos calientes. En caso de no poder evitarse, esta tubería se recubrirá con material aislante a fin de limitar la temperatura externa del tubo a 60 °C. En los cruces, los cables se colocarán por debajo de las tuberías a una separación mínima de 300 mm.
- 14.2.13 Las zanjas abiertas para tuberías de proceso se cruzarán mediante placas de concreto u otros elementos colocados sobre la zanja, los cuales se rellenarán con arena y serán pavimentados con asfalto.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 145

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.2.14 Los cables directamente enterrados, se protegerán mediante manguitos de PVC

Schedule 10 en los puntos de salida a la superficie del terreno exceptuando el caso de salidas debajo de subestaciones elevadas. Los manguitos se extenderán una distancia de 250 mm por encima y por debajo de la superficie, para aquellas áreas sin pavimento de concreto. Los manguitos de PVC deberán cubrirse con concreto de 80 mm. de espesor.

Los manguitos de PVC se extenderán una distancia de 150 y 250 mm por encima y por debajo de la superficie respectivamente, en áreas con pavimento de concreto.

- 14.2.15 Los cables enterrados que penetren en áreas de edificaciones atravesarán las fundaciones del edificio mediante manguitos individuales de PVC. Schedule 40.

El cruce de cables a través de diques o canales de drenaje se hará de acuerdo a las [Figs. 8](#) y [9](#), respectivamente.

- 14.2.16 El ancho de las zanjas para cables será el adecuado para permitir la instalación futura de un 10% adicional de cables.

- 14.2.17 Los cables se instalarán normalmente en tramos continuos excepto en el caso que la longitud del tramo exceda la longitud normalizada de fabricación del cable. Otras excepciones serán aprobados por el Ingeniero del PROYECTO.

- 14.2.18 La identificación de cables se hará con bandas de plomo de 20 mm de ancho aproximadamente; las cuales se colocarán en los extremos del cable, a intervalos de 5 m., en los puntos de entrada y salida de ductos y en los puntos de cambios de dirección, etc.

La ruta del cableado se marcará de manera permanente. Desde cualquier punto de la ruta se verán dos marcadores como mínimo. El esquema de numeración de cables será aprobado por el Ingeniero del PROYECTO.

Los números de los cables se darán en el listado de cables del proyecto, indicando el tipo, tensión, calibre, longitud y punto de salida y llegada así como la función.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

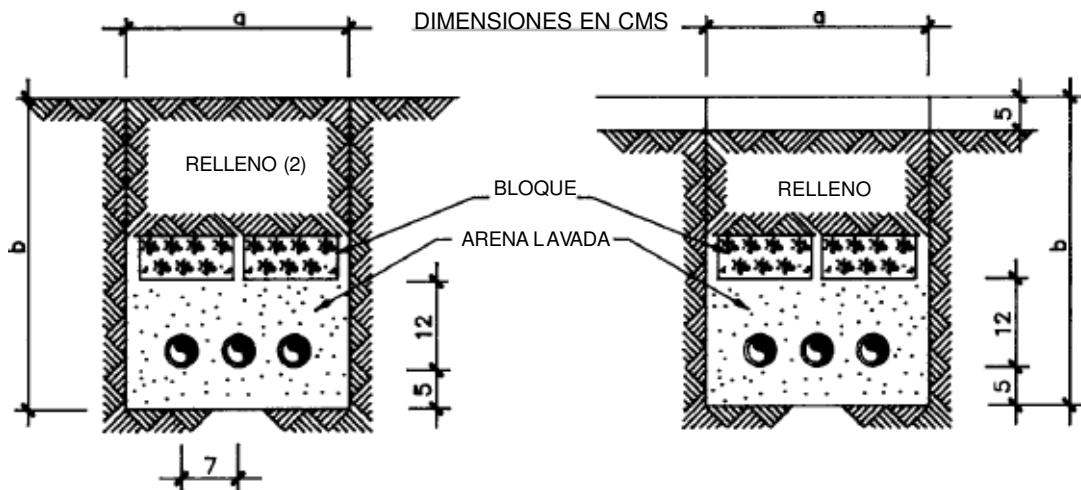
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 146

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Fig 1. ZANJAS PARA CABLES



ZANJA TIPO	ANCHO(a) M3	PROFUN- DIDAD(b) M3	M3 DE EXCAVACION	TABLA DE MATERIALES POR METRO DE ZANJA			
				ARENA M3	BLOQUES: 10x20x40		MEZCLA DE ASFALTO M3
X	30	30	0.080	0.060	2.5		0.015
A	30	70	0.210	0.060	2.5	2.5	0.015
B	30	60	0.180	0.060	2.5	2.5	0.015
C	45	70	0.315	0.090	5	5	0.022
D	45	60	0.270	0.090	5	5	0.022
E	65	70	0.445	0.130	8	8	0.032
F	65	60	0.390	0.130	8	8	0.032
G	85	70	0.595	0.170	10	10	0.042
H	85	60	0.510	0.170	10	10	0.042
I	105	70	0.735	0.210	13	13	0.052
J	105	60	0.630	0.210	13	13	0.052
K	125	70	0.875	0.250	15	15	0.062
L	125	60	0.750	0.250	15	15	0.062

NOTAS: 1.- POR CADA M2 DE AREA SE DEBE UTILIZAR 1.5 LTS DE MEZCLA DE Rc2 80% Y KEROSENE 20%

2.- EL RELLENO SE HARA POR CAPAS EN CONDICIONES DE HUMEDAD Y COMPACTADO CON UN COMPACTADOR NEUMATICO O EQUIPO SIMILAR; LA CAPA DE ASFALTO TAMBIEN DEBE SER COMPACTADA.

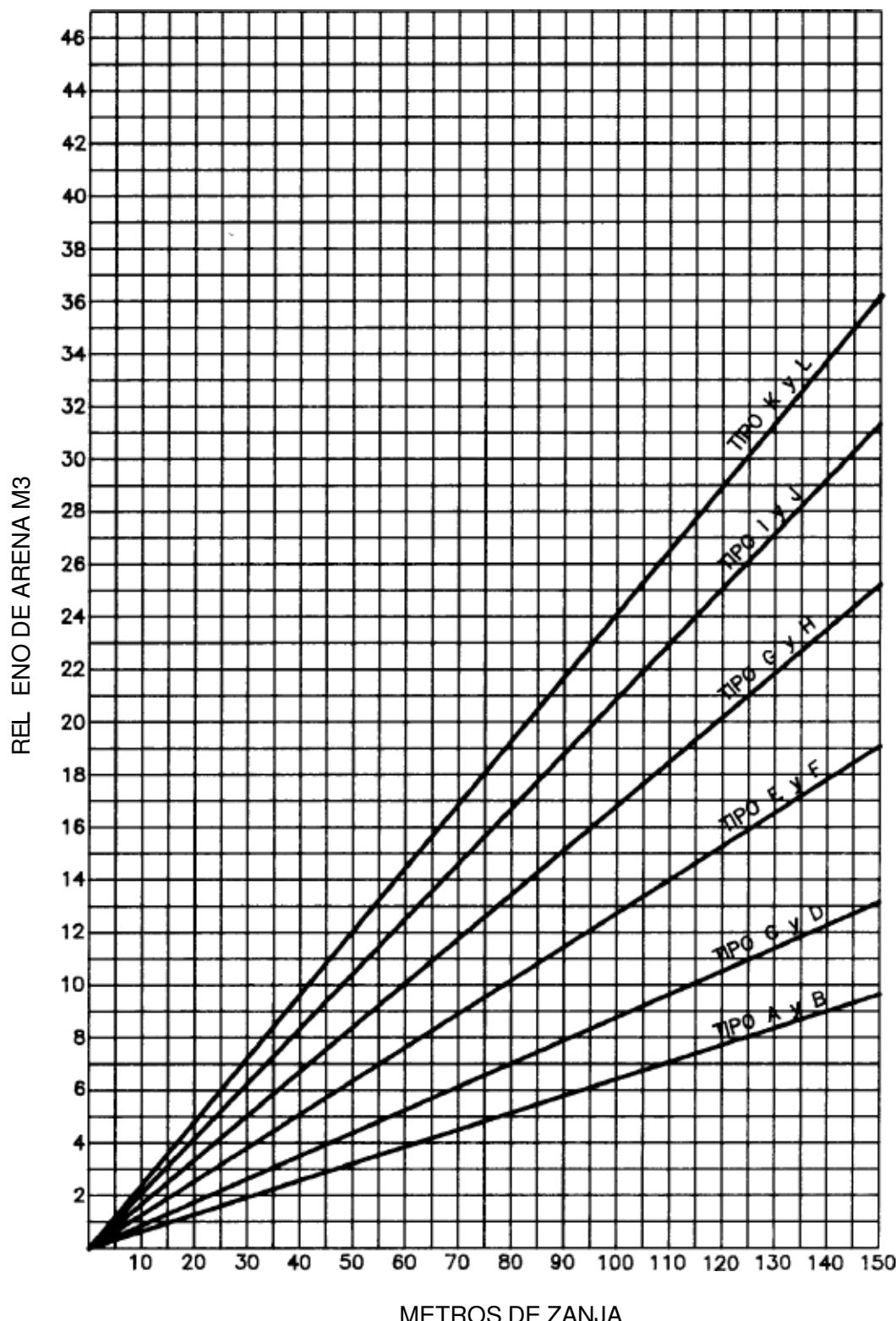
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 147

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig 2. GRAFICO PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE ARENA**



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

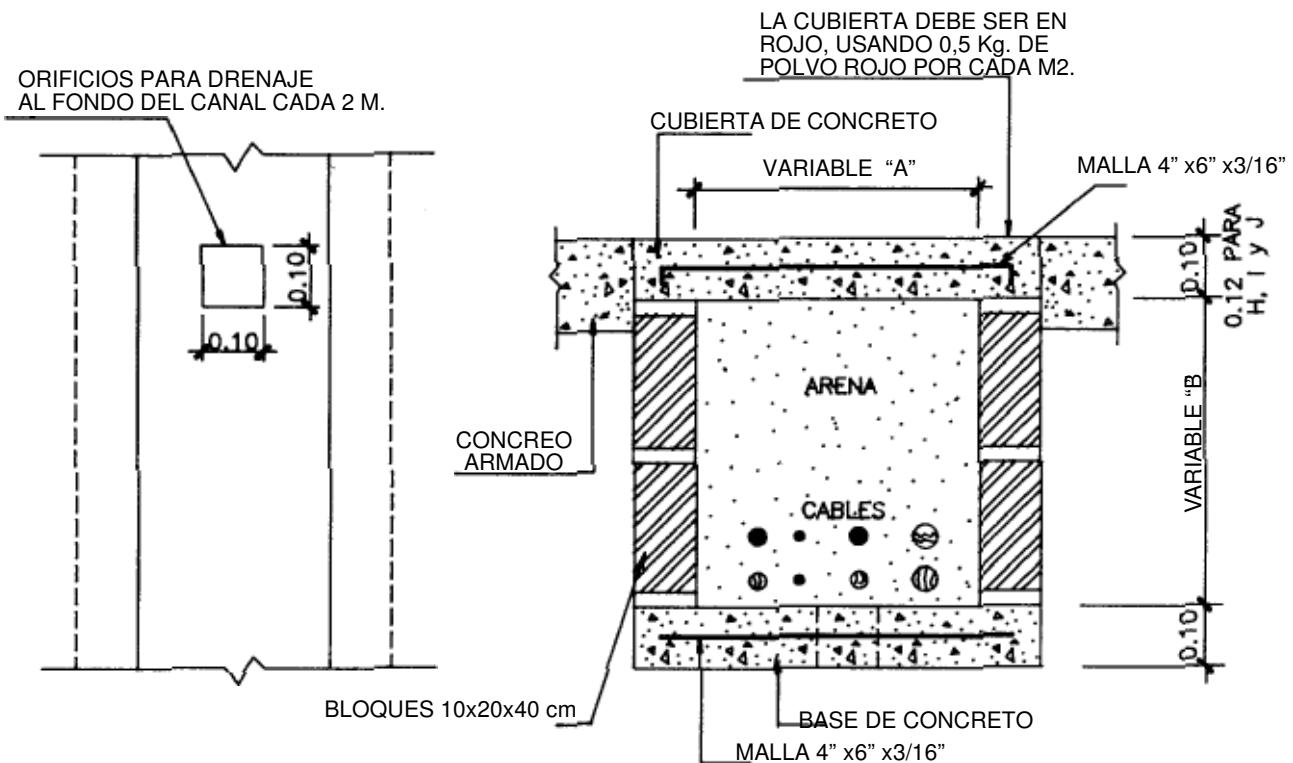
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 148

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Fig 3. TUNEL PARA CABLE BAJO CONCRETO



NOTA: EL TIPO K, L, M, N, O, P SE USA PARA DOS CAPAS DE CABLE SEGUN SE DETALLA EN EL CUADRO

P	140	65	0.044 SACO	0.91 m3	0.48 m3	15 PIEZAS	2.50 m3	0.64 Kg.
O	120	65	0.044	0.78	0.42	15	2.50	0.58
N	100	65	0.044	0.65	0.36	15	2.00	0.52
M	80	65	0.044	0.52	0.30	15	1.70	0.30
L	70	65	0.044	0.45	0.27	15	1.50	0.26
K	60	65	0.044	0.39	0.24	15	1.30	0.23
J	140	45	0.044	0.63	0.48	10	2.50	0.64
I	120	45	0.044	0.54	0.42	10	2.50	0.58
H	100	45	0.044	0.45	0.36	10	2.00	0.52
G	80	45	0.044	0.36	0.30	10	1.70	0.30
F	70	45	0.044	0.31	0.27	10	1.50	0.26
E	60	45	0.044	0.27	0.24	10	1.30	0.23
D	45	45	0.044	0.20	0.19	10	1.00	0.17
C	45	25	0.022	0.11	0.19	5	1.00	0.17
B	30	25	0.022	0.13	0.15	10	0.70	0.11
A	30	25	0.027 SACO	0.075 m3	0.15 m3	5 PIEZAS	0.70 m3	0.11 Kg.
TIPO	a	b	CEMENTO	ARENA	CONCRETO	BLOQUES	MALLA 4" x6" x3/16"	COLOR ROJO PARA EL CONCRETO

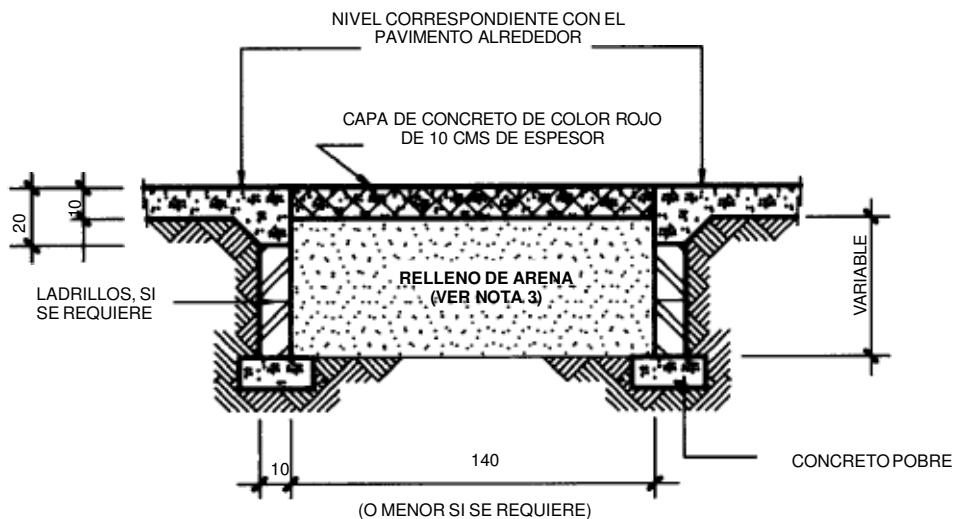
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

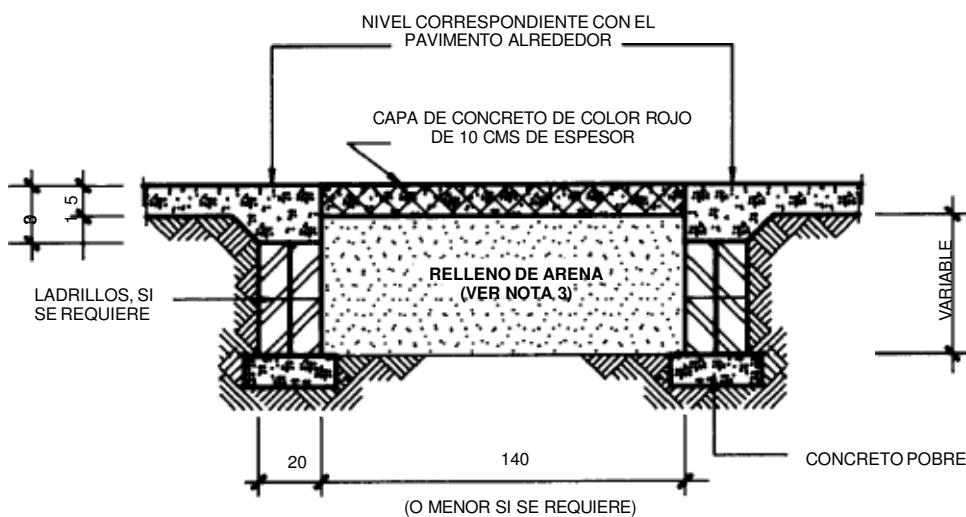
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 149

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 4. ZANJAS PARA CABLE EN AREAS DE PAVIMENTO DE CONCRETO**

ZANJA PARA CABLE DE ANCHO MENOR QUE 140 CMS
EN PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO



ZANJA PARA CABLE DE ANCHO MENOR QUE 140 CMS
EN PAVIMENTO DE TRANSITO PESADO

NOTAS:

- 1.- LAS DIMENSIONES Y NIVELES SON EN CMS.
- 2.- EL ANCHO MINIMO DE ZANJA SERA DE 30 CMS.
- 3.- EL RELLENO DE ARENA DEBE SER BIEN COMPACTADO, DESPUES QUE LOS CABLES SE HAYAN COLOCADO.
- 4.- LA ZANJA PARA CABLES CON CUBIERTA PERMANENTE DEBE SER NORMALMENTE ACOMPAÑADA DE UNA ZANJA (O ZANJAS) RELLENAS DE ARENA PARA CABLES FUTUROS DEL TIPO DE ANCHO, NO MAYOR DE 1,4 SEGUN LO INDICADO PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIVIANO Y PESADO.

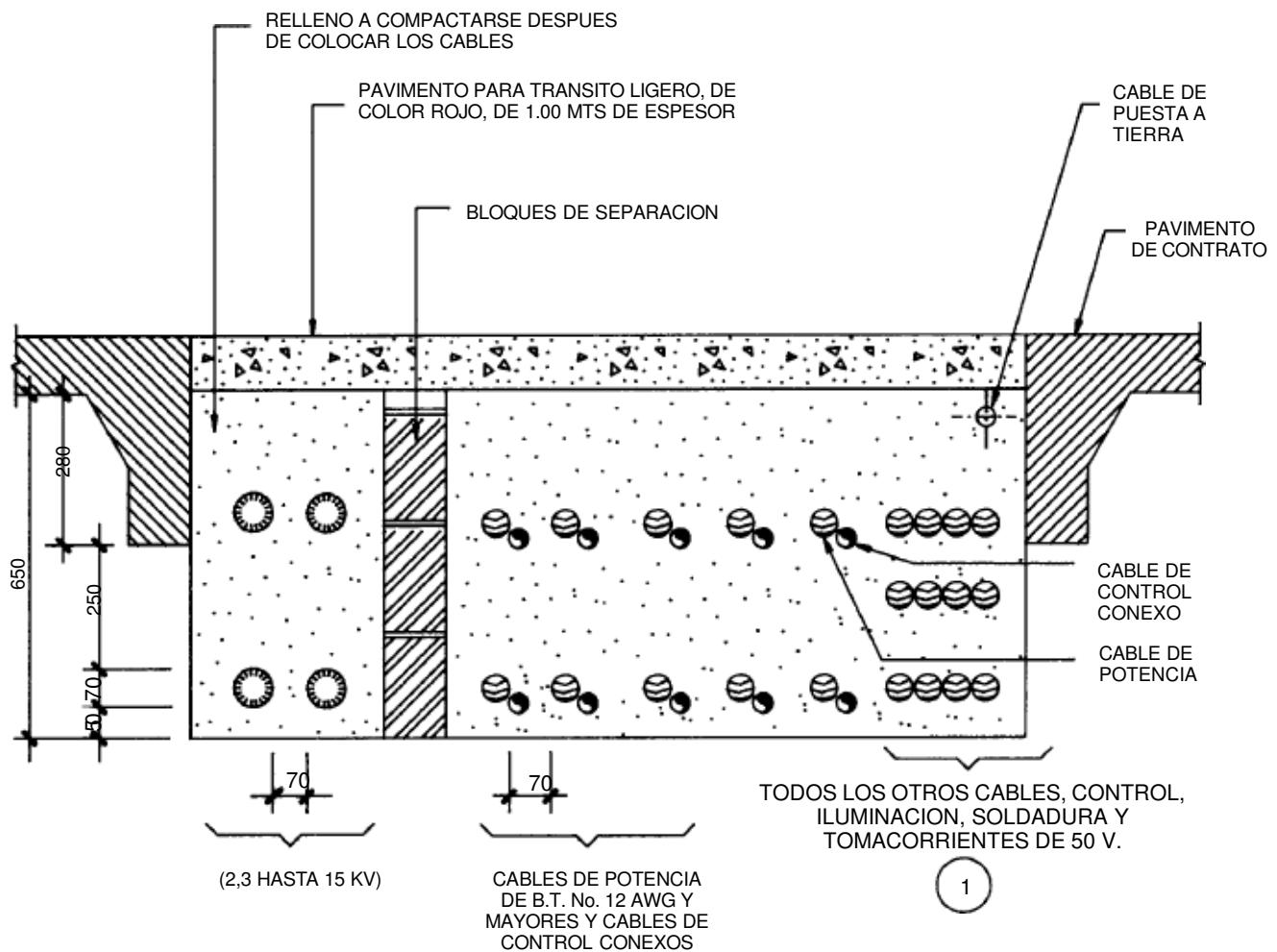
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 150

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 5. ZANJA ELECTRICA TIPICA**

- 1 ESTOS SON DENOMINADOS TAMBien CABLES SIN CARGA, INCLUyENDO CABLES PARA MOTORES DE HASTA 7.5 HP (5.5 KW), LOS CUALES NO REQUIEREN ESPACIO INTERMEDIO, PERO NO DEBEN SER COLOCADOS EN MAS DE 3 CAPAS.
- 2 EL ESPACIO DE RESERVA PARA CABLES FUTUROS DEBE DEJARSE A AMBOS LADOS DE LA ZANJA PARA CABLES.
- 3 LAS DIMENSIONES SON EN MM.

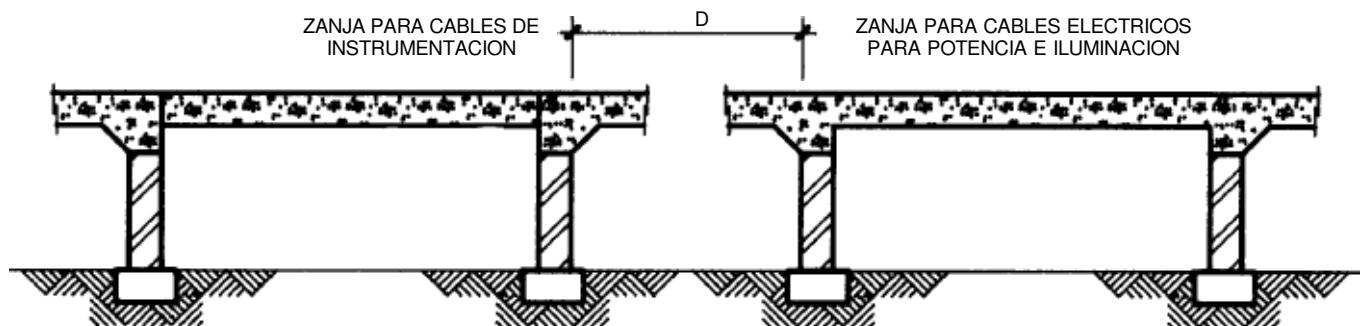
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

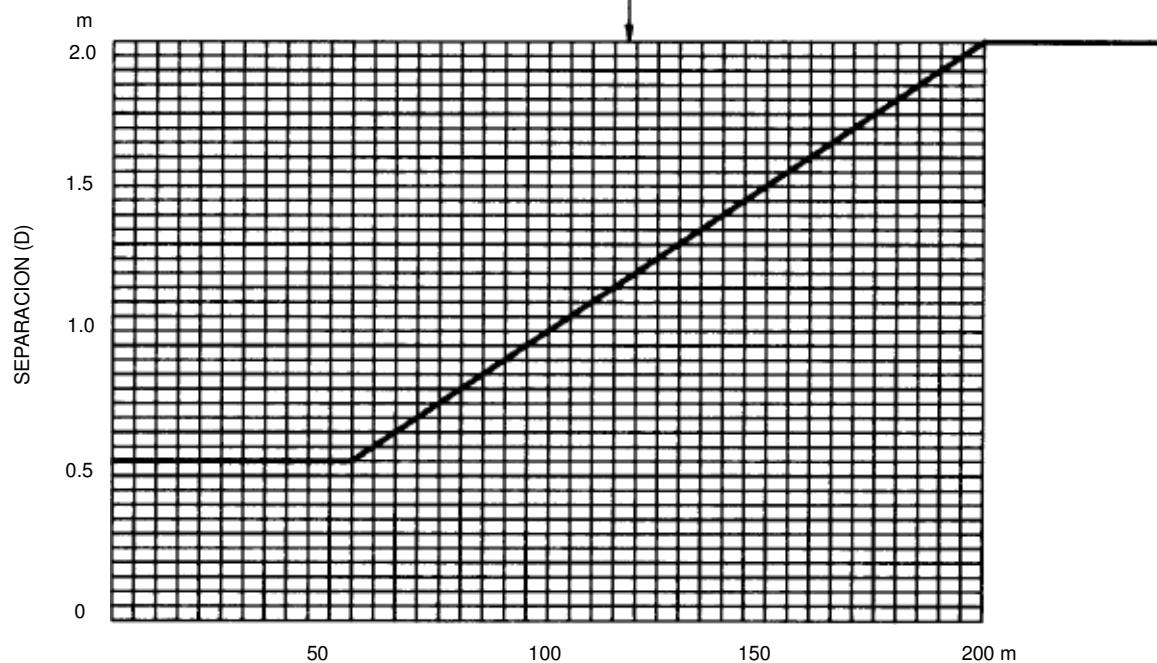
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 151

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. DISTANCIA ENTRE ZANJAS PARA ELECTRICIDAD E INSTRUMENTACION**

NOTA: LA DISTANCIA MAS CORTA ENTRE ZANJAS (D)
SERÁ SIEMPRE LA MAYOR QUE LA INDICADA
POR LA LINEA DEL GRAFICO



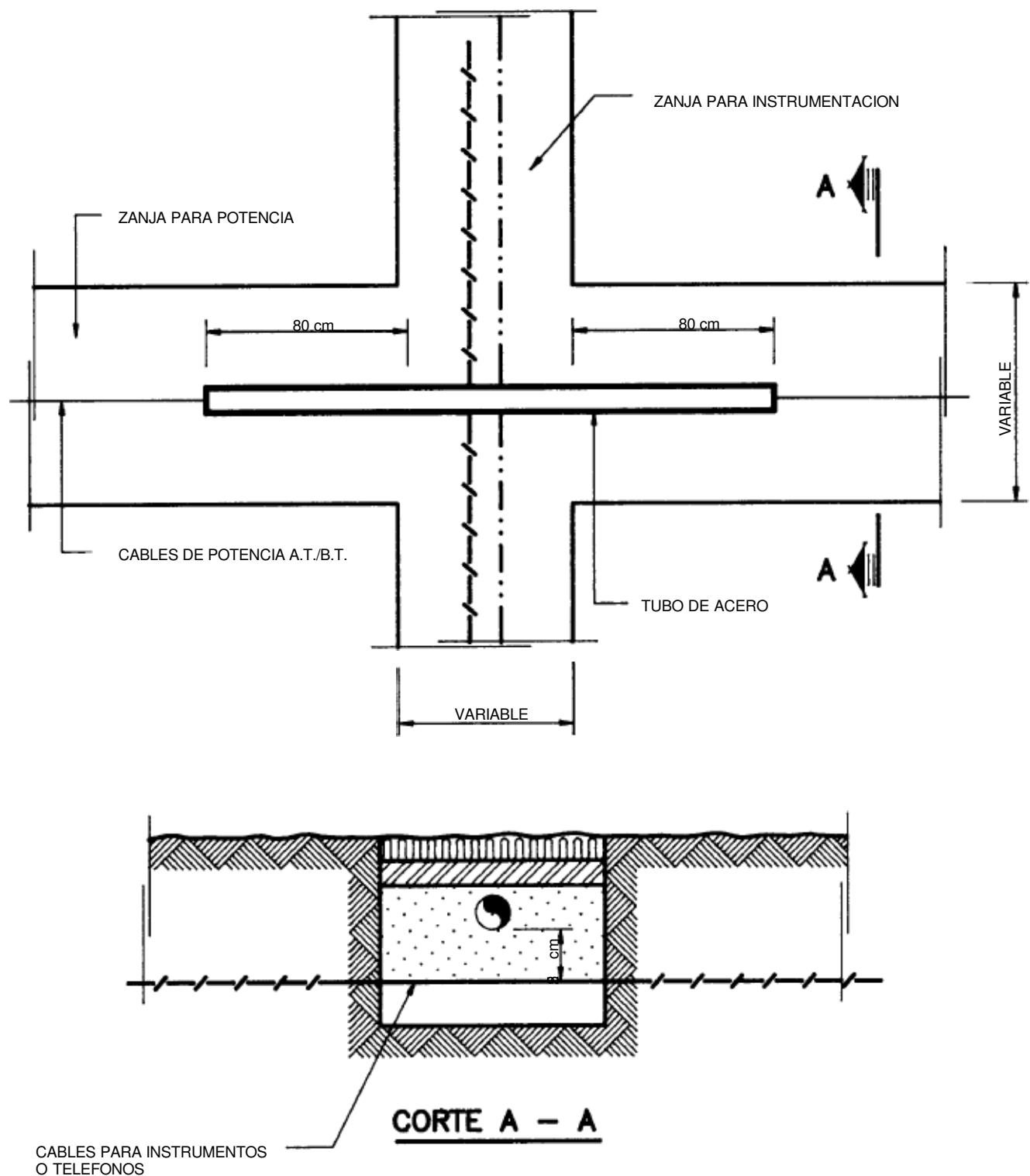
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 152

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 7. DETALLE DE CRUCE DE ZANJAS PARA INSTRUMENTACION Y POTENCIA**



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

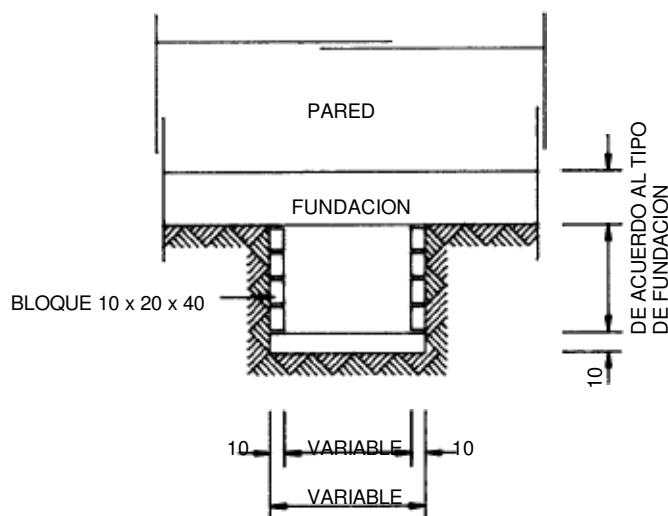
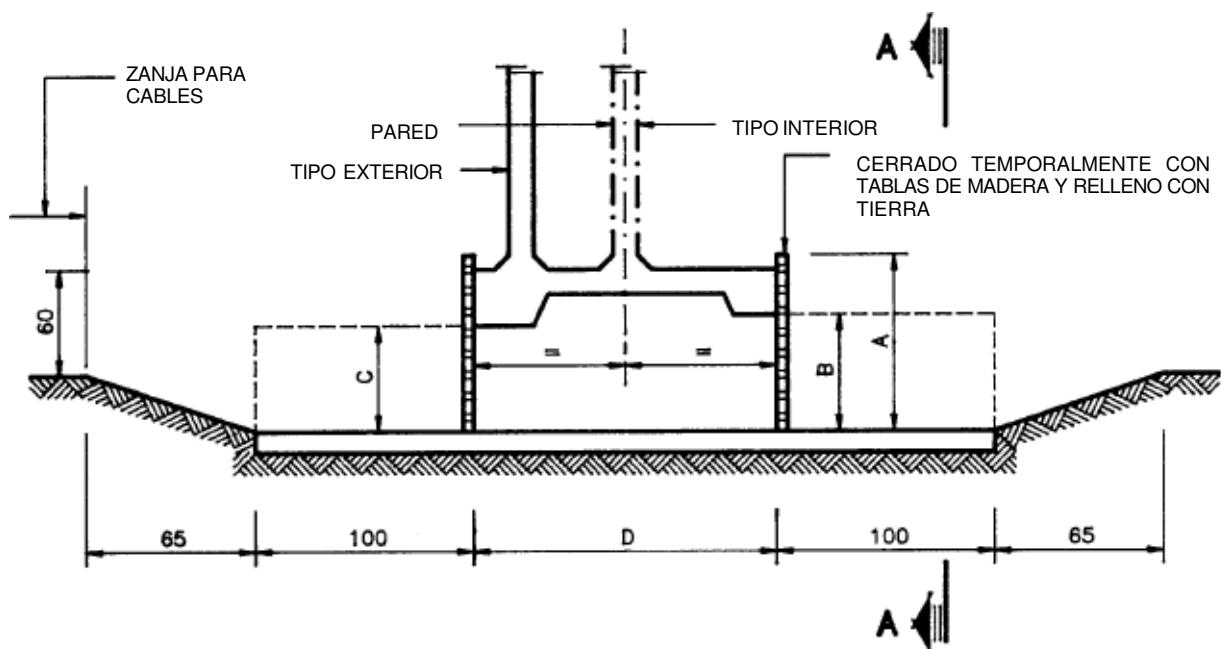
OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 153

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 8. ZANJA PARA CABLE BAJO FUNDACION****CORTE A - A**

D	80	95	240	255	295	325	355	395	
C	38	65	33	45	25	25	15	19	
B	65	65	50	45	40	25	27	19	
A	80	80	90	90	80	80	90	90	
	EXTERIOR	EXT.	INT.	EXT.	INT.	EXT.	INT.	EXT.	

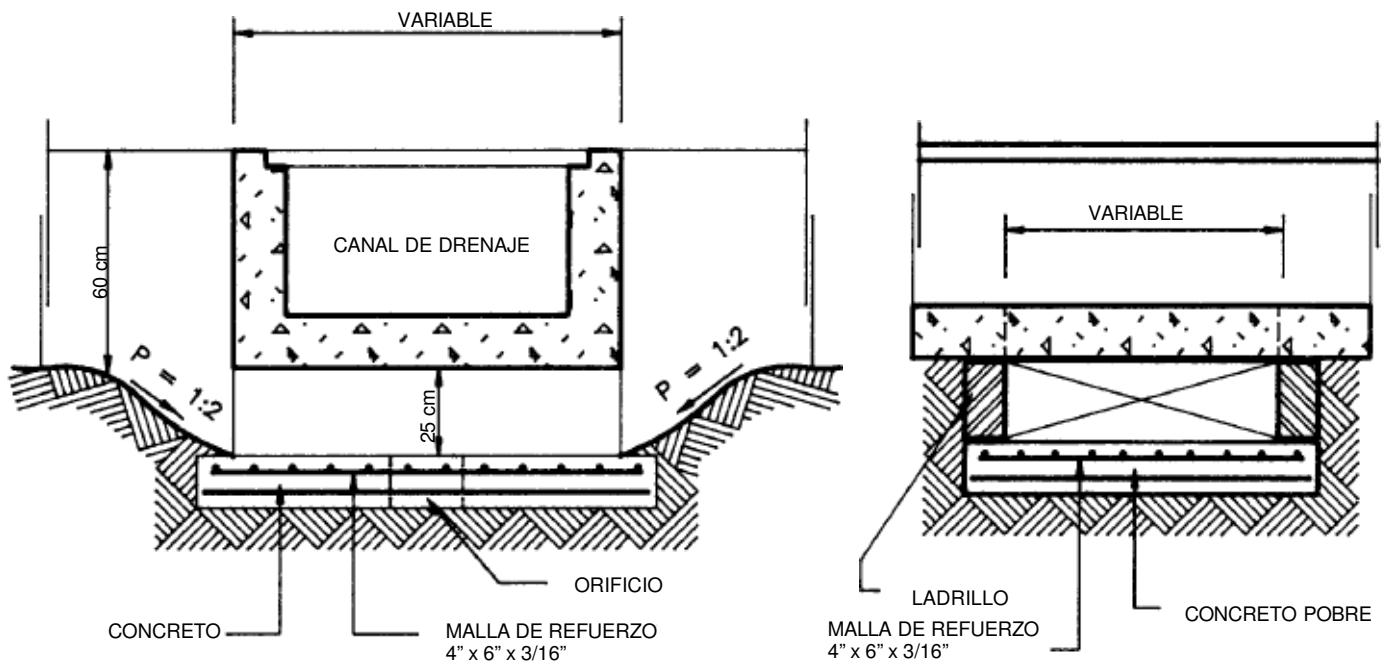
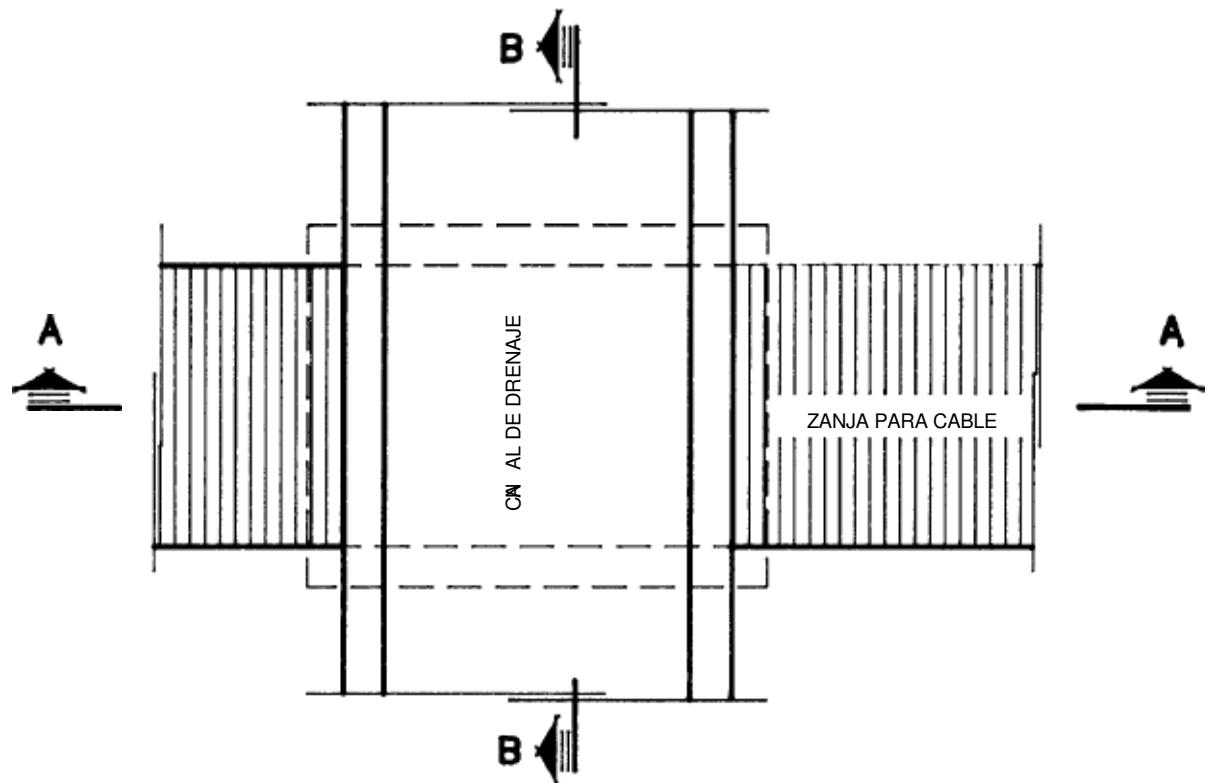
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 154

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 9. CRUCE DE ZANJA PARA CABLE CON CANAL DE DRENAJE****CORTE A - A****CORTE B - B**

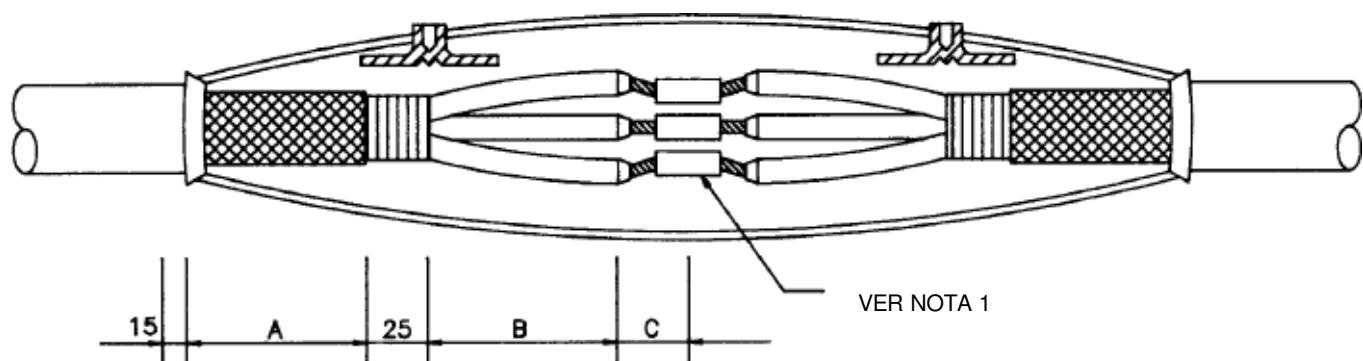
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 155

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 10. EJEMPLO DE EMPALMES DE CINTAS CON AISLANTES****(CASO 3M)****DIMENSIONES DE LOS EMPALMES**

CALIBRE DEL CONDUCTOR	LONGITUD EN MM		
	A	B	C
2	50	110	40
1/0	55	120	45
2/0	60	130	45
4/0	65	140	55
350	70	150	75
500	80	160	75

NOTA:

1 – INSERTAR CONDUCTOR HASTA EL TOPE PARA LOGRAR UN AREA MAXIMA DE CONTACTO



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

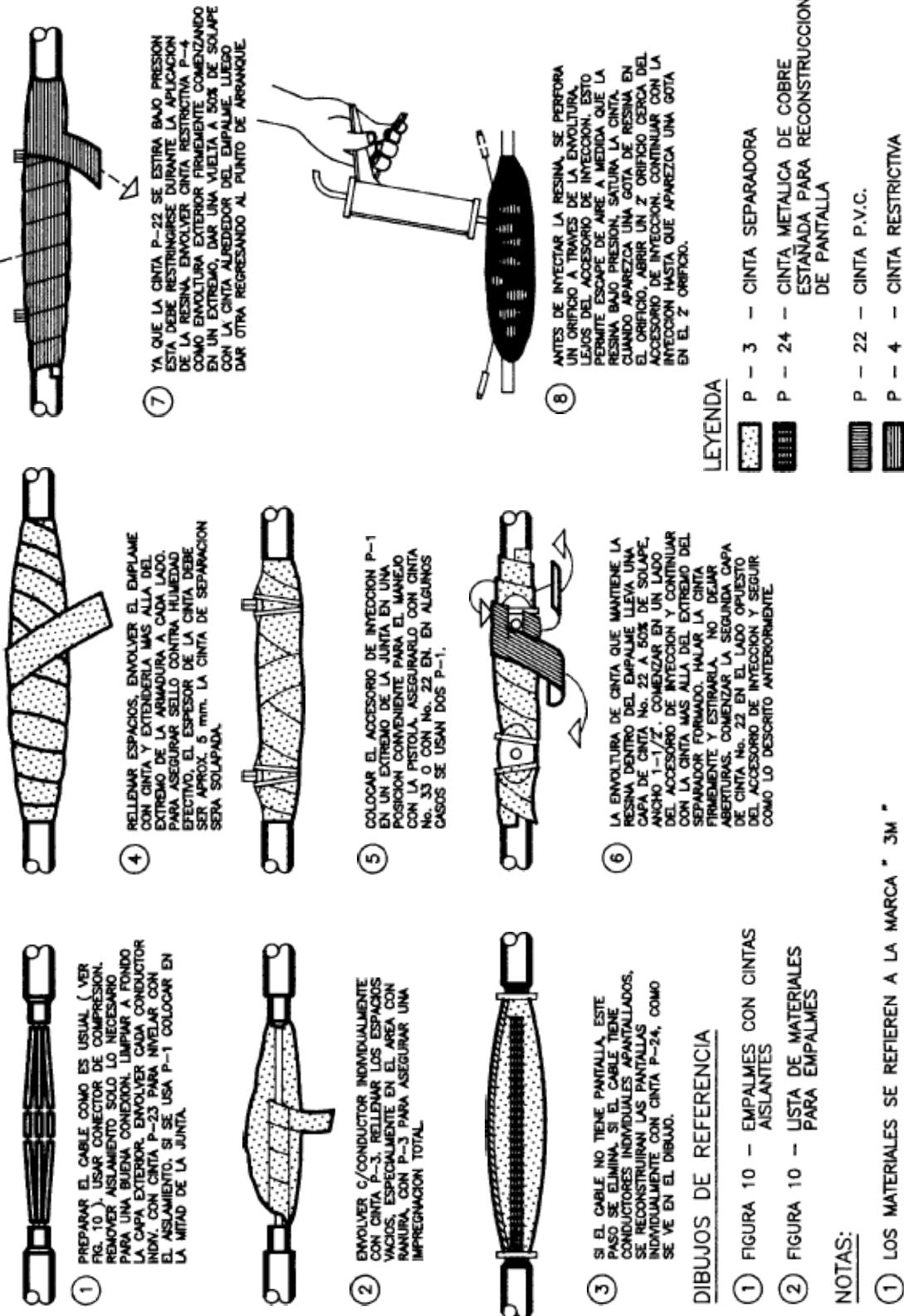
OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0	FECHA JUL.93
Página 156	

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

Fig 11.





PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION | FECHA

0 JUL.93

Página 157

Menú Principal

Indice manual

Indice volumen

Indice norma

Fig 12. MATERIALES PARA EMPLAMES (3M)



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

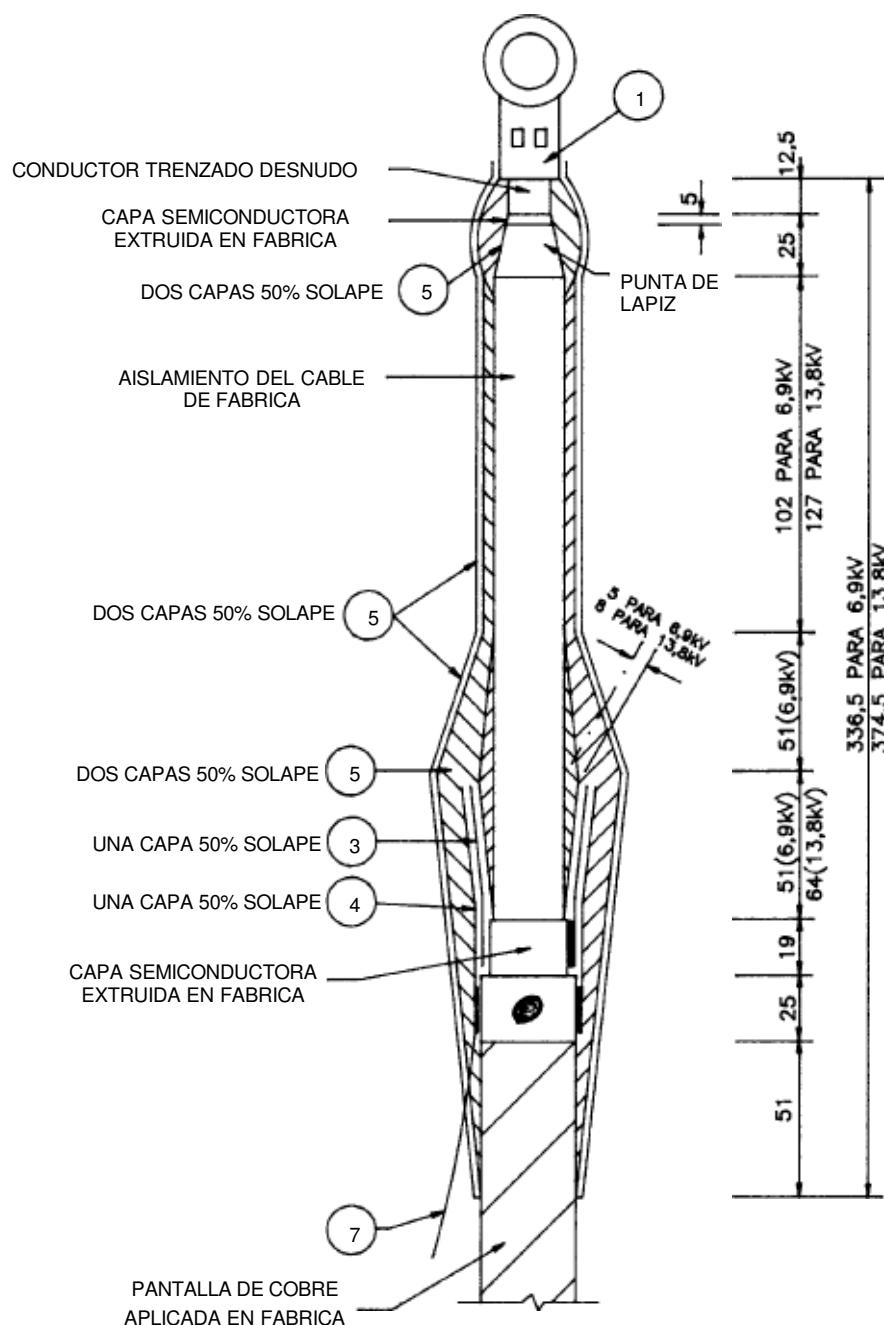
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 158

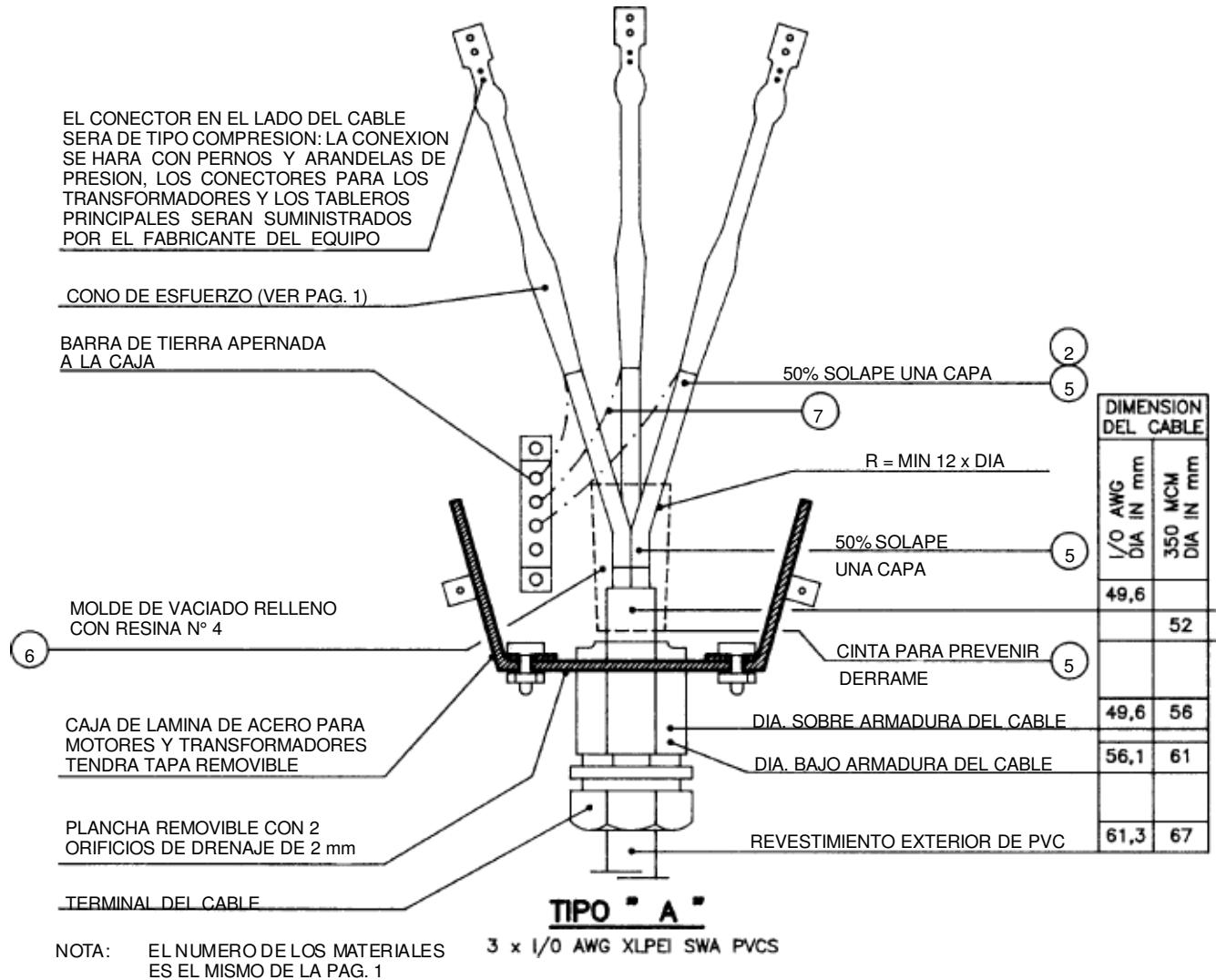
[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Fig 13. CONO DE REFUERZO (HOJA 1/3)



NOTAS: 1 - LOS TIPOS DE MATERIALES INDICADOS SE REFIEREN A LA MARCA "3 M"
 2 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

7	1	ROLLO	CINTA TIPO 25	
6	1	CAJA	JUEGO TERMINAL TIPO 92-D6/INCLUYE RESINA	
5	3	ROLLO	CINTA AISLANTE DE CAUCHO TIPO 23	
4	2	ROLLO	CINTA TRENZADA DE COBRE TIPO 24	
3	2	ROLLO	CINTA SEMICONDUCTORA 13	
2	2	ROLLO	CINTA AISLANTE DE PVC TIPO 33	
1	1	PZA.	TERMINAL DE COBRE DE COMPRESSION	
	CANTID.	UNIDAD	DESCRIPCION	



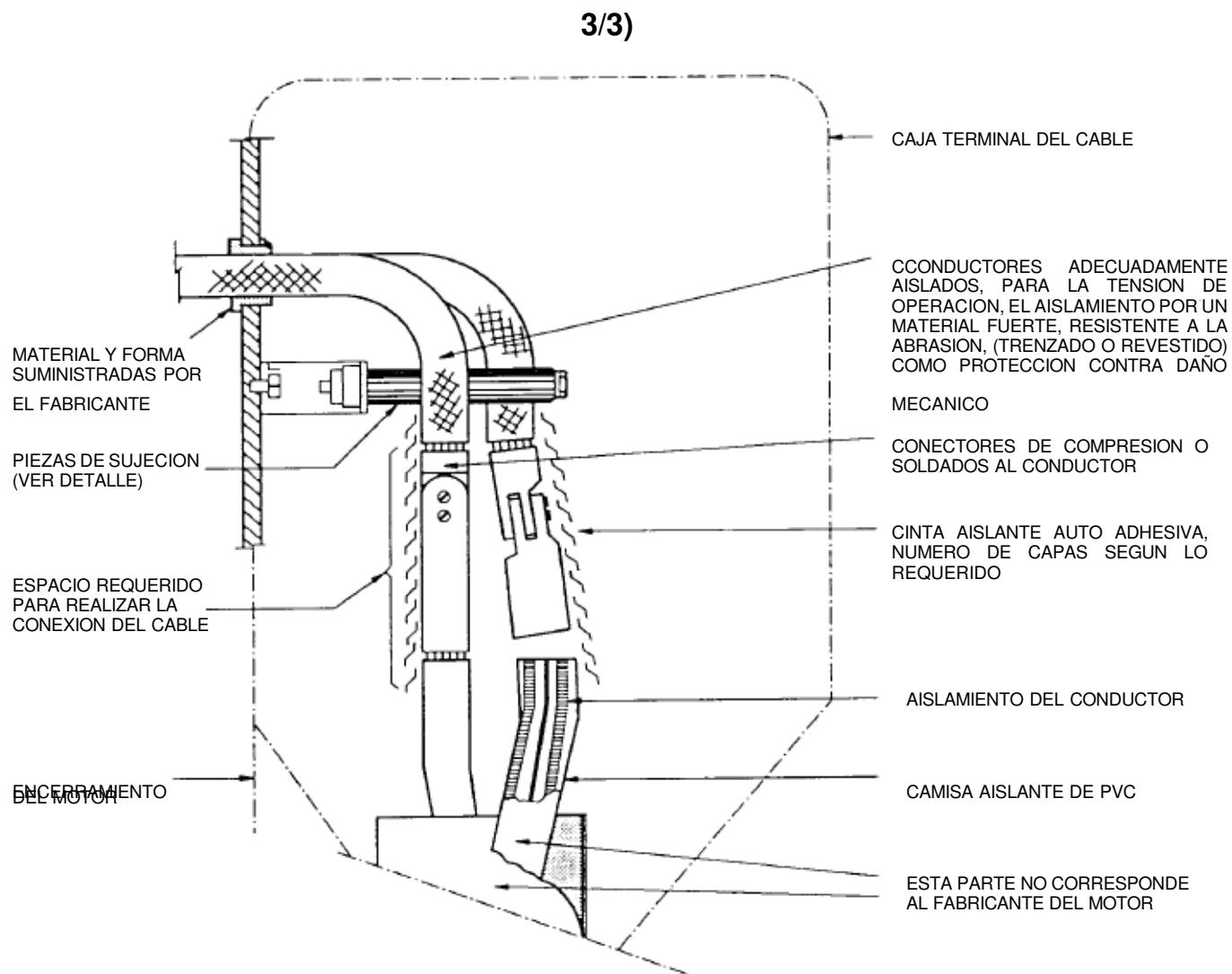
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

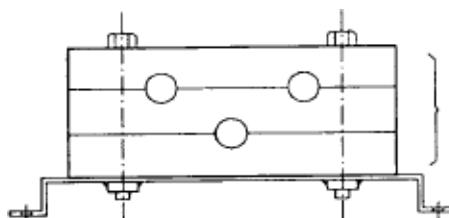
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 160

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig. 13. ARREGLO TIPICO DE TERMINACION DE CABLE DE MOTOR DE A.T. (HOJA 3/3)**

NOTA: UNA VEZ TERMINADAS LAS CONEXIONES, NO SE DEJARAN PARTES ENERGIZADAS DESCUBIERTAS DENTRO DE LA CAJA DE CONEXION.



LAS PIEZAS DE SUJECCION PARA LOS CONDUCTORES SERAN HECHAS DE MATERIAL AISLANTE NO HIGROSCOPICO, DE PRIMERA CALIDAD

PARA LAS GRAPAS DEL CABLE, LOS ORIFICIOS SE PERFORARAN EN SITIO A MANERA DE COINCIDIR CON EL DIAMETRO DEL CONDUCTOR

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 161

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

14.2.19 Los empalmes de los cables se harán de acuerdo a las [Figs. 10, 11 y 12](#). Otros

14.2.20 tipos de empalmes serán aprobados por el Ingeniero del PROYECTO. Las terminaciones de cables de 4,16, 6,9 kv y 13,8 se harán de acuerdo a la [Fig. 13](#) las de tipo 3M. Las de tipo Raychem, Elastimold o similares, serán aprobadas por el Ingeniero del PROYECTO.

14.3 Las tuberías enterradas se instalarán embutidas en concreto con espesor mínimo de 75 mm alrededor y separados 50 mm entre tuberías adyacentes.

14.3.1 Tanto las tuberías metálicas como los de PVC se recubrirán con concreto pobre de 80 kg/cm² de resistencia. Este recubrimiento se coloreará con óxido férrico mezclado en la siguiente proporción: 10 kg de óxido férrico por metro cúbico de

14.3.2 **concreto.** La superficie de la bancada de concreto quedará a un mínimo de 450 mm. del nivel 0.0. En los cruces de carretera o ferrocarriles, el tope de la bancada o cubierta se colocará a un mínimo de 750 mm debajo de la superficie de la carretera o de la base del riel. La ruta de las tuberías evitará pasar debajo de fundaciones.

14.3.3 Las tuberías enterradas serán de los tipos siguientes y podrán usarse en la misma bancada.

- a. Las tuberías de acero rígidos, codos, juntas y demás piezas de conexión serán de acero con una cubierta protectora externa de zinc y otra interna de zinc, pintura u otro material anticorrosivo.
- b. Las tuberías de material termoplástico, codos, juntas y demás piezas de conexión serán de PVC rígido o de polietileno de alta densidad. Tanto las tuberías como las piezas de conexión serán del tipo pared delgada para ser instalados embutidos en concreto.
- c. Las tuberías de fibra, codos, juntas y demás piezas de conexión serán de una mezcla de fibra y alquitrán de hulla. Tanto las tuberías como las piezas de conexión serán de pared delgada para ser instalados embutidos en concreto. Las tuberías de fibra no se instalarán dentro de los límites de unidades de proceso u otras áreas donde puedan existir filtraciones subterráneas de hidrocarburos.

14.3.4 Las bancadas de tuberías enterradas se colocarán, en general, en línea paralela o perpendicular a los linderos de la planta. Los puntos de salida de las tuberías se dimensionarán, en forma precisa, ya sea en los planos de planta de instalaciones subterráneas o en los planos de detalle. Las tuberías se ubicarán dentro de la bancada de forma tal de facilitar la llegada a los motores o equipos con un mínimo de cruces. Los planos de detalle contendrán las secciones de tuberías necesarias para definir claramente el arreglo de los mismos en las bancadas. El tamaño mínimo será de 1 pulg.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 162

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.3.5 Cuando se instalen puntos de halado en tuberías enterradas Clase I, División 1 y 2; las tuberías se llevarán a la superficie a cajas de halado adecuadas.
- 14.3.6 Cuando se usen puntos de halado, se colocará una caja independiente para cada circuito. Sin embargo, se permitirá el uso de una caja de halado común para el caso de circuitos de potencia y sus circuitos de control asociados, cuando los mismos se coloquen dentro de una misma tubería. Ejemplo: El alimentador del motor y su circuito de arranque asociado.
- 14.3.7 No se utilizarán regletas terminales, dentro de cajas de halado, para hacer conectar cables con tensión mayor a 600 voltios.

- 14.4** Con objeto de prever aumentos de cargas futuros en la planta, que puedan ocurrir a causa de la instalación de nuevos equipos; se colocará un 25% de tuberías de reserva, como mínimo, en las bancadas enterradas principales (seis o más tuberías por bancada). Las tuberías de reserva se llevarán al punto de halado más próximo, cercano a un conjunto de tuberías, a fin de permitir la extensión futura de los mismos, en forma a la vista a todas las áreas de la unidad.

Para los casos que la disposición de la unidad y la subestación lo permitan, las tuberías de reserva se separarán para cada tablero de potencia y centro de control en cada dirección. En tales casos, las tuberías se sacarán a la superficie y se pondrán en el punto de halado más cercano ubicado debajo de un grupo de bancadas en cada dirección. Los tramos de tubería se extenderán en la máxima extensión posible.

- 14.5** Las tuberías enterradas que salgan a la superficie se sellarán como se indica seguidamente:

- 14.5.1 Las tuberías enterradas que provengan de áreas clasificadas peligrosas Clase I, División 1 ó 2 y entren en áreas no-clasificadas serán selladas con un sello a prueba de explosión. El sello se ubicará dentro del área no-clasificada, antes del primer accesorio de conexión, donde la tubería emerja a la superficie.
- 14.5.2 En el caso de que la condición del subpárrafo (a) sea impráctica para tuberías cuya salida a nivel de piso o superficie esté dentro del equipo mismo en áreas no clasificadas, las tuberías se sellarán como sigue:
- a. Se colocará un sello a prueba de explosión donde la tubería emerja por primera vez dentro del área clasificada Clase I, División 1 ó 2. En caso de que este punto sea una junta de conexión, caja de halado o tanquilla, el sello se colocará en el ramal del conduit que venga del área no clasificada.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 163

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Las tuberías se sellarán también donde emergan dentro de áreas no clasificadas. Estos sellados no necesitan ser a prueba de explosión pero si serán herméticos a gases y líquidos! Dichos sellados pueden hacerse con un compuesto que pueda verterse alrededor de los cables dentro de la tubería y forme una masa densa y fuerte que sea insoluble en agua, no sea desagradable por derivados de petróleo y tenga un punto de fusión mínimo de 93°C (200°F). El compuesto se verterá hasta una profundidad igual al diámetro nominal de la tubería o a 16 mm como mínimo.

- 14.5.3 Las tuberías enterrados no considerados en los puntos (a) y (b) anteriores, pero que entren a edificaciones por debajo del suelo, se sellarán a fin de lograr que sean a prueba de agua.

~~El espacio entre la tubería y los cables se sellará con un material impermeable~~

- 14.6** Todas las tuberías que penetren dentro de la sala de control de una unidad de procesos se sellarán. Este requisito aplica tanto a tuberías que contengan conexiones a termocuplas y otros conductores de señales, como a aquellos que contengan cableados de potencia o control. Las tuberías que provengan del suelo se sellarán con un sello a prueba de explosión colocado en el punto de entrada a la sala de control. Las tuberías cuya entrada sea a la vista se sellarán con un sello a prueba de explosión externo a la edificación, cercano al punto de entrada.

- 14.7** En caso de usar elementos sellados a prueba de explosión en los puntos de entrada colocarán entre el sello y el elemento considerado. (El sello se colocará a una distancia máxima de 457 mm. (18 pulgadas) del elemento). Los sellados usados en los puntos de entrada de tuberías a elementos a prueba de explosión en ambientes Clase I, Grupo B (según se define en la norma COVENIN 200) se colocarán lo más cercano posible al elemento considerado.

- 14.8** En áreas clasificadas peligrosas Clase I, División 1 y 2, los cables que penetren en elementos a prueba de explosión de equipos que puedan generar arcos o altas temperaturas, se terminarán mediante accesorios que aseguren un sello a prueba de explosión. Adicionalmente, en áreas clasificadas Clase I, División 1 y 2, los cables armados continuos flexibles cuya construcción permita el paso de gases, vapores o llama a través del cable, tendrán un sello a prueba de explosión en los mismos puntos indicados en esta especificación para sistemas de tuberías.

- 14.9** Las tuberías enterradas, de 2" de diámetro mínimo, no-metálicos, serán de PVC.
- 14.9.1 Sólo se permitirá el uso de tuberías plásticas cuando su clasificación de temperatura sea superior al límite de temperatura del aislante del conductor y cumpla con los requerimientos de la norma COVENIN 200.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 164

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.9.2 Las tuberías no metálicos terminarán en todos los casos en un codo de acero y serán sacados a la superficie.

14.10 Canalizaciones a la Vista.

Las tuberías a la vista serán de acero rígido galvanizado. No se usarán tuberías de aluminio. Se cumplirán los requerimientos de la norma COVENIN 200, Artículo 346.

- 14.10.1 El diámetro mínimo de las tuberías será de 3/4 pulg.
- 14.10.2 Las Tuberías serán roscadas, con uniones.
- 14.10.3 Los conduits de acero serán galvanizados en caliente.
- 14.10.4 En ambientes corrosivos, puede considerarse el uso de tuberías de acero recubiertas de PVC o tuberías no metálicas.

14.11 Las tuberías no se instalarán en contacto directo con la superficie de recipientes calientes o en las cercanías de tuberías calientes. En caso que el diseño exija este tipo de instalación, se colocará una cubierta aislante entre la tubería y el soporte, donde el mismo se apoya sobre la superficie caliente. Como alternativa, se considerará la factibilidad económica de utilizar cable con aislamiento para altas temperaturas.**14.12** Las tuberías a la vista se instalarán sobre soportes y otras estructuras y se agruparán y apoyarán sobre un sistema de soporte apropiados. Los grupos de tuberías se instalarán paralela o perpendicularmente a miembros estructurales en forma limpia y de fácil mantenimiento.**14.13** Los tramos de tuberías se instalarán con el mínimo de dobleces o curvaturas. Se harán cálculos que indiquen que la tensión de halado del cable y la presión lateral de la pared en las curvas, no supere las recomendaciones del fabricante del cable.**14.14** Pueden usarse tramos cortos de tuberías metálicas flexibles, en caso de requerirse para conexiones a motores colocados sobre bases deslizantes o termoconexiones a motores rígidamente instalados. Las tuberías flexibles cumplirán con las siguientes recomendaciones:

- 14.14.1 En áreas clasificadas peligrosas Clase I, División 1, las tuberías serán a prueba de explosión.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 165

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.14.2 En áreas clasificadas Clase I, División 2 y otras áreas externas, las tuberías tendrán una capa térmica o termoplástica a prueba de líquidos y adecuada para garantizar una buena adhesión a la tubería.

14.15 Los accesorios y cajas colocadas en áreas no clasificadas o clasificadas Clase I, División 2, serán solo a prueba de gases, excepto cuando existan dispositivos productores de arco en áreas División 2. En este caso serán los adecuados para el área peligrosa considerada. En áreas clasificadas Clase I, División 1, todos los accesorios serán los adecuados para el área peligrosa considerada.

- 14.15.1 En áreas Clase II, los accesorios y cajas que tienen derivaciones, empalmes o elementos productores de arco, serán adecuadas para la clasificación del área involucrada. Los accesorios y cajas usadas para otros propósitos tendrán bocinas roscadas, de conexiones cerradas y ninguna abertura por donde pueda entrar polvo o escaparse chispas.

- 14.15.2 En los sistemas de tuberías se utilizarán sellos, drenajes y respiraderos aprobados, según se necesiten para prevenir la acumulación de condensación. El sellado y drenaje en áreas clasificadas estará acorde con la norma COVENIN 200. Artículo 501-5 y esta especificación.

14.16 Los alimentadores de motores de 460 voltios, de calibre hasta o igual al No. 2 AWG, pueden colocarse en un mismo conduit junto con sus correspondientes cables de control de la estación local de arranque.

- 14.16.1 Para los casos de motores que requieran el uso de cables alimentadores de mayor calibre y para motores que operen a niveles superiores de tensión, se colocarán tuberías separadas para los cables de control.

14.17 Para la conexión final a equipos sujetos a vibración, podrán utilizarse piezas cortas de tuberías metálicas flexibles.

14.18 Los drenajes para sistemas de tuberías, se incluirán en los siguiente casos:

- 14.18.1 Tuberías verticales que entren a equipos o cajas por encima, tendrán un sellado con drenaje colocado a un máximo de 457 mm (18 pulg.) de la entrada, a fin de evitar la penetración de líquidos a los equipos o cajas, provenientes de las tuberías.

- 14.18.2 Tuberías verticales que penetren en edificaciones tendrán accesorios de drenaje para evitar la entrada de líquidos a la canalización de la edificación.

- 14.18.3 Tuberías que emergan de bancadas enterrados y que se levanten 4,6 m (15 pies) o más sobre la superficie del terreno, antes de penetrar en la primera caja sellada o drenada, se sellará y drenará en los primeros 61 cm (2 pies) del suelo.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 166

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

14.18.4 Accesorios de drenaje y sellado serán a prueba de explosión cuando se requiera
~~para la clasificación de 3/96 según donde se instalen los sistemas drenajes, cuyo~~

14.19 Las tuberías expuestas a humedad excesiva, tal como aquellas ubicadas en, o cerca de, torres de enfriamiento, o aquellos expuestos a agentes corrosivos severos, serán del tipo metálico rígido, galvanizado en caliente, con recubrimiento plástico externo hecho en fábrica. Los accesorios de conexión serán recubiertos de manera similar y todas las superficies roscadas expuestas serán recubiertas adecuadamente.

14.20 El uso de sistemas EMT se limitará a áreas interiores no peligrosas. Estos sistemas no se usarán en áreas donde pueden estar expuestos a daños severos. En todo caso se cumplirá con los requerimientos de la norma COVENIN 200, Artículo 348.

14.20.1 Las tuberías y accesorios para sistemas EMT, serán de acero y tendrán una cubierta protectora o aleación igual a la especificada para acero rígido.

14.20.2 Pueden usarse tramos cortos de tuberías metálicas flexibles en caso de requerirse para conexiones a motores montados sobre bases deslizantes, termopozos, extensiones desde bandejas o soportes continuos de cables rígidos. Este tipo de tubería no se usará para la conexión a motores instalados sobre bases rígidas.

14.21 Se proveerán puntos de halado según se necesite para permitir la instalación de cable en las tuberías sin dañarlo. Se proveerá una caja de halado independiente para cada circuito, excepto en el caso de un alimentador de motor y sus circuitos de control colocados en una misma tubería, donde se permitirá el uso de una caja de halado común.

14.22 El uso de bandejas ventiladas o escaleras para cables como soportes, es aceptable en áreas interiores no peligrosas, donde estos sistemas de soporte de cables puedan ubicarse en forma tal que no estén sujetos a daños causados por operaciones normales, tales como tráfico o mantenimiento.

14.23 Las bandejas para cables, cuando se usen para la finalidad antes mencionada, serán de alta resistencia, de acero galvanizado en caliente con espaciamientos de apoyo cada 225 mm.

14.23.1 Las bandejas se conectarán entre sí de forma tal de asegurar continuidad de la conexión a tierra. Cada salida o derivación de tubería será adecuadamente conectada a tierra en la bandeja.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 167

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

14.23.2 En ambientes corrosivos, se considerará el uso de bandejas para cables

14.23.3 recubiertas de plástico o PVC.

Las bandejas para cables tendrán tapas removibles en las zonas donde los cables estén sujetos a daños causados por la caída de objetos o líquidos corrosivos. En estas áreas no se usarán escaleras. En otras áreas las bandejas serán abiertas.

14.24 La distribución o arreglo en, o sobre, los soportes, será como sigue:

14.24.1 Los cables de los dos alimentadores a las subestaciones con primario selectivo, secundario selectivo y tipo "Spot Network", se instalarán en bandejas o escaleras separadas.

14.24.2 Los cables de control se colocarán entre los cables de potencia, en la mayor extensión posible.

14.24.3 No se colocarán más de dos capas de cables de potencia o iluminación en la misma bandeja. En caso de instalarse la segunda capa, se colocará un separador continuo ventilado entre las capas. Dicho separador se ubicará de tal manera de dejar una separación mínima de 25 mm (1 pulg.) entre el fondo del separador y el cable inferior más cercano.

14.24.4 En las bandejas que contengan cables de control o instrumentación únicamente, se permitirá la colocación de cables en más de dos capas.

14.24.5 Los cables se dispondrán de forma de minimizar la cantidad de cruces.

14.25 Los ductos de cables se usarán en áreas interiores, no peligrosas.

Pueden usarse en áreas clasificadas Clase I, División 1 ó 2, si cumple con lo siguiente:

14.25.1 Los ductos consisten de secciones totalmente encerradas de láminas metálicas con cubiertas removibles o abisagradas. Las secciones tendrán previsiones para entradas futuras de cables, por lo menos a 91 cm (3 pies) en toda su longitud.

14.25.2 Los ductos se fabricarán con láminas metálicas de 22,8 mm de espesor (0,897 pulg.) (Calibre N°13 USS) o láminas de aleación de aluminio de espesor no menor de 3 mm (0,125 pulg.). Todas las superficies tendrán un recubrimiento de pintura anticorrosivo.

14.25.3 Los tramos de ductos se unirán y soportarán de tal manera que se asegure la rigidez y el alineamiento del conjunto sin afectar la instalación o reemplazo de los cables.

14.25.4 La suma de las áreas transversales de los conductores contenidos en un ducto en cualquier corte del mismo, no excederá del 20% del área de la sección transversal del ducto.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 168

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 14.26** Los ductos de barras se usarán únicamente en áreas interiores no peligrosas.
- 14.27** La canalización bajo el piso tipo metálica, se usarán únicamente en áreas interiores no peligrosas.

15 METODOS DE CABLEADO

- 15.1** Los cables y conductores se especificarán como se indica a continuación:

- 15.1.1 Los cables para servicio entre 2 y 15 kV serán cobre trenzado con aislamiento de polietileno (o etileno-propileno), y chaqueta de PVC con pantalla. El ingeniero del proyecto podrá exigir que estos cables sean armados.
- 15.1.2 Los cables para servicio entre 600 V y 2 kV serán de cobre trenzado con aislamiento de polietileno propileno, sin pantalla ni chaqueta adicional. El ingeniero del proyecto podrá exigir que estos cables sean armados.
- 15.1.3 Los cables de potencia, control de motores e iluminación, para servicio hasta 600 voltios, serán del tipo THW, THWN, o TTU para 600 voltios, con uno o más conductores de cobre.
- 15.1.4 El cableado de las lámparas será No. 16 AWG, para 600 voltios, de cobre monopolar.

- 15.2** Los calibres mínimos serán los siguientes:

- | | | |
|--------|-------------------------------|------------|
| 15.2.1 | Alimentadores: 13,8 kV | No. 2 AWG |
| 15.2.2 | Alimentadores: 6,9 kV | No. 4 AWG |
| 15.2.3 | Alimentadores: 4,16 kV | No. 6 AWG |
| 15.2.4 | Alimentadores: 2,3 kV | No. 6 AWG |
| 15.2.5 | Alimentadores: 480 voltios | No. 12 AWG |
| 15.2.6 | Circuitos: Iluminación | No. 12 AWG |
| 15.2.7 | Circuitos: Control de Motores | No. 14 AWG |

- 15.3** Para ambientes de temperatura elevada (circuitos de 600 voltios o menos) se instalarán cables y conductores resistentes al calor y la humedad. En áreas calientes no se usarán conductores que operen a tensiones mayores a la indicado.
- 15.4** Los conductores para circuitos de 600 voltios o menos serán trenzados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 169

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 15.5** La capacidad de cortocircuito del cable será considerada en el dimensionamiento del mismo.
- 15.6** Los cables expuestos a luz solar serán resistentes a los rayos ultravioleta
- 15.7** El uso de cables tipo MI se permitirá previa aprobación del ingeniero del proyecto. Los cables MI de cobre tendrán chaqueta de PVC.
- 15.8** La compra y uso de cables y otros materiales de canalizaciones se guiará por el CEN y las normas PDVSA.
- 15.9** Los circuitos de señales o teléfono que operen a tensiones menores a 65 voltios, pero nunca con circuitos de mayor tensión.
- 15.10** En lo posible, los cables se instalarán en un tramo entero desde la fuente de energía al equipo. Cuando se requiera, los conductores de 600 V pueden empalmarse en cajas de conexión a la vista, mediante conectores de compresión.
- 15.11** Todos los cables con pantalla se terminarán de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- 15.12** Los cables no se instalarán cercanos o paralelos a tuberías o grandes superficies que tengan temperaturas altas. En lo posible, se mantendrá una separación mínima de 305 mm (12 pulg.)
- 15.13** Un circuito de potencia y sus circuitos de control asociados, tales como un alimentador de motor y su circuito de arranque pueden instalarse en un mismo cable, tubería o ducto siempre que se cumpla lo siguiente:
- 15.13.1 Que el circuito de potencia sea de 600 voltios o menos entre conductores y el circuito de control se derive del circuito de potencia y es automáticamente desenergizado cuando el circuito de potencia es desenergizado.
- 15.13.2 Para instalaciones que usen cables de control monopolares, los cables de potencia son también monopolares y no son mayores del calibre N° 2 AWG (33,62 mm²).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 170

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 15.13.3 Tanto los circuitos de potencia como los de control operan a la misma tensión, o el circuito de control opera a una tensión menor que la correspondiente al circuito de potencia pero no por debajo de 600 V entre conductores.

- 15.13.4 Los conductores del circuito de control están aislados para la tensión del circuito de potencia.

- 15.13.5 Ninguno de los conductores de circuito de control es común a los circuitos de control de otros motores u otros usuarios de potencia distintos a motores.

- 15.14** Los circuitos de iluminación pueden instalarse en una misma tubería (considerando los límites de espacio y el derrame de capacidad).

- 15.15** Los sistemas de control de potencia, medición, alarma y protección asociados con una “Unidad Paquete” o con un equipo eléctrico principal, tal como un motor o transformador, pueden instalarse en una misma tubería, ducto o cable, a condición de que todos los circuitos estén aislados para 600 V o más. Los circuitos de interconexión entre subestaciones pueden instalarse también dentro de una misma tubería, ducto o cable, excepto que:

- 15.15.1 Los circuitos asociados con doble entrada para las sub-estaciones con primario selectivo, secundario selectivo, o tipo “Spot Network”, se instalarán en tuberías, ductos o cables separados.

- 15.15.2 Los circuitos de protección diferencial e hilo piloto se instalarán en tuberías, ductos o cables separados.

- 15.16** Los circuitos de control de sistemas de potencia, medición y señalización que conecten equipos eléctricos principales dentro del mismo edificio, tales como tableros de potencia y consola de control, pueden ser agrupados en tuberías, bandejas o cables comunes.

- 15.17** Los circuitos de calentadores de espacio para motores pueden instalarse en la misma tubería, ducto o cable, conjuntamente con los circuitos de arranque del motor (pero no con el circuito de potencia del motor) entre el motor y su arrancador, siempre que:

- 15.17.1 Ambos circuitos estén aislados para 600 voltios o más.

- 15.17.2 El circuito de los calentadores de espacio no entre dentro de los botones de arranque y parada.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 171

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

15.18 En caso que los conductores sean paralelos, se cumplirá lo siguiente:

- 15.18.1 Para cables multipolares, cada cable contendrá todas las fases. Adicionalmente, el neutro en caso de existir, estará incluido en todos los cables si su corriente excede el 15% de la corriente de fase.
- 15.18.2 Para cables monopolares instalados en encerramientos metálicos, cada encerramiento contendrá todas las fases. Adicionalmente, el neutro en caso de existir, estará incluido en cada encerramiento si su corriente excede el 15% de la corriente de fase.

15.19 El diseño no permitirá que los circuitos de potencia entren a una caja metálica de material ferromagnético en forma separada para cada conductor de fase o neutro (si existe), debido a que esto causa calentamiento de la caja por inducción. Una solución aceptable a esta situación consiste en pasar cada uno de los conductores de los circuitos de potencia, a través de una lámina de material no-ferromagnético.

15.20 Los empalmes tipo rabo de cochino sólo podrán hacerse externos al suelo y en cables sin pantalla.

15.21 Para cables que operen a tensiones mayores a 600 voltios:

- 15.21.1 Se preferirán los empalmes rectos.
- 15.21.2 Se utilizarán cabezotes o terminales sellados para la terminación de cables en áreas donde estén expuestos a la acción del clima, acumulación de polvo u otros contaminantes que puedan causar fugas.
- 15.21.3 Los empalmes y terminales de cables se harán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

15.22 Las capacidades de carga de emergencia de los cables pueden usarse como base de diseño en casos especiales previa aprobación del ingeniero del proyecto. (Tal caso pudiera ocurrir cuando una carga durante el arranque, pudiera sobrecargar el transformador y el cable pero no al interruptor, en una sub-estación con secundario selectivo operando con una sola entrada).

15.23 La Tabla 15.1 presenta las capacidades de emergencia para cables, para períodos de sobrecarga menores a 100 horas por año.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 172

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**TABLA 15-1****CAPACIDADES DE EMERGENCIA DE CABLES EN PORCENTAJE DE LA CAPACIDAD NORMAL, 100% FACTOR DE CARGA, IGUAL TEMPERATURA AMBIENTE**

TIPO DE CABLE	TENSION	TC	TE	CAPACIDAD DE EMERGENCIA (%)				
				TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				
10	20	30	40	50				
PVC RESISTENTE A LA HUMEDAD	600 V	60	75	111	114	119	129	154
PVC RESISTENTE AL CALOR Y LA HUMEDAD	600 V	75	87	107	108	110	114	119
POLIETILENO RETICULADO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y EL CALOR	600 V	90	125	114	116	120	124	130
POLIETILENO RETICULADO RESISTENTE A LA HUMEDAD, CALOR Y OZONO.	HASTA 15 KV	90	125	114	116	120	124	130
COMPUESTO DE GOMA-BUTILO RESIST. A LA HUMEDAD Y AL CALOR	600 V	90	125	114	116	120	124	130
COMPUESTO DE GOMA-BUTILO RESIST. A LA HUMEDAD AL CALOR Y AL OZONO	0-5 KV 5-15 KV 15-25 KV 25 KV y más	90 85 80 80	125 115 105 95	114 113 112 108	116 116 115 109	120 119 118 111	124 123 123 115	130 130 130 120
ETILENO-PROPILENO (EPM O EPDM)	0-35 KV	80	130	116	118	122	127	133
AISLAMIENTO DE PAPEL TIPO SOLIDO CONDUCTOR MONOPOLAR APANTALLADO Y NO APANTALLADO. CABLE MULTIPOLAR APANTALLADO.	1 KV 5 KV 8 KV 15 KV 23 KV 34.5 KV	85 85 85 81 77 70	115 102 100 96 91 85	113 108 107 108 107 109	116 109 108 109 109 111	119 111 110 111 111 114	123 114 113 114 115 120	130 119 117 119 120 129
COMPUESTO DE GOMA-BUTILO RESIST. A LA HUMEDAD AL CALOR Y AL OZONO	1 KV 5 KV 8 KV 15 KV	85 85 85 75	115 96 93 87	113 105 104 107	116 106 105 108	119 108 106 110	123 110 107 114	130 113 109 114

$$\text{CAPACIDAD DE EMERGENCIA (\%)} = 100 \sqrt{\left(\frac{T_e - T_a}{T_c - T_a} \right) \frac{R_c}{R_e}}$$

DONDE:

$$\frac{R_c}{R_e} = \frac{234,5 + T_c}{234,5 + T_e} = \text{PARA COBRE}$$

Te: TEMP. DE EMERGENCIA (°C)

Ta: TEMP. AMBIENTE, SUELO O AIRE (°C)

$$\frac{R_c}{R_e} = \frac{228 + T_c}{228 + T_e} = \text{PARA ALUMINIO}$$

Tc: TEMP. NORMAL DEL CONDUCTOR (°C)

Rc: RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A LA

TEMP. Tc.

Re: RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A LA

TEMP. Te

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 173

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 15.24** El sistema de tuberías enterradas es el método preferido de canalización en los casos críticos.
- 15.25** Para aquellos casos críticos en los que se usen tuberías a la vista, las secciones críticas de cables colocados a menos de 7,5 m (25 pies) de equipos de "alto riesgo" serán a prueba de fuego.
- 15.26** Los accesorios de conexión, cajas u otros dispositivos asociados con cables a prueba de fuego, serán a prueba de fuego, también cualquier dispositivo de control instalado en cajas a prueba de fuego, los cuales serán accesibles para operación, serán de un diseño que cumpla con el criterio de protección contra fuego.
- 15.27** La protección contrafuego para canalizaciones superficiales de potencia y control de actuadores eléctricos de válvulas de bloque RBV tipo D cumplirá con lo siguiente:
- 15.27.1 El material de aislamiento de los cables será clasificado para "altas temperaturas".
 - 15.27.2 Se usarán tuberías metálicas rígidas.
 - 15.27.3 Los tramos de cables colocados a menos de 7,5 m (25 pies) de equipos de "alto riesgo" serán a prueba de fuego.
 - 15.27.4 En los casos de válvulas que operen para cierre de emergencia, se protegerán contra fuego todos los cables colocados a menos de 12 m (40 pies) horizontalmente del equipo que se pretende aislar.
 - 15.27.5 Proteger contra fuego aquellos tramos de cables colocados dentro de los límites del área de procesos de la unidad que esté siendo protegida por válvulas, las cuales sirvan para venteo de vapor o "cierre crítico de flujo".
- 15.28** El diseño de la protección contra fuego garantizará que los cables protegidos permanezcan operativos por un mínimo de 15 minutos, cuando estos estén expuestos a una temperatura de 1093°C (2000°F) causada por el incendio. La capacidad de los cables de potencia protegido contra fuego, se reducirá para considerar el efecto de aislamiento térmico de la cubierta protectora y de la chaqueta.
- 15.29** Los cables con aislamiento para "baja temperatura" se protegerán contra el fuego mediante una cubierta de 50 mm (2 pulg.) de espesor de fibra cerámica u otro material equivalente y una chaqueta de acero inoxidable o galvanizado.
- 15.30** Los cables con aislamiento para "alta temperatura" se protegerán contra fuego mediante una cubierta de 25 mm (1 pulg.) de espesor de fibra mineral, silicato de calcio u otro material equivalente y una camisa de acero inoxidable o galvanizado.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 174

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 15.31** Los arreglos de desconexión rápida, en caso de usarse para ciertos motores tales como los que operan bombas en línea, cumplirán con los siguientes requisitos:
- 15.31.1 Consistirán de un enchufe con cable flexible conectado a los motores y un toma corriente cercano al motor.
- 15.31.2 No se usarán en áreas clasificadas Clase I, División 1.
- 15.31.3 No se usarán en motores de más de 600 voltios.
- 15.31.4 Los enchufes y tomacorrientes usados en áreas clasificadas Clase I, División 2, serán aprobados para este tipo de clasificación.
- 15.31.5 Los enchufes y tomacorrientes que no estén enclavados con un suiche serán capaces de interrumpir, en forma segura, la corriente de rotor bloqueado del
- 15.31.6 Los suiches o interruptores usados con tomacorrientes de enclavamiento no tendrán dispositivos de protección de sobrecorriente.
- 15.31.7 No se usará cable flexible en motores de potencia mayor a 50 Hp.
- 15.32** En caso de usarse para dos motores, el arreglo de desconexión rápida permitirá la operación de cualquiera de los motores, desde un arrancador alimentador sencillo.
- 15.33** No se colocará pantalla metálica en cables monopolares o multipolares que operen a 2000 voltios o menos entre fases, de sistemas conectados o no a tierra. Los cables sin pantalla que operen a más de 600 voltios, serán del tipo aprobado por una organización de ensayos nacionalmente reconocida y aprobado para el servicio al cual serán dedicados. Los cables de 5, 8 y 15 KV serán apantallados.
- 15.34** Los cables que operen a más de 600 voltios entre fases y que no tengan pantalla o armadura metálica; tendrán chaquetas resistentes a las descargas. Estas chaquetas, para el caso de cables multiconductores, serán una cubierta común colocada sobre el grupo de conductores.
- 15.35** Los cables con aislamiento de goma de silicona usados en cableados críticos, tendrán una chaqueta trenzada de vidrio colocada sobre cada conductor. Adicionalmente, según se requiera para protección mecánica o contra la humedad, se colocará una chaqueta de PVC sobre todo el cable.
- 15.36** Los cables blindados con cubierta metálica, a la vista, podrán usarse en los casos siguientes:
- 15.36.1 Tensiones mayores de 600 voltios entre conductores, solamente si se usa en sistemas con tuberías rígidas.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 175

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 15.36.2 En áreas clasificadas Clase I, División 1, solamente si se coloca dentro de tuberías rígidas.
- 15.36.3 Para otros servicios distintos a los descritos en los párrafos 15.36.1 y 15.36.2 anteriores, en los sistemas de soporte o cubiertas de cableado aprobadas en esta especificación para las condiciones de instalación correspondientes.
- 15.37** Los cables blindados con cubierta metálica pueden instalarse sobre paredes o estructuras soportados por bandas, cintas o accesorios similares; y dentro de paredes o techos. La ubicación de los cables será tal que evite el daño de los mismos durante las operaciones normales de la planta, tales como tráfico o mantenimiento.
- 15.38** Sistemas tales como conductores desnudos, cables pre-ensamblados y cables de reserva soportados por postes o estructuras, pueden ser usados para la distribución externa a los límites de la unidad de proceso, previa aprobación del ingeniero del proyecto.
- 15.39** No se usará instalación aérea en áreas congestionadas donde sea posible que interfieran con la pluma de grúas y otros equipos similares.
- 15.40** Los conductores desnudos cumplirán los requisitos de la norma ANSI C2.2 u otra norma nacional equivalente.
- 15.41** Las instalaciones de tendido en la medida de lo posible una separación mínima horizontal de 20 pies (6 m) de zonas susceptibles a incendio, tales como bombas y otros equipos de alto riesgo. Esta distancia se considera adecuada para evitar daños al cableado causado por un incendio controlado en estos equipos.
- 15.42** Los cables críticos no se acercarán a menos de 3 m (10 pies), horizontalmente, de zonas susceptibles a incendio, tales como bombas u otros equipos de alto riesgo. Cuando estos cables estén localizados entre 3 y 7,5 m (10 y 25 pies) de las zonas antes mencionadas, se protegerán contra el fuego. Dicha protección consistirá de una capa de lana mineral de 50 mm (2 pulg.) y una chaqueta de acero. La capacidad de carga de los cables de potencia protegidos de esta manera se reducirá para considerar el efecto térmico del aislamiento de la cubierta protectora y de la chaqueta.
- 15.43** El cableado que pase cercano a equipos de alta temperatura, usará tipos de aislamiento que puedan operar en las temperaturas esperadas.

16 CONEXIONES ELECTRICAS DE INSTRUMENTOS

- 16.1** Las conexiones en instrumentos operados o controlados eléctricamente, se harán según se indica a continuación:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 176

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

16.1.1 El sistema de cableado de instrumentación será Clase 2, según la Norma

COVENIN 200, Artículo 725.

16.1.2 Los requisitos de puesta a tierra para cables apantallados con hilos de drenaje, señales comunes y seguridad, serán determinados dependiendo de cada sistema, durante la ingeniería de detalle.

16.2 Cables de Extensión de Termocuplas

16.2.1 Los cables de extensión de termocuplas deberán ser de hierro y constantan, cromel y alumel, cobre y constantan, o cobre y aleaciones; dependiendo de la termocupla.

16.2.2 Los cables de extensión entre los instrumentos y las termocuplas serán pares trenzados de Calibre No. 16 AWG apantallado, con aislamiento termoplástico de 105° C sobre cada conductor y una chaqueta de plástico polivinílico para 80° C.

- a. Para áreas que puedan estar expuestas a temperaturas mayores a 80° C, se considerará el uso de cables de termocuplas con aislamiento de teflón y asbestos y chaqueta trenzada de asbestos.
- b. Los cables de extensión (incluidos en la termocupla) se conectarán al cableado de campo en una regleta terminal instalada en una caja de conexión.
- c. Cuando se usen conductores desnudos o elementos protegidos con aisladores, la cabeza de la termocupla se conectará al termopozo mediante niples de 1/2 pulg. NPS (15 mm), 75 mm de longitud, de acero al carbono extra resistente; y uniones de 1/2 pulg. NPS, acero al carbono de 3000 lbs.

16.2.3 Los cables multipares se usarán donde sean aplicables, utilizando pares de cables de extensión No. 20 AWG, con pantalla individual o común e incluyendo un cable de comunicaciones y una chaqueta según se indicó anteriormente.

16.3 Cables para Señales

16.3.1 Las interconexiones de cables para señales entre transmisores electrónicos e instrumentos indicadores o registradores, controladores, posicionadores de válvulas y transductores, se harán con cable tipo No. 16 AWG trenzado; apantallado; en tríada o en un par sencillo según el caso considerado; con aislamiento primario de plástico polivinílico para 90° C y chaqueta de plástico polivinílico para 80° C.

16.3.2 Los cables multipar o multi-tríada se usarán siempre que sea posible, utilizando cable No. 19 ó No. 20 AWG, trenzado, con pantalla general, con cable de comunicación y chaqueta general según se indicó anteriormente.

16.3.3 Los cables de señales de instrumentos no se colocarán cerca a equipos eléctricos generadores de campo magnético, ejemplo: transformadores de potencia, etc.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 177

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

16.3.4 Para cables de señales en medidores de turbina, medidores de flujo magnético y equipos de telemetría; se utilizarán tuberías o pantallas individuales.

16.3.5 Los conductores para cables de señales serán de cobre.

16.3.6 El espesor mínimo del aislamiento para cables de señales será de 0,38 mm.

16.3.7 El espesor mínimo de las chaquetas externas de cables para señales estará de acuerdo con la tabla siguiente:

HILO O CABLE	HILO DE SEÑAL	HILO DE EXTENSION DE TERMOCUPULA
Pares sencillos	1,14 m	0,50 m
Cable multiconductor: 8 pares o menos	1,14 m	
10 a 12 pares		1,52 m
Más de 24 pares		2,03 m

16.4 El cableado a instrumentos en 120 voltios, se hará con cable N° 14 AWG similar al especificado para circuitos de iluminación.

16.5 Cuando sea práctico dentro del área de instalación, los cables de instrumentos de par-sencillo o de tríada pueden unirse a cables multipar, multitríada o multiconductor; o cables con diferentes tipos de aislamiento pueden unirse entre sí, en una caja terminal adecuada y equipada con regletas terminales.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 178

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 16.5.1 Los cables de instrumentos individuales se instalarán en tuberías a la vista o enterradas del tipo especificado anteriormente.
- a. Los cables que correspondan a un mismo sistema de instrumentación y nivel de señal, pueden instalarse en una tubería común.
 - b. Las conexiones terminales a cada termocupla, válvula solenoide, suiche u otro instrumento, se harán con un tubo metálico flexible de poca longitud.
- 16.5.2 Los cables multiconductores o multipares que vayan desde las cajas terminales de conexión a la sala de control de instrumentación, gabinetes de control u otras cajas de conexión, se instalarán en tuberías enterradas del tipo especificado anteriormente.
- a. Señal, en caso de tenerlos multipares o multiconductores de diferente nivel de la misma bandeja para cables pero separados por barreras metálicas. Los niveles de señales se ubicarán en la bandeja de la forma siguiente: Cables de termocuplas en un lado, cables de señales en CC. en el centro y cables de señales en CA. (máximo 50 voltios) en el lado opuesto.
 - b. La identificación será como se indica a continuación:
 - a. Cada cable multiconductor o multipar tendrá una etiqueta permanente. La identificación del cable estará acorde al sistema de identificación de la filial de PDVSA. Los detalles respectivos serán suministrados por el ingeniero del proyecto.
 - b. Los conductores que entren o salgan de las cajas de conexión se etiquetarán para identificar el instrumento asociado, con su símbolo apropiado.
- 16.6** Los cables expuestos a la acción directa del sol serán del tipo resistente a los rayos ultravioleta.
- 16.7** En general, los cables de instrumentación se instalarán en elementos de soporte separados de los usados para conductores de otros sistemas. Para los casos de instalación paralela, la separación entre bordes de los elementos de soporte, será la indicada a continuación:
- 16.7.1 Nomenclatura**
- T = Cables de extensión de termocuplas o de sensores de baja impedancia en CC.
- I = Miliamperios en CC. o señales de tensión en CC., críticos a interferencia.
- 600 = Potencia en CC. ó CA. a 600 voltios, control no-crítico a interferencia, válvulas solenoides o motorizadas o anunciantes,

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 179

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

relés, alarmas, cables de alimentación de instrumentos en CA., señales en CA.

5K =

Potencia en media tensión hasta 5 kV

15K =

Potencia en media tensión entre 5 kV a 15 kV

16.7.2 Separación

Primer Sist.	Segundo Sist.	Separación Mínima/Observaciones
T	I	Usar tuberías separadas, o en caso de bandeja común, colocar barrera metálica con cubierta.
T ó I	600	** 300 mm
T ó I	5K	*** 500 mm*
T ó I	15K	750 mm *
*		Cuando los sistemas de instrumentación y de media tensión estén instalados paralelamente a separación mínima, se considerará la instalación de los cables de media tensión en tuberías de acero o en bandejas de acero con cubierta.
**		Aumentar a 450 mm, si el segundo sistema consiste de cables monopolares con tensión mayor a 125 voltios.
***		Aumentar a 600 mm, si el sistema de 5K consiste de cables monopolares.

16.7.3 Especial consideración se dará a la ruta y protección de los lazos de comunicación principal de instrumentación digital.

16.8 Ver la Sección 20 de esta especificación, PDVSA-N-201, en lo referente a potencia para instrumentos.

16.9 Las bandejas, separadores, soportes y demás accesorios serán de acero galvanizado en caliente.

16.10 La ruta de las canalizaciones a la vista será diseñada, siempre que sea posible, para proveer por lo menos 7,5 m de separación horizontal de equipos designados como de alto riesgo (Hornos, Bombas o compresores que manejan fluidos inflamables y equipos que manejan fluidos por encima de su temperatura de autoignición).

16.11 Los sistemas de canalización a la vista instalados a menos de 7,5 m de equipos de "alto riesgo" se protegerán del fuego mediante una capa de aislamiento para alta temperatura, de 50 mm de espesor, de lana mineral, silicato de calcio u otro material equivalente y una chaqueta de acero galvanizado o inoxidable. Adicionalmente, las cajas de conexión localizadas en esas áreas, serán a prueba de fuego.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 180

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 16.12** Para la instalación subterránea la ruta se hará evitando áreas susceptibles a derrames y filtración de hidrocarburos. Esta se identificará mediante marcadores de concreto; en cada punto de cambio de dirección de la bancada y a intervalos máximos de 15 m dentro ó 45 m fuera, de los límites de las áreas de proceso.
- 16.13** No se permitirá la unión de cables con empalmes. Los cables se unirán mediante regletas terminales adecuadas y dentro de cajas de conexión.
- 16.14** La cantidad mínima de conductores y terminales de reserva a dejar después de terminada la instalación del sistema, será la indicada a continuación:

COMPONENTE	CABLE DE EXTENSION Y COPA	CABLE DE SEÑALIZACION
Conductores de reserva en cables multiconductores o en tuberías.	20%	25%
Terminales de reserva en cajas de conexión de campo y gabinetes terminales de la sala de control.	20%	25%

- 16.15** Las cajas de conexión serán de hierro fundido o aluminio fundido (0,4% de cobre máximo) en lo posible. En caso de usarse cajas de láminas de acero, estas serán galvanizadas en caliente, con un espesor mínimo de 1,6 mm (peso equivalente de recubrimiento aproximadamente 610 g/m^2). Las cajas serán a prueba de intemperie y de líquidos. Las puertas tendrán empacaduras.
- 16.16** El uso de cajas de conexión de materiales distintos al especificado, será aprobado por el ingeniero del proyecto. En este caso, la propuesta de uso incluirá información de pruebas que garanticen la resistencia al fuego, corrosión y resistencia mecánica de las cajas.
- 16.17** La instalación de las cajas de conexión se hará con el eje central de la caja a 1200 mm aprox. sobre la superficie del terreno o plataforma.
- 16.18** La canalización desde dispositivos remotos de campo, será a la vista en sistemas separados de tuberías para cada categoría de canalización (electrónico, alarma, termocupla) a fin de separar las cajas de conexión de campo instaladas a la vista. Los conductores se identificarán en sus terminales mediante marcadores plásticos impresos.
- 16.19** La cantidad y ubicación de los instrumentos de campo, alarmas de termocuplas, cajas de conexión, etc., minimizará el costo total de instalación de los conductores

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 181

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

y tuberías. Generalmente, la mayoría de los instrumentos cableados a cualquier

~~caja de conexión se realizarán en radio de 15 m a 25 m para la sala considerada de incendios. Preferiblemente, las cajas de conexión se ubicarán a una distancia mínima horizontal de 5 m de los equipos de “alto riesgo”.~~

- 16.20** El alambrado desde cada caja de conexión de campo a la sala de control, se hará con cables multicontrol o multipar instalados en tuberías enterradas.
- 16.21** La entrada de las tuberías a las cajas de conexión se hará por la parte inferior, en lo posible. El tamaño de las regletas terminales y sus tornillos será consistente con el calibre del alambre usado. Los terminales serán de uno de los dos tipos siguientes:
- 16.21.1 Con tornillos cautivos usados con terminales de cable tipo espada.
 - 16.21.2 De enchufe o del tipo de tenazas de presión o atornillados. Para conductores trenzados, se requiere el uso de terminales de manguito o alfiler. Los tornillos serán “Cautivos” y no tocarán el cable o manguito terminal.
- 16.22** Las regletas terminales serán del tipo no-higroscópico.
- 16.23** No se acepta el uso de terminales tipo resorte.
- 16.24** Los terminales tendrán recubrimiento de estaño o plata, o serán adecuados para la calibración de termocuplas.
- 16.25** Se proveerán las facilidades necesarias para la identificación de los terminales. Los detalles respectivos serán suministrados por el Ingeniero del PROYECTO.
- 16.26** La selección, la ruta y la instalación de los conductores de señales con respecto a otros sistemas eléctricos serán cuidadosamente considerados, a fin de evitar la interferencia de señales espúreas debidas a cualquiera de las causas siguientes:
- a. Acoplamiento electrostático o capacitivo.
 - b. Acoplamiento inductivo o electromagnético.
 - c. Lazos a tierra o fugas a tierra.
- 16.27** Exposición a altas temperaturas. Los conductores o cables que pasen cerca de tuberías o equipos con altas temperaturas, usarán aislamiento y chaqueta de material adecuado para soportar la temperatura ambiente más elevada esperada.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 182

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 16.28** Los tipos de chaqueta y aislamiento propuesto por el fabricante y las clasificaciones de temperatura de los materiales correspondientes, serán sometidos a la aprobación del Ingeniero del PROYECTO.
- 16.29** Exposición a ambientes contaminados. El fabricante garantizará que tanto los procedimientos de fabricación como los materiales de los conductores y cables especificados son adecuados para el servicio o la instalación al que se destinarán.
- 16.30** El alambrado a los RTD (cuando se requiera) se revisará para garantizar que la impedancia esté dentro de límites aceptables.

17 PUESTA A TIERRA Y PROTECCION CONTRA SOBRETENSION

17.1 Contenido

Resumen de Requerimientos Adicionales.

Métodos y Materiales de Puenteado y Conexión a Tierra.

Conexión a tierra del Neutro del Sistema.

Conexión a tierra de Encerramientos.

Retorno por Tierra.

Protección contra Sobretensión en Sistemas de Potencia.

Protección contra Descargas Atmosféricas para Estructuras.

Puenteado de Camiones Cisterna o de Estaciones de Carga (llenaderos).

Protecciones en Estaciones de Carga o Llenadero en Terminales Marinos.

17.2 Resumen de Requerimientos Adicionales

- 17.2.1 La protección contra descargas atmosféricas para estructuras no metálicas se hará según la Norma ANSI Standard C5.T, "Lightning Protection Code" u otra norma nacional equivalente.

17.3 Métodos y Materiales de Puenteado y Conexión a Tierra

- 17.3.1 Donde se requiera, se colocarán puentes para garantizar la continuidad eléctrica de los circuitos de conexión a tierra y para proveer una ruta o camino para la disipación de cargas estáticas.
- 17.3.2 Los puentes hechos para disipación de cargas estáticas tendrán una resistencia máxima de un megaohm.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 183

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Conductores para puenteado y conexión a tierra**

- 17.3.3 Los conductores para puenteado y conexión a tierra serán de cobre desnudo, trenzado, dureza media. Los calibres mínimos serán 2 AWG (33,6 mm²) y 6 AWG (13,3 mm²) para conductores enterrados o a la vista, respectivamente.
- 17.3.4 Los conductores de retorno de tierra colocados dentro de cables ensamblados pueden ser desnudos y serán del mismo material y trenzado que los conductores de fase.
- 17.3.5 El calibre del conductor podrá aumentarse por encima de los calibres mínimos, en caso de requerirse para:
- a. Garantizar una resistencia mecánica adecuada.
 - b. Soportar los esfuerzos térmicos causados por corrientes de falla a tierra.
- 17.3.6 La profundidad mínima de instalación de los conductores de tierra será de 450 mm (18 pulg.). La profundidad en patios de transformadores o estaciones cuya superficie esté cubierta con piedra, será de 300 mm (12 pulg.) debajo de la piedra, como mínimo.
- 17.3.7 En caso de que el método de canalización use tuberías enterradas, los conductores de conexión a tierra se colocarán paralelamente a un lado de la bancada, en toda la longitud posible según la ruta seleccionada.
- 17.3.8 En las zonas donde los conductores de conexión a tierra crucen por debajo de líneas de ferrocarril, carreteras principales, asfaltadas o pavimentadas en concreto; los mismos se instalarán en tuberías metálicas rígidas o bancadas, según sea requerido por el sistema de canalización.
- 17.3.9 En las zonas donde los conductores de conexión a tierra crucen carreteras secundarias no pavimentadas, la profundidad de instalación, el diseño de la cubierta protectora o ambos evitarán al cable o a la cubierta, daños causados por cargas pesadas tales como grúas móviles o vehículos para transporte de equipos. En estos casos se usará un factor de seguridad de 1,5 para las cargas totales.
- 17.3.10 Los conductores de conexión a tierra se protegerán, en los puntos de salida a la superficie, como se describe seguidamente:
- a. Todos los conductores, exceptuando los usados para protección contra descargas atmosféricas y conexión a tierra de pararrayos, se protegerán mediante tubería metálica rígida en sus puntos de salida a la superficie. El uso de manguitos rígidos, no metálicos, de paredes gruesas, es una alternativa aceptable para la protección de cables de conexión a tierra. Los conductores para protección contra descargas atmosféricas y de conexión a tierra para pararrayos se protegerán mediante manguitos no metálicos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 184

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Los manguitos se extenderán, como mínimo, 150 mm (6 pulg.) y 250 mm (10 pulg.) ~~respectivamente~~, debajo y por encima de la superficie del terreno,
- c. Los manguitos metálicos serán embutidos en concreto de 75 mm (3 pulg.) de espesor.
- d. El recubrimiento de concreto saldrá 150 mm (6 pulg.) sobre la superficie del terreno.
- e. Los manguitos no-metálicos serán tubos rígidos, de paredes gruesas, de PVC o polietileno de alta densidad.
- f. El uso de manguitos no es necesario dentro de patios de transformadores o debajo de subestaciones elevadas.

Conexiones de puenteado y puesta a tierra

- 17.3.11 Las conexiones de conductores a estructuras y equipos se harán a la vista y de acuerdo a lo indicado a continuación:
 - a. Los tramos de conductores entre puntos a la vista serán continuos sin empalmes.
 - b. Los conductores entre puntos a la vista y los electrodos de puesta a tierra o puntos de derivación en conductores comunes de retorno de tierra, serán continuos sin empalmes.
 - c. En caso de usarse empalmes de conexión en conductores enterrados, éstos se harán mediante conectores de compresión especiales o mediante soldadura exotérmica.
 - d. No se permitirá el uso de conectores apernados, no-soldados u otro tipo de conectores mecánicos; en conductores enterrados.
 - e. Los empalmes o derivaciones en conductores enterrados, serán también enterrados.
- 17.3.12 En equipos, las conexiones de conductores que sean desconectados periódicamente para mantenimiento se harán con conectores apernados, no-soldados. Otras conexiones se harán con conectores no-soldados o mediante soldadura.
- 17.3.13 Las conexiones soldadas se harán por un procedimiento de soldadura equivalente a "Cadwell o Thermoweld".
- 17.3.14 El sistema de tierra tendrá la resistencia a tierra especificada más adelante todo el año, considerando los cambios estacionales en las condiciones del suelo.

Sistema de tierra

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 185

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 17.3.15 Los conductores enterrados que sirvan como sistema de tierra tendrán una longitud mínima de 7,5 m (25 pies).
- 17.3.16 Electrodos de puesta a tierra. En caso de instalación permanente y cuando se ubiquen a distancia razonable del equipo o estructura a ser conectada a tierra, los siguientes elementos pueden usarse como electrodos de puesta a tierra:
- a. Objetos metálicos grandes enterrados que estén en estrecho contacto con el terreno, tales como: camisas de pilotes o edificios con estructuras metálicas.
- 17.3.17 Los electrodos artificiales de puesta a tierra consistirán de barras o tubos metálicos hincados y cumplirán con las siguientes condiciones:
- a. Las barras serán de acero con recubrimiento de cobre equivalentes a "Cooperweld" y tendrán un diámetro mínimo de 5/8 pulg. (16 mm).
 - b. El tope de las barras se enterrará a 450 mm (18 pulg.) como mínimo, y su ubicación se identificará mediante un testigo.
 - c. Los topes de cada barra se conectarán a un punto accesible de conexión o a un pozo de prueba, mediante un conductor de tierra. El punto de conexión puede ubicarse en la estructura permanente cercana, a fin de que sirva como punto de enlace para otros conductores de tierra. En los puntos de enlace, los conductores que vienen de las barras se identificarán mediante bandas metálicas anticorrosivas a objeto de facilitar su remoción en caso de pruebas.
 - d. El uso de pozos de prueba es recomendado en áreas donde no existan estructuras o equipos cercanos o donde se requieran para fines de pruebas.
 - e. El conductor de tierra se conectaría a la barra mediante soldadura y a los puntos de conexión mediante conectores apernados, no-soldados.
 - f. Tanto el tope de la barra como su conexión al conductor de tierra estarán enterrados.
 - g. Cuando se conecte más de un electrodo artificial a un sistema de tierra, los electrodos estarán separados a un mínimo de 3 m (10 pies).

Puesta a tierra de subestaciones y plantas de generación

- 17.3.18 Los electrodos de tierra en subestaciones y planta de generación se interconectarán mediante conductores. En caso que los conductores de tierra sean usados en reemplazo de los electrodos, todos los conductores se interconectarán.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 186

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**17.4 Puesta a Tierra del Neutro del Sistema****Resistencia de la malla de tierra**

- 17.4.1 La puesta a tierra para el neutro del sistema tendrá una resistencia a tierra como se indica a continuación:

Tensión de Operación del Sistema (Fase–Fase)	Resistencia
600 voltios o menos.	15 Ohms max.
– Sistemas conectados a tierra con alta Impedancia. Mayor de 601 V.	15 Ohms max.
– Sistemas conectados a tierra con baja Impedancia. Mayor de 601 V.	2 Ohms max.

- 17.4.2 Para sistemas puestos a tierra a través de impedancia; tales como baja impedancia, alta impedancia y reactancia, los valores dados en el párrafo 17.4.1 aplican a la resistencia de la tierra y no incluye el elemento de impedancia.

Calibre del Conductor de Tierra

- 17.4.3 Los conductores de conexión a tierra usados en los neutros de transformadores de potencia o de generadores tendrán una sección transversal mínima equivalente al calibre 2 AWG ($33,6 \text{ mm}^2$). En áreas de procesos, el conductor principal de tierra será 2/0 AWG como mínimo. Adicionalmente, el calibre limitará la temperatura alcanzada por el conductor, cuando el mismo transporte la corriente máxima de falla a tierra, por el tiempo permitido por el relé de respuesta más lenta, a lo siguiente:
- Para conductores con aislamiento, a la temperatura transitoria sin dañar el aislamiento.
 - Para conductores desnudos: a un aumento de 250°C si las conexiones al cable están hechas con conectores de presión. A un aumento de 450°C si las conexiones al cable son soldadas.

Para conductores de cobre y una temperatura ambiente de 26°C el calibre requerido es igual a $F \times I \times t$

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 187

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

Donde:

 I = corriente, amperios. t = tiempo, segundos $F = 0,011$ para respuesta en MCM y aumento de 250°C . $= 0,009$ para respuesta en MCM y aumento de 450°C .**Canalización del conductor de tierra**

- 17.4.4 Para sistemas sólidamente conectados a tierra, el conductor de puesta a tierra se canalizará según se indica a continuación:

- a. En caso de que la conexión del neutro a tierra sea hecha a un transformador o generador, y la neutro de un transformador de corriente adyacente, el conductor se canalizará usando la trayectoria más corta a tierra.
- b. En caso de que la conexión a tierra del neutro sea hecha en el tablero de potencia del transformador o generador, canalizar el conductor de tierra vía la barra de tierra del tablero. Todas las conexiones en la ruta de puesta a tierra entre el neutro y la tierra externa serán accesibles a inspección visual.
- c. Para sistemas de iluminación conectados a tierra que tengan transformadores y paneles de iluminación individuales; la conexión a tierra del neutro se hará en el panel de iluminación asociado al transformador.

Canalizar el conductor de tierra a través de la barra de tierra del panel.

Para sistemas puestos a tierra a través de impedancia

- 17.4.5 La impedancia se ubicará tan cerca al neutro como sea práctico. El conductor de puesta a tierra se canalizará desde la impedancia a la tierra usando la trayectoria más corta.

Ruta del conductor de tierra

- 17.4.6 Para sistemas sólidamente conectados a tierra el conductor del neutro estará risado para la tensión límite de neutro. Especialmente donde el conductor pase a través de los equipos eléctricos. Especialmente este aprobado si se aplica:
- a. Cableado desde la cajera terminal del transformador o generador o del encerramiento del CT al punto de tierra del transformador o al punto de tierra del generador.
 - b. Cableado desde el neutro del transformador o generador a la barra del neutro del tablero o a la barra de tierra.
 - c. Cableado desde la barra del neutro del tablero a la barra de tierra del tablero.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 188

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 17.4.7 Para sistemas puestos a tierra a través de impedancia, la conexión entre el neutro y la impedancia será aislada para la tensión línea-a-neutro como mínimo.
- 17.4.8 Las tuberías de protección usadas con conductores de neutro, serán del tipo no-metálica o de aluminio rígido. Las no-metálicas serán de paredes gruesas, de PVC rígido o de polietileno de alta densidad.

17.5 Conexión a Tierra de Encerramientos

- 17.5.1 Las protecciones metálicas para conductores o cables, tales como: tuberías y bandejas, se conectarán a tierra en sus puntos de alimentación mediante la conexión a la barra de tierra del tablero de potencia o centro de control, cuando se use este tipo de equipos; o mediante conexión a los encerramientos del equipo conectados a tierra. Las canalizaciones metálicas serán conectadas metálicamente a las cubiertas de los equipos en su punto terminal de carga.
- 17.5.2 La continuidad eléctrica de los encerramientos metálicos para conductores y cables se asegurará entre puntos terminales. No se usarán tramos o piezas no-metálicos en sistemas de tuberías metálicas.
- 17.5.3 Las armaduras y pantallas metálicas de todos los cables se conectarán entre sí y a tierra en el extremo de alimentación, mediante conexión a la barra de tierra del tablero de potencia o centro de control, cuando se usen estos tipos de equipos; o mediante conexión a los encerramientos metálicos del equipo conectados a tierra, cuando se usen tableros.
- 17.5.4 Las armaduras y pantallas metálicas de cables multi-conductores se conectarán entre sí y a tierra según se detalla seguidamente:
- a. Conectados entre sí y a tierra en cada extremo del cable.
 - b. Conectados entre sí en cada empalme y conectados a través de cada empalme.
 - c. Conectados entre sí y al encerramiento metálico del equipo en su extremo de carga.
- 17.5.5 La pantalla metálica en cables multipolares se conectará a tierra en cada extremo y se unirá a la armadura del cable (en caso de existir). Cuando sea práctico, la pantalla de cables que tengan varios empalmes, también se conectará a tierra en cada empalme y se unirá a la armadura del cable (en caso de existir).
- 17.5.6 Cables monopolares. Los métodos de conexión y puesta a tierra para cables monopolares que tengan armadura o pantalla metálica o ambos serán especificados para el uso considerado a fin de evitar niveles de tensión peligrosos en la pantalla o armadura, o temperaturas excesivas causadas por la corriente circulante. Generalmente, la pantalla y armadura de los cables monopolares

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 189

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

menores que el tipo 500 MCM (253 mm²), que tengan las tres fases en el mismo cable o empalme se las conectara a tierra de la misma manera utilizada para cables monopolares. Las secciones separadas de los cables de mayor diámetro pueden requerir un punto único de conexión a tierra con empalmes aislantes entre las secciones conectadas a tierra.

Equipos

- 17.5.7 Los encerramientos metálicos de equipos fijos que operen a más de 600 voltios entre conductores se conectarán a tierra a través de un punto de tierra ubicado en las cercanías del equipo.
- 17.5.8 Los encerramientos metálicos de equipos fijos que operen a un máximo de 600 voltios entre conductores y que sean alimentados desde sistemas no conectados a tierra o conectados a tierra a través de alta resistencia serán conectados a tierra. El método de conexión a tierra será el indicado en la Norma COVENIN 200 Artículo 250-91.
- 17.5.9 Equipos Principales de Distribución. Los tableros de potencia blindados, los de encerramiento metálico, los centros de control y los centros de potencia alternos se conectarán a tierra mediante dos conexiones separadas que salgan desde sus barras de tierra a puntos de tierra cercanos. Los encerramientos metálicos de los dispositivos individuales en los tableros se unirán a la estructura de los mismos y dicha estructura se conectarán a tierra mediante dos conexiones separadas a puntos de tierra cercanos. Las conexiones a tierra de equipos en subestaciones con neutros conectados a tierra, se interconectarán con la conexión a tierra del neutro de la subestación.
- 17.5.10 Los encerramientos metálicos de equipos fijos que operen a un máximo de 600 voltios entre conductores, se consideran conectados a tierra mediante su conexión de retorno de tierra, no requiriendo conexión a tierra adicional; siempre que dichos equipos sean alimentados desde sistemas solidamente conectados a tierra.
- 17.5.11 Las torres, estructuras de acero, recipientes que contengan líquidos inflamables incluyendo tanques, se conectarán a tierra.
- 17.5.12 Los recipientes y tanques con un diámetro de 8 m o mayor, se conectarán a tierra en dos o más puntos de acuerdo con la Norma COVENIN.
- 17.5.13 Los puentes o estructuras soporte de tuberías se conectarán a tierra a intervalos máximos de 40 m.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 190

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 17.5.14 En general, las barras de tierra deberán ubicarse a cada 30 m aproximadamente, incrementando el diámetro en ese espacio (este espacio depende del número de conexiones de cada caso).
- 17.5.15 Los encerramientos metálicos de equipos portátiles se conectarán a un conductor de tierra ubicado dentro del mismo cable que los conductores de línea que alimenten al equipo; según se describe seguidamente:
- a. El conductor de tierra será del mismo tamaño que el conductor de línea.
 - b. El conductor de tierra se conectará al encerramiento mediante contactos separados en el enchufe de alimentación y en el tomacorriente, y se conectará a la cubierta del enchufe.
 - c. El enchufe y el tomacorriente serán polarizados y dispuestos en tal forma que la conexión a tierra se active de primero y se desconecte de último.
- 17.5.16 Los encerramientos metálicos tales como: cercas, separaciones o pisos de parrilla ubicados alrededor de equipos que operan a una tensión mayor a 600 V se conectarán a tierra mediante conexiones a puntos cercanos.
- 17.5.17 Las cercas y pisos de parrilla metálicas que encierran o limitan el espacio debajo de edificaciones de subestaciones elevadas se conectarán a tierra mediante conexiones a puntos cercanos

Computadores e Instrumentación

- 17.5.18 Los métodos de conexión a tierra para equipos y dispositivos para computadores y para instrumentación cumplirán con los requerimientos específicos de cada equipo en particular.
- 17.5.19 En general, se requiere el uso de un sistema de tierra separado el cual se conectará al sistema de tierra de la planta. A éste no se conectará ningún otro equipo. El cable de tierra será de cobre, trenzado, cubierto con aislamiento de PVC coloreado en verde.
- 17.5.20 La puesta a tierra de computadores e instrumentación se harán con una sola conexión a tierra. Esto puede lograrse usando barras colectores de tierra conectadas a un solo grupo de electrodos de tierra. Este grupo de electrodos es entonces conectado a la malla de tierra de la planta. Las barras colectoras se aislarán de la malla de tierra de la planta a la cual están conectados los equipos.
- 17.5.21 La conexión entre las barras colectoras de tierra aisladas y el grupo de electrodos de tierra se hará mediante dos cables calibre 1/0 AWG o mayor, como mínimo. Dichos cables serán de cobre trenzado, cubierto con aislamiento de PVC, coloreado en verde.
- 17.5.22 El neutro del secundario de los transformadores que alimenten paneles de instrumentos o fuentes de potencia ininterrumpida para instrumentación, se conectarán a las barras colectoras de tierra aisladas.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 191

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 17.5.23 Cuando se usen cables apantallados en las termocuplas, las pantallas se conectarán a tierra como sigue:
- a. Para juntas de termocuplas conectadas a tierra: en el cabezal de las termocuplas.
 - b. Para juntas de termocuplas no conectadas a tierra: en la barra colectora aislada del gabinete de control de las termocuplas.
- 17.5.24 Cuando se usen cables apantallados para señales, la pantalla se conectará a las barras aisladas de tierra del panel de alimentación de potencia.
- 17.5.25 Para edificios y unidades de procesos, la protección contra descargas atmosférica estará acorde con la norma NFPA-78.

Resistencia a tierra**17.6 Circuitos de Retorno para la Conexión a Tierra**

- 17.6.1 En los casos siguientes, es necesario proveer un camino de retorno para cada circuito:
- a. Sistemas sólidamente conectados a tierra.
 - b. Sistemas conectados a tierra a través de baja impedancia.
 - c. Sistemas conectados a tierra a través de alta impedancia.
- 17.6.2 En caso de usarse centros de control o tableros de potencia, las terminaciones o conductores de retorno de tierra finalizarán en las barras colectoras de tierra respectivas.
- 17.6.3 En caso de usar tableros de distribución, las terminaciones o conductores de retorno de tierra finalizarán mediante conexión a la cubierta metálica de los dispositivos individuales de control.
- 17.6.4 Las terminaciones de los conductores de retorno de tierra en el lado de la carga finalizarán mediante conexión a una barra colectora de tierra, cuando exista alguna disponible, o al encerramiento metálico del equipo servido por el circuito.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 192

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

17.6.5 Los caminos de retorno de tierra serán alguno de los siguientes:

- a. Tuberías metálicas rígidas.
- b. Alambres o conductores.
- c. Pantallas de cables.
- d. Alambres de cobre de la armadura de los cables.
- e. Tubería metálica eléctrica, armaduras de cables en circuitos de longitud máxima de 45 m (150 pies) y protegidos por dispositivos de sobrecorriente que tengan una capacidad nominal máxima de 20 amperios.
- f. Pantallas de cables usados en circuitos protegidos por relés de tierra siempre que la pantalla sea capaz de conducir la corriente máxima de falla a tierra sin causar daños al cable o a la pantalla, durante el tiempo permitido por la respuesta más lenta del relé.
- g. Cubiertas metálicas de ductos de barras, cuando la longitud del ducto no exceda de 7,5 m (25 pies).

17.6.6 La impedancia combinada del retorno de tierra y de los conductores será lo suficientemente baja para asegurar el funcionamiento del dispositivo de protección de sobrecorriente en menos de 2 segundos, debido a una falla de fase-a-tierra en el extremo de carga del circuito. Se asumirá un arco de tensión de 40 voltios en fase con la tensión de la fuente fase-a-neutro, en el punto de falla.

Para circuitos de tomacorriente, la impedancia del enchufe conectado al cable portátil se incluirá en la impedancia combinada para verificar el funcionamiento del dispositivo de protección. Se asumirá una longitud máxima del cable de 30 m (100 pies).

NOTAS:

1. Para circuitos protegidos por relés de falla a tierra, las longitudes de los circuitos determinados por los límites de caída de tensión, en operación normal, resultan generalmente en impedancias de retorno de tierra lo suficientemente bajas para cumplir estos requerimientos.
2. Para circuitos con protección de fase únicamente (no protegidos por relés de tierra), las longitudes normales pueden resultar en impedancias de retorno demasiado altas para asegurar un funcionamiento adecuado de los dispositivos de protección de sobrecorriente en caso de fallas a tierra.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 193

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Retorno de Tierra por Tubería**

- 17.6.7 En caso de utilizar tuberías metálicas rígidas como retorno de tierra, la distancia del circuito desde el neutro de la fuente al equipo alimentado por este no excederá los valores dados en las [Tablas 1 ó 2](#). Las distancias indicadas en estas tablas no consideran la caída de tensión en operación normal, lo cual será verificado.

Retorno de Tierra por Tuberías Flexible

- 17.6.8 Se instalarán puentes alrededor de las conexiones de tuberías flexibles usados en sistemas de alta o baja impedancia o sólidamente conectados a tierra; siempre que no se disponga de un conductor de retorno de tierra colocado dentro de las tuberías flexibles.

Conductores para Retorno de Tierra

- 17.6.9 Los conductores usados como retorno de tierra en sistemas de tuberías metálicas o no-metálicas se instalarán conjuntamente con los conductores de línea, dentro de la misma tubería. Los conductores de retorno de tierra serán aislados cuando no formen parte del ensamblaje de los conductores de línea. Estos conductores son necesarios para sistema de tuberías no-metálicas. Generalmente, este tipo de conductores no son necesarios para sistemas de tuberías metálicas rígidas pero pueden usarse en sistemas de tuberías rígidas de acero para aumentar la longitud máxima del circuito. (Ver la Nota 2 de la Tabla 1).
- 17.6.10 La longitud del circuito desde el neutro de la fuente al equipo alimentado por el circuito, no excederá de los valores dados en la [Tabla 3](#), para circuitos que tengan el conductor de retorno a tierra dentro del arreglo del cable de la tubería no-metálica o de la tubería metálica eléctrica.
- 17.6.11 En caso de que el conductor de retorno de tierra esté ubicado fuera del arreglo del cable, las distancias máximas dadas en la [Tabla 3](#) deberán modificarse de acuerdo a la Nota 3 de dicha tabla y el factor de corrección de separación seleccionado en la [Tabla 4](#).
- 17.6.12 Los calibres mínimos de los conductores de retorno de tierra serán los indicados seguidamente:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 194

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

CALIBRE DEL CONDUCTOR DE POTENCIA		CALIBRE DEL CONDUCTOR DE TIERRA DE RETORNO DE LOS CONDUCTORES DE POTENCIA Y AWG. EQUIVALENTE	
mm²	AWG/MCM		
Hasta 8, 4	Hasta 8	100%	
13,3 ; 21,1	6,4	62%	8–6 AWG
26,7	3	50%	6 AWG
33,6	2	37%	6 AWG
42,4	1	31%	6 AWG
53,5 ; 67,4	1/0 ; 2/0	22,5%	6–4 AWG
85,0 ; 107,0	3/0 ; 4/0	20%	4 AWG
127,0 ; 177,0	250–350	15%	4–1 AWG
253,0 ; 380,0	500–750	10%	2–1 AWG

17.7 Protección Contra Sobretensiones en Sistemas de Potencia

- 17.7.1 Los sistemas de potencia con circuitos de alimentación o distribución sujetos a sobretensiones causadas por descargas atmosféricas o maniobras, se protegerán contra los efectos de la sobretensión.
- 17.7.2 La protección contra sobretensiones cumplirá con los siguientes requisitos:
- a. La protección contra la sobretensión causada por rayos consistirá de pararrayos y en caso de ser necesario, de condensadores aplicados en el número mínimo de localizaciones requerido para proteger todos los equipos.
 - b. La protección contra la sobretensión causada por maniobras consistirá, preferiblemente, de dispositivos de interrupción de un tipo que no genere sobretensiones peligrosas, bajo las condiciones de servicio. La protección indicada en el párrafo (a) anterior es aceptable.
- 17.7.3 Cuando existan líneas aéreas que terminen en tableros de potencia a la intemperie, la ubicación de los pararrayos se selecciona para proteger los interruptores y transformadores de medición con la condición de interruptores abiertos.
- 17.7.4 Cuando se requiera la protección de motores contra sobretensiones transmitidas a través de transformadores, es preferible colocar una protección común en la barra pero solamente si esta protección es adecuada. La base para la capacitancia del sistema (número de cables energizados) usada para determinar la necesidad de protección, será aprobada por el ingeniero del proyecto.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 195

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 17.7.5 Las conexiones a tierra de los pararrayos tendrán una resistencia máxima de 5 ohms. Los electrodos para conexión a tierra de los pararrayos consistirán de una placa de tierra de los electrodos para conexión a tierra de los pararrayos consistirán de una placa de tierra.
- 17.7.6 Los terminales de tierra de los pararrayos usados para la protección de transformadores, que estén instalados a menos de 1 m del transformador; se conectarán mediante un conductor de tierra (o una barra equivalente) al conector no-soldado del tanque del transformador instalado con esta finalidad. La conexión entre el pararrayos y el tanque deberá ser lo más corta y derecha posible.
- 17.7.7 Los conductores de tierra no se conectarán a partes del transformador tales como radiadores o tapas.
- 17.7.8 Las conexiones a tierra de los pararrayos en transformadores secos que tengan encerramiento metálico se harán mediante conductores colocados en la trayectoria más directa posible al punto de conexión a tierra del transformador.
- 17.7.9 Las conexiones a tierra de pararrayos en transformadores, con neutro y conexión a tierra del tanque, tendrá una resistencia máxima de 5 ohms.
- 17.7.10 Los terminales de tierra de pararrayos instalados en el punto de unión de cables y líneas aéreas desnudas o aisladas, se conectarán a tierra según se indica a continuación:
- a. Las pantallas metálicas de cables multipolares y las pantallas metálicas de cables monopolares, se conectarán al conductor de tierra del pararrayos.
 - b. Las pantallas metálicas con conexión a tierra en un solo punto de cables monopolares se conectarán a los terminales de tierra del pararrayos y éste se conectará a tierra mediante un explosómetro.
 - c. Las tuberías metálicas se conectarán al conductor de tierra del pararrayos.
 - d. Para aquellos casos no considerados en los párrafos (a), (b) o (c) anteriores, se conectará un conductor de retorno de tierra, colocado dentro de los cables multipolares sin armadura metálica, al conductor de tierra del pararrayos;
 - e. pararrayos; o Alternativamente, se conectará un conductor de retorno de tierra, colocado dentro del ducto no-metálico que contenga cables sin armadura metálica, al conductor de tierra del pararrayos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0 FECHA

JUL.93

Página 196

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- f. Los conductores de tierra se instalarán en la trayectoria más corta y recta posible, desde el terminal de tierra del pararrayos al electrodo de puesta a tierra.
- g. Los conductores de tierra instalados en postes de madera se aislarán, desde los terminales del pararrayo hasta su conexión bajo tierra, mediante chaquetas a prueba de intemperie o moldes de madera de puesta a tierra.

17.8 Protección Contrarrayos para Estructuras

- 17.8.1 Cualquier estructura ubicada dentro de una zona protegida puede considerarse adecuadamente resguardada contra rayos de manera que no será necesario darle protección adicional.
- 17.8.2 Las estructuras importantes que no estén ubicadas dentro de una zona protegida (no resguardadas o cubiertas) se protegerán contra daños causados por rayos. Las estructuras siguientes se consideran importantes:
 - a. Estructuras normalmente ocupadas por personal.
 - b. Estructuras que contengan cantidades apreciables de materiales combustibles e inflamables.
 - c. Estructuras las cuales en caso de resultar dañadas pueden causar pérdidas mayores ya sea en la estructura misma o por su efecto en otras instalaciones.
- 17.8.3 Las estructuras importantes no ubicadas dentro de una zona protegida se protegerán como se indica a continuación:

ESTRUCTURA	METODOS DE PROTECCION CONTRARRAYOS
a. Estructuras Metálicas: Incluye tanques de almacenamiento, recipientes y edificios con estructura metálica o recubrimiento metálico.	La conexión a tierra se hará como se indica en el párrafo 17.8.4.
b. Estructuras No-Metálicas: Incluye edificios con estructuras o recubrimientos no-metálicos.	Según ANSI/NFPA 78 o una norma nacional equivalente.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 197

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

17.8.4 Los requisitos de protección contra descargas atmosféricas para estructuras metálicas se indican a continuación:

ESTRUCTURA METALICA	CONDICION	REQUISITOS DE PROTECCION CONTRARRAYOS
a. Tanques de almacenamiento	1. Fondo del Tanque apoyado sobre placa de concreto no-armada.	Conectar a tierra en dos puntos en extremos opuestos como mínimo.
	2. Fondo del Tanque apoyado sobre cualquiera de los siguientes apoyos: concreto armado, anillo de concreto. Con colchón de asfalto, arena-asfalto y piedra picada.	Ver COVENIN.
b. Recipientes o Esferas de almacenamiento a Presión.	1. Soportado en columnas o faldón sobre fundación de concreto que cumple con todas las condiciones siguientes: <ol style="list-style-type: none"> Las fundaciones enterradas contienen un mínimo de 6 m (20 pies) de cabillas de diámetro mínimo 1/2 pulg. (12 mm). Los pedestales de fundaciones tienen cabillas verticales o faldas que penetren dentro de la zapata Los pernos de anclaje están embutidos en concreto y tienen contacto metálico con el recipiente. 	No requiere (Puesta a tierra adecuada).
	2. Soportes sobre fundaciones que no cumplan los requisitos anteriores.	Conectar a tierra en dos puntos en extremos opuestos como mínimo.
c. Edificaciones.	o Construcción metálica o Estructuras a tierra en dos puntos en	

17.8.5 Puenteado de Estructuras Metálicas:

- Tanques de Techo Flotante: La conexión entre el techo y la pared será indicada por el fabricante del tanque para aquellos tipos de diseño que lo necesiten.
- Edificaciones: Las partes metálicas que formen el techo y las estructuras principales se interconectarán entre sí.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 198

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Elementos o cuerpos metálicos de tamaño considerable ubicados dentro de estructuras metálicas y a menos de 1,6 m (5 pies) de la estructura del techo.
 El elemento metálico se conectará a la estructura si esta conexión no es inherente.
- 17.8.6 Los cables de conexión entre estructuras metálicas y electrodos de tierra, se colocarán en la trayectoria más recta y corta posible. En lo posible, se mantendrá una separación de 600 mm (2 pies) aproximadamente entre los electrodos artificiales de tierra y las fundaciones de concreto o ladrillo.
- 17.8.7 La conexión a tierra se hará con electrodos artificiales de tierra. La resistencia máxima a tierra será de 15 ohms.

17.9 Puenteado en Camiones y Carros Cisterna y Estaciones de Carga (Llenaderos)

- 17.9.1 La conexión es necesaria únicamente cuando se cumplan todas las condiciones de carga siguientes:
- a. La carga se hace a través de domos abiertos o dentro de barriles o cilindros abiertos u otros recipientes metálicos similares.
 - b. El producto cargado: (1) tiene un punto de inflamación en copa cerrada de 55 °C (130 °F) o menor; (2) es manejado a temperaturas de 8 °C (15 °F) por encima de su punto de inflamación o (3) es cargado dentro del tanque de un camión o carro que haya almacenado previamente un material cuyo punto de inflamación en copa cerrada sea inferior a 55 °C (130 °F).
 - c. El producto es clasificado como acumulador de cargas estáticas.
- 17.9.2 No se requiere puenteado alrededor de juntas metálicas flexibles o juntas de bola o cuando las condiciones de carga sean las siguientes:
- a. Si la carga al tanque se hace a través de un sistema cerrado.
 - b. Si el llenado del recipiente se hace a través de un sistema cerrado, o si el pico de llenado está en contacto eléctrico con él y permanecerá en esta condición durante la operación de llenado.
- 17.9.3 Los conductores de conexión para camiones cisterna, cuando se requiera, se seguirá:
- a. Un extremo del conductor será conectado directa y permanentemente al pico de llenado o a otros puntos que estén metálicamente conectados al pico de llenado (ya sea inherentemente conectado o mediante conexión eléctrica).
 - b. Un gancho (caimán) del tipo usado para baterías (o equivalente) se conectarán al otro extremo del conductor. El conductor será lo

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 199

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

suficientemente largo para permitir fijar el gancho al camión en un punto de

- c. contacto metálico en el tanque que esté siendo cargado o descargado. El conductor será de cobre trenzado, calibre 6 AWG (13,3 mm²). El mismo tendrá una chaqueta para protección mecánica.

17.9.4 El puenteado de los carros cisterna, cuando se requiera, se hará como se detalla seguidamente:

- a. Se colocarán juntas de aislamiento en los rieles a fin de aislar el carril principal de la sección sobre la que se posicionarán los carros durante las operaciones de llenado y descarga. Estas juntas tienen por objetivo el aislamiento de corrientes parásitas causadas por los sistemas de señalización o potencia ubicados sobre el carril principal.
- b. La ubicación de las juntas será tal que no puedan "puentearse" por carros en espera que no están cargando o descargando.
- c. Se proveerán puentes en todas las juntas de rieles en la sección del carril sobre la que se posicionarán los carros durante la carga y descarga.
- d. Se puentearán ambos rieles del carril sobre el que se posicionarán carros durante la carga o descarga, a la estructura de acero del llenadero. En caso de que las tuberías de carga y descarga no estén inherentemente puenteadas entre sí, estas se conectarán a la estructura de acero del llenadero.

17.9.5 El Puenteado del recipiente o tanque de almacenamiento, cuando se requiera, mantendrá el pico de llenado y el tanque al mismo potencial eléctrico, para prevenir la electricidad estática en el área de mezclas inflamables. El puenteado será como sigue:

- a. En caso de que el pico de llenado no pueda estar o permanecer en contacto eléctrico con el tanque, éste se apoyará sobre una placa metálica mientras se esté llenando. La placa estará conectada al tubo de alimentación.
- b. En caso de que el pico de llenado este conectado inherentemente al tubo de alimentación, como en el caso de usar mangueras o tuberías metálicas, no se requiere conexión adicional al indicado en el párrafo (a) anterior.
- c. En caso de que el pico de llenado no esté conectado inherentemente al tubo de alimentación, como en el caso de usar mangueras o tubos no-metálicos, se proveerá una conexión adicional entre el pico y la tubería de alimentación.
- d. Todas las partes metálicas del conjunto de llenado formarán una trayectoria eléctricamente continua, aguas abajo del punto de puenteado del tubo de alimentación.

	PDVSA	ESPECIFICACION DE INGENIERIA	PDVSA N-201	
		OBRAS ELECTRICAS	REVISION 0	FECHA JUL.93
			Página 200	

[.Menú Principal](#)

[Indice manual](#)

[Indice volumen](#)

[Indice norma](#)

17.10 Protecciones en Muelles de Carga en Terminales Marinos

- 17.10.1 No se requiere conexiónado alguno entre tanqueros o gabarras y el terminal o muelle.
- 17.10.2 Se requiere el uso de bridás aislantes para el aislamiento eléctrico entre las tuberías ubicadas a bordo del tanquero o gabarra y las ubicadas en el muelle, en los casos siguientes:
 - a. En terminales marinos con protección catódica.
 - b. Cuando se utilicen brazos de carga o mangueras de carga eléctricamente operadas.
 - c. Cuando se carguen o descarguen productos cuyos punto de inflamación en ~~esta temperatura sea igual o menor a 55°C (130°F)~~, o que sean manejados a temperaturas de 8°C (15°F) o mayores de su punto de inflamación.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 201

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**TABLA 1A**

LONGITUDES MAXIMAS (PIES) PARA CIRCUITOS TRIASICOS, CONDUCTORES DE COBRE COLOCADOS EN TUBERIAS RIGIDAS DE ACERO GALVANIZADO PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HZ. (2) (3) (4).

DIAMETRO TUBERIA (pulg.)	FACTOR DE AJUSTE DEL DISPARO (I)	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO. (AMPERIOS).																						
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600		
3/4	A	720	520	400	280	230	160																	
	B	880	760	590	460	400	270																	
	C	1270	960	760	670	520	400																	
1	A		850	630	460	380	280	220	200															
	B		1230	960	750	630	430	350	320															
	C		1560	1230	1090	850	660	510	450															
1 1/4	A			840	700	520	420	380	340	290														
	B				1360	1100	800	650	590	490	420													
	C					1970	1580	1180	890	840	700	590												
1 1/2	A					700	590	540	450	400	360	330												
	B						1110	880	790	670	590	510	460											
	C						1660	1290	1180	950	810	710	630											
2	A							610	530	450	410	380	350	330										
	B								860	750	660	580	520	490	450									
	C									1220	990	860	790	710	660	610								
2 1/2	A										450	430	390	370	330	300	270							
	B										640	580	530	490	450	410	380							
	C											870	770	710	660	570	520	480						
3	A											480	430	380	350	330	310	290						
	B											660	580	520	480	460	430	390						
	C											850	790	690	620	570	540	510						
4	A												370	350	340	330	320	310	290					
	B												530	490	450	420	390	360	330					
	C												690	630	590	560	540	510	490					

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 202

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS TABLA 1A**

1. Seleccione la distancia opuesta al factor de ajuste del disparo que mejor se adapte a la característica tiempo–corriente de la protección de sobrecorriente, tal como se describe más adelante.
 - a. El factor A es para interruptores que operan en menos de dos segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Se utiliza para los interruptores de caja moldeada no ajustables y los ajustados en fábrica.
 - b. El factor B es para interruptores que operan en menos de dos segundos con ajuste de seis veces su capacidad. En general puede ser usado con la mayoría de los fusibles. Además se usa con interruptores de disparo ajustable.
 - c. El factor C es para interruptores que operan en menos de dos segundos con ajuste de 4 veces su capacidad. Se usa con interruptores ajustados en el campo.
2. Cuando en la tubería se coloca un conductor de puesta a tierra, las distancias seleccionadas pueden ser incrementadas en los porcentajes siguientes:

Diámetro de la tubería (pulg.)	% de incremento
3/4 y 1	10
1 1/4, 1 1/2 y 2	30
2 1/2, 3 y 4	60

3. Para otras tensiones, multiplique la distancia seleccionada por el siguiente factor:

$$\frac{\text{Tensión Nominal a Tierra} - 40}{237}$$

4. Las distancias están basadas en los datos del trabajo:

“Determination of ground fault current on common alternating current grounded neutral systems in standard steel or aluminum conduit”.

AIEE transactions, Paper 60-12 applications and industry, May 1960.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 203

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**TABLA 1B**

LONGITUDES MAXIMAS (METROS) PARA CIRCUITOS TRIFASICOS, CONDUCTORES DE COBRE COLOCADOS EN TUBERIAS RIGIDAS DE ACERO GALVANIZADO PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HZ. (2) (3) (4).

DIAMETRO TUBERIA (mm)	FACTOR DE AJUSTE DEL DISPARO (!)	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO. (AMPERIOS).																				
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600
20	A	220	160	120	85	70	50															
	B	270	230	180	140	120	80															
	C	385	290	230	205	160	120															
25	A		260	190	140	115	85	65	60													
	B		375	290	230	190	130	105	100													
	C		475	375	330	260	200	155	135													
32	A			255	215	160	130	115	105	90												
	B			415	335	245	200	180	150	130												
	C			600	480	360	270	255	215	180												
40	A				215	180	165	135	120	110	100											
	B				335	270	240	205	180	155	140											
	C				505	395	360	290	245	215	190											
50	A							185	160	135	125	115	105	100								
	B							260	230	200	175	160	150	135								
	C							370	300	260	240	215	200	185								
65	A											135	130	120	115	100	90	80				
	B											195	175	160	150	135	125	115				
	C											265	235	215	200	175	160	145				
80	A															145	130	115	105	100	95	90
	B															200	175	160	145	140	130	120
	C															260	240	210	190	175	165	155
100	A																		115	105	105	100
	B																		160	150	135	130
	C																		210	190	180	170

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 204

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS TABLA 1B**

1. Seleccione la distancia opuesta al factor de ajuste del disparo que mejor se adapte a la característica tiempo–corriente de la protección de sobrecorriente, tal como se describe más adelante.
 - a. El factor A es para interruptores que operan en menos de dos segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Se utiliza para los interruptores de caja moldeada no ajustables y los ajustados en fábrica.
 - b. El factor B es para interruptores que operan en menos de dos segundos con ajuste de seis veces su capacidad. En general puede ser usado con la mayoría de los fusibles. Además se usa con interruptores de disparo ajustable.
 - c. El factor C es para interruptores que operan en menos de dos segundos con ajuste de 4 veces su capacidad. Se usa con interruptores ajustados en el campo.
2. Cuando en la tubería se coloca un conductor de puesta a tierra, las distancias seleccionadas pueden ser incrementadas en los porcentajes siguientes:

Diámetro de la tubería (pulg.)	% de incremento
20 y 25	10
32, 40 y 50	30
65, 80 y 100	60

3. Para otras tensiones, multiplique la distancia seleccionada por el siguiente factor:

4. Las distancias están basadas en los datos del trabajo:

Tensión Nominal a Tierra – 40

237

"Determination of ground fault current on common alternating current grounded neutral systems in standard steel or aluminum conduit".

5. AIEE transactions, Paper 60-12 applications and industry, May 1960.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 205

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

TABLA 2A

LONGITUDES MAXIMAS (PIES) PARA CIRCUITOS TRIFASICOS CONDUCTORES DE COBRE COLOCADOS EN TUBERIAS RIGIDAS DE ALUMINIO PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HZ. (1) (3) (4).

DIAMETRO TUBERIA (pulg.)	CALIBRE CONDUCT. AWG/MCM	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO. (AMPERIOS). (2)																						
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600		
3/4	12 AWG	910	680	450	340	270	190																	
	10	1420	1060	710	530	420	300																	
	8	2200	1660	1100	830	660	470																	
1	10 AWG		1070	710	540	430	310	240	210															
	8		1680 2500	1120 1670	840 1250	670 1000	480 720	370 560	340 500															
1 1/4	6 AWG				1260	1000	710	560	500	400	330													
	4				1900	1520	1080	840	760	610	510													
	2				2800	2200	1580	1220	1100	880	730													
1 1/2	4 AWG						1080	840	760	610	510	430	380											
	2						1610	1240	1120	900	750	640	560											
	1						1930	1500	1350	1080	900	770	670											
2	1/0 AWG								1630	1300	1090	930	810	720	650									
	2/0								1930	1540	1290	1100	960	860	770									
	3/0								3540	2820	2360	2020	1770	1570	1410									
2 1/2	4/0 MCM													1610	1410	1250	1130	940	810	710				
	250													1780	1560	1390	1250	1040	890	780				
	300													1960	1720	1530	1370	1140	980	860				
3	300 MCM																1480	1230	1060	930	820	740	670	
	400																1720	1440	1230	1080	960	860	780	
	600																1930	1610	1380	1210	1070	970	880	
4	400 MCM																			1140	1010	910	830	
	600																			1410	1250	1130	1030	
	750																			1520	1350	1210	1100	

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 206

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**NOTAS TABLA 2A**

1. Las distancias mostradas son para circuitos protegidos con interruptores que operan en menos de dos (2) segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Dichas distancias pueden ser incrementadas para interruptores que operen en menos de dos (2) segundos con ajustes menores a diez (10). Para encontrar estas distancias, multiplique el valor de esta tabla por diez (10) lo divide entre el ajuste del interruptor.
2. Vea la nota (1) de la Tabla 1A para las características típicas de los ajustes de disparo.
3. Para otras tensiones multiplique las distancias seleccionadas por el siguiente factor:

Tensión Nominal a Tierra – 40
237

4. Igual al de [1A](#).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 207

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**TABLA 2B**

LONGITUDES MAXIMAS (METROS) PARA CIRCUITOS TRIFASICOS, CONDUCTORES DE COBRE COLOCADOS EN TUBERIAS RIGIDAS DE ALUMINIO PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HZ. (1) (3) (4).

DIAMETRO TUBERIA (mm.)	CALIBRE CONDUCT. LINEA m m ²	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO. (AMPERIOS). (2)																				
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600
20	3,3	275	205	135	105	80	60															
	5,3	435	325	215	160	130	90															
	8,4	670	505	335	255	200	145															
25	5,3		325	215	165	130	95	75	65													
	8,4		510	340	255	205	145	115	105													
	13,3		760	510	380	305	220	170	150													
32	13,3			385	305	215	170	150	120	100												
	21,2				580	465	330	255	230	185	155											
	33,6				855	670	480	370	335	270	225											
40	21,2					330	255	230	185	155	130	115										
	33,6					490	375	340	275	230	195	170										
	42,4					590	455	410	330	275	235	205										
50	53,5						495	395	330	130	245	220	200									
	67,4						590	470	395	195	290	260	235									
	85,0						1280	860	720	235	540	480	430									
65	107								490	430	380	345	285	245	215							
	127								545	475	425	380	315	270	240							
	152								595	525	465	415	345	300	260							
80	152										450	375	325	285	250	225	205					
	203										525	440	375	330	290	260	240					
	253										590	490	420	370	325	295	270					
100	203																345	310	275	255	230	
	304																430	380	345	315	285	
	380																465	410	370	335	310	

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 208

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**NOTAS TABLA 2B**

1. Las distancias mostradas son para circuitos protegidos con interruptores que operan en menos de dos (2) segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Dichas distancias pueden ser incrementadas para interruptores que operen en menos de dos (2) segundos con ajustes menores a diez (10). Para encontrar estas distancias, multiplique el valor de esta tabla por diez (10) lo divide entre el ajuste del interruptor.
2. Vea la nota (1) de la Tabla 1B para las características típicas de los ajustes de disparo.
3. Para otras tensiones multiplique las distancias seleccionadas por el siguiente factor:

Tensión Nominal a Tierra – 40
237

4. Igual al de [1A](#).



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 209

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

TABLA 3A

**LONGITUDES MAXIMAS (PIES) PARA CIRCUITOS TRIASICOS,
CONDUCTORES DE COBRE, CONDUCTORES DE RETORNO DE TIERRA DENTRO
DEL CABLE, TUBERIA NO METALICA O EMT PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE
PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HERTZ.**

CONDUCT. CALIBRE AWG/MCM	CONDUCT. DE RETORNO DE TIERRA CALIBRE, AWG	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO. (AMPERIOS).																				
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600
12	12	470	350	230	180	140	100															
	6	750	560	370	280	220	160															
	2	850	640	420	320	250	180															
10	10		560	370	280	220	160	120	110													
	6		800	530	400	320	230	180	160													
	2		960	640	480	390	280	210	190													
8	8			450	360	260	200	180	140	120												
	6			50	440	310	240	220	170	150												
	2			710	570	410	320	290	230	190												
6	8				440	310	240	220	180	150	120	110										
	6				560	400	310	280	220	190	160	140										
	2				800	570	440	400	320	270	230	200										
4	6					490	380	350	280	230	200	170	150	140								
	4					630	490	440	350	290	250	220	200	180								
	2					770	600	540	430	360	310	270	240	220								
2	6						440	400	320	270	230	200	180	160	130	110						
	4						600	540	480	400	340	300	270	240	200	170						
	2						780	700	560	470	400	350	310	280	230	200						
1/0	6							560	440	370	320	280	250	220	190	160	140	120				
	4							700	500	420	360	320	280	250	210	180	160	140				
	2							780	560	470	400	350	310	280	230	200	180	160				
2/0	4								540	450	380	340	300	270	220	190	170	150	130	120		
	2								750	620	530	470	420	370	310	270	230	210	190	170		
	1/0								1000	830	710	620	550	500	420	360	310	280	250	230		
4/0	4									490	420	370	330	300	250	210	180	160	150	130	120	
	2									720	610	540	480	430	360	310	270	240	210	190	180	
	1/0									1000	860	760	670	600	500	430	370	330	300	270	250	
250	4										380	340	300	250	220	190	170	150	140	130		
	2										600	500	450	370	320	280	250	220	200	190		
	1/0										790	700	630	630	450	400	350	320	200	250		
350	2											470	390	340	290	260	240	210	200	210	220	
	1/0											690	570	490	430	380	340	310	300	310	290	
	2/0											820	680	580	510	450	410	370	340	330	340	
500	2												350	310	280	250	230	210	200	210		
	1/0												530	460	410	370	340	310	300	310		
	2/0												640	560	500	450	410	370	340	310		
600	2													320	280	250	230	210	200	210		
	1/0													480	420	380	350	320	300	310		
	2/0													580	530	460	420	390	360	370		

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 210

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS TABLA 3A**

1. Las distancias mostradas son para circuitos protegidos con interruptores que operan en menos de dos (2) segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Dichas distancias pueden ser incrementadas para interruptores que operen en menos de dos (2) segundos con ajustes menores a diez (10). Para encontrar estas distancias, multiplique el valor de esta tabla por diez (10) lo divide entre el ajuste del interruptor.
2. Vea la nota (1) de la Tabla 1B para las características típicas de los ajustes de disparo.
3. Para circuitos con conductores 4-A W6 y mayores en zanjas y que utilizan conductor de retorno de tierra que no forma parte del cable use las distancias de la tabla multiplicadas por un factor de corrección por espaciamiento sacado de la Tabla 4.
4. Igual a la Nota 3 de la Tabla 2A.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0	FECHA JUL.93
---------------	-----------------

Página 211

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

TABLA 3B

LONGITUDES MAXIMAS (METROS) PARA CIRCUITOS TRIFASICOS, CONDUCTORES DE COBRE, CONDUCTORES DE RETORNO DE TIERRA DENTRO DEL CABLE, TUBERIA NO-METALICA O EMT PARA SISTEMAS SOLIDAMENTE PUESTOS A TIERRA DE 480 VOLTIOS, 50 Y 60 HERTZ.

CONDUCT. CALIBRE mm ²	CONDUCT. DE RETORNO DE TIERRA CALIBRE, mm ²	VALOR NOMINAL DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL CIRCUITO (AMPERIOS).																				
		15	20	30	40	50	70	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	550	600
3,3	3,3	145	105	70	55	40	30															
	13,3	230	170	110	85	65	50															
	33,6	260	195	130	95	75	55															
5,3	5,3		170	110	85	65	50	35	35													
	13,3		245	160	120	95	70	55	50													
	33,6		290	195	145	115	85	65	60													
8,4	8,4			135	110	80	60	55	40	35												
	13,3			165	135	95	75	65	50	45												
	33,6			215	175	125	95	90	70	60												
13,3	8,4				135	95	75	65	55	45	35	35										
	13,3				170	120	95	85	65	60	50	40										
	33,6				245	175	135	120	95	80	70	60										
21,2	13,3					150	115	105	85	70	60	50	45	40								
	21,2					190	150	135	105	90	75	65	60	55								
	33,6					235	180	165	130	110	95	80	75	65								
33,6	13,3						135	120	95	80	70	60	55	50	40	35						
	21,2						180	165	145	120	105	90	80	75	60	50						
	33,6						235	215	170	145	120	105	95	85	70	60						
53,5	13,3							170	135	110	95	85	75	65	60	50	45	35				
	21,2							215	150	130	110	95	85	75	65	55	50	45				
	33,6							235	170	145	120	105	95	85	70	60	55	50				
67,4	21,2								165	135	115	105	90	80	65	60	52	45	40	35		
	33,6								230	190	160	145	130	110	95	80	70	65	60	50		
	53,5								305	250	215	190	165	150	130	110	95	85	75	70		
107	21,2									150	130	115	100	90	75	65	55	50	45	40	35	
	33,6									220	185	165	145	130	110	95	80	75	65	60	55	
	53,5									305	260	230	205	183	150	130	115	100	90	80	75	
127	21,2										115	105	90	75	65	60	50	45	45	40		
	33,6										180	150	135	110	100	85	75	65	60	60		
	53,5										240	210	190	160	135	120	105	95	90	90	80	
177	33,6											145	120	104	88	80	75	65	60	55	50	
	53,5											210	175	150	130	115	105	95	90	85	80	
	67,4											250	207	175	155	135	125	115	105	105	100	
253	33,6															105	95	85	75	70	65	
	53,5															160	140	125	115	105	95	
	67,4															195	170	150	135	125	115	
304	33,6																95	85	75	70	65	
	53,5																145	130	115	105	100	
	67,4																175	160	140	130	120	

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 212

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS TABLA 3B**

1. Las distancias mostradas son para circuitos protegidos con interruptores que operan en menos de dos (2) segundos con un ajuste de diez (10) veces su capacidad. Dichas distancias pueden ser incrementadas para interruptores que operen en menos de dos (2) segundos con ajustes menores a veinte (20). Para encontrar estas distancias, multiplique el valor de esta tabla por diez (10) lo divide entre el ajuste del interruptor.
2. Vea la nota (1) de la Tabla 1A para las características típicas de los ajustes de disparo.
3. Para circuitos con conductores 21,2 mm² y mayores en zanjas y que utilizan conductor de retorno de tierra que no forma parte del cable use las distancias de la tabla multiplicadas por un factor de corrección por espaciamiento sacado de la [Tabla 4](#).
4. Igual a la Nota 3 de la Tabla 2A.



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 213

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**TABLA 4. FACTORES DE CORRECCION POR ESPACIAMIENTO PARA SER USADOS****PARA CIRCUITOS CON CONDUCTORES DESDE EL RETORNO DE TIERRA FUERA DEL CABLE**

CONDUCTOR CALIBRE AWG / MCM	CONDUCT. DE RETORNO DE TIERRA CALIB. AWG / MCM	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (cm)			
		15	30	90	180
4	6	0,96	0,95	0,93	0,91
	4	0,94	0,92	0,89	0,86
	2	0,91	0,88	0,84	0,82
2	6	0,96	0,94	0,91	0,89
	4	0,92	0,89	0,86	0,83
	2	0,86	0,84	0,78	0,75
1/0	6	0,94	0,93	0,90	0,88
	4	0,90	0,86	0,82	0,80
	2	0,84	0,80	0,73	0,69
2/0	4	0,90	0,86	0,81	0,77
	2	0,83	0,77	0,70	0,66
	1/0	0,75	0,67	0,59	0,55
4/0	4	0,90	0,85	0,79	0,75
	2	0,81	0,74	0,66	0,62
	1/0	0,70	0,62	0,53	0,49
250	2	0,89	0,84	0,81	0,76
	1/0 2/0	0,80 0,64	0,73 0,60	0,68 0,54	0,62 0,49
350	2	0,80	0,73	0,67	0,61
	1/0	0,68	0,59	0,53	0,47
	2/0	0,61	0,52	0,47	0,41
500	2	0,81	0,73	0,67	0,61
	1/0	0,67	0,58	0,52	0,46
	2/0	0,61	0,51	0,45	0,39
600	2	0,82	0,72	0,67	0,60
	1/0	0,69	0,57	0,51	0,44
	2/0	0,62	0,49	0,44	0,38

EQUIVALENTES METRICOS ACEPTABLES

CALIBRE CONDUCTOR				LONGITUD	
AWG O MCM	mm ²	AWG O MCM	mm ²	PULG.	mm
6	13,3	250	127	6	150
4	21,2	350	177	12	300
2	33,6	500	253	36	900
1/0	53,5	600	304	72	1800
2/0	67,4				
4/0	107				

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 214

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

18 RESISTENCIA PARA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

18.1 Resumen de Requerimientos Adicionales

- 18.1.1 La norma IEEE No. 32 (Neutral Grounding Devices) se usará para la selección de las resistencia de puesta a tierra del neutro.

18.2 Materiales

- 18.2.1 Las resistencias serán de acero con contenido de cromo de por lo menos 12%.

18.3 Diseño

- 18.3.1 Las resistencias serán adecuadas para instalación a la intemperie.
- 18.3.2 Las resistencias serán capaces de transportar la corriente máxima de falla a tierra del sistema sin exceder su aumento nominal de temperatura para un período de tiempo a ser especificado, por no menor a 3 segundos. El período de tiempo especificado será el mayor entre 3 segundos y 5 veces la respuesta del relé de falla a tierra más lento, correspondiente al 80% de la corriente nominal (inicial) del resistor.
- 18.3.3 Es necesario que las resistencias tengan un encerramiento protector conectado a tierra. No son aceptables aquellos diseños que requieran aislamiento a tierra del encerramiento.
- 18.3.4 El encerramiento para las resistencias será apropiado para el tipo de exposición ambiental especificado. Las aberturas superiores y laterales de los encerramientos no serán mayores de 38 mm (1,5 pulgadas) de ancho.

19 SISTEMA DE POTENCIA DE RESERVA

- 19.1** Se dispondrá de un sistema de reserva para suministrar potencia a servicios esenciales tales como: iluminación de reserva, circuitos de disparo, equipos de purga y presurización, instrumentos y motores seleccionados; durante una falla de energía.

- 19.2** El sistema incluirá lo siguiente:

- 19.2.1 Un generador de reserva y sus controles asociados
- 19.2.2 Un suiche de transferencia automática
- 19.2.3 Iluminación de reserva.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 215

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

19.3 El generador de reserva y sus controles cumplirán con la Especificación de Ingeniería “Generador Eléctrico de Reserva Accionado por Motor” PDVSA GE-211, y conforme requerido por el generador de reserva para alimentación de instrumentos indicado en la Sección 20 “Suministro de Energía de Instrumentos” de esta especificación”.

19.4 El suiche de transferencia automática incluirá un dispositivo piloto para arrancar automáticamente el generador de reserva una vez que ocurra la falla de energía y para transferir la carga al generador de reserva cuando su tensión alcance el 90%.

19.5 La iluminación de reserva consistirá en lámparas y luminarias incandescentes o fluorescentes ubicadas en áreas críticas de la planta, a fin de permitir el movimiento seguro del personal.

19.5.1 Cuando la iluminación normal de la planta consista de elementos de alta presión de sodio, la iluminación de reserva se mantendrá encendida por un período mínimo de 10 minutos, después de la normalización del sistema en potencia.

19.5.2 Para áreas internas, se colocarán unidades de iluminación de emergencia de batería, donde sean necesarias.

19.6 La fuente de potencia ininterrumpible (UPS) suministrará potencia a los disparos de los circuitos de procesos y a instrumentos críticos, y cumplirá con lo indicado en la Sección 20 “Suministro de Energía para Instrumentos” de esta especificación. El sistema UPS consistirá de los componentes principales siguientes:

19.6.1 Rectificador / Cargador de Batería.

19.6.2 Batería.

19.6.3 Inversor Estático.

19.6.4 Suiche Estático.

19.6.5 Suiche Manual de transferencia.

19.6.6 Tablero de distribución.

19.6.7 Transformadores de Aislamiento, cuando se requieran.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 216

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

20 SUMINISTRO DE ENERGIA PARA INSTRUMENTOS

20.1 Contenido

- Resumen de Requerimientos Adicionales
- Definiciones
- Documentación
- Clasificación de Cargas
- Fuentes de Potencia
- Alimentación a Servicios Esenciales
- Alimentación a Cargas de Instrumentos en CC.
- Alimentación a Cargas de Instrumentos en CA.
- Dimensionamiento de Baterías
- Alarmas
- Equipos
- Alimentación a Cargas No–Clasificadas.
- Instalación
- Ensayos
- Fig. 1 – Fuentes de Potencia
- Fig. 2 – Sistema de Transferencia Automática
- Fig. 3 – Secciones de Estabilización y Distribución
- Fig. 4 – Mediciones para las secciones de CC.
- Fig. 5 – Placa de Identificación del Suiche de Transparencia
- Fig. 6 – Circuitos de Transferencia Automática y de Protección

- Fig. 7 – Placa de Identificación del Tablero de Servicios Esenciales

20.2 Resumen de Requerimientos Adicionales

- 20.2.1 Norma ANSI, Estándar Y32.2, "Graphic Symbols for Electrical and Electronic Diagrams". Esta norma es complementaria a esta especificación.
- 20.2.2 El Tablero de Potencia de servicios esenciales estará de acuerdo con la sección Tableros de Potencia, Centros de Control y Ductos para Barras, exceptuando las modificaciones indicadas aquí.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 217

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

20.3 Documentación

- 20.3.1 Los diagramas unifilares cubrirán todos los equipos incluyendo los tableros de distribución y contendrán la siguiente información:
- a. Todas las conexiones de potencia.
 - b. Medición.
 - c. Identificación del equipo normal y de reserva con sus circuitos asociados, además de los medios o mecanismos para iniciar la transferencia hacia, y desde, el circuito de reserva.
 - d. Conexiones del Transformador.
 - e. Sistema de puesta a tierra.
 - f. Capacidad de las Barras.
 - g. Capacidad de interruptores y fusibles.
- 20.3.2 Los Datos de Placa de los equipos incluidos en los diagramas unifilares incluirán lo siguiente:
- a. Batería: Capacidad de Amperios–hora y tasa de descarga a la cual aplica, número de celdas.
 - b. Cargadores de Batería y Rectificadores: Corriente máxima de salida a la tensión normal, tensión máxima de salida.
 - c. Inversores:
 1. Tensión de salida, frecuencia, vatios y voltamperios.
 2. Errores máximos de estado estable a cualquier carga, desde cero a nominal en porcentaje de armónicos, desviación de tensión y frecuencia y rango del factor de potencia; tensión de entrada (CC.) y temperatura ambiente para la cual son válidos los valores máximos anteriores.
 3. Tensión mínima y tiempo para recuperación de la tensión nominal, luego de la aplicación súbita de la carga nominal.
 - d. Estabilizadores:
 1. Tensión de salida, vatios y voltamperios.
 2. Errores máximos de estado estable a cualquier carga, desde cero a nominal, en porcentaje de armónicos (estabilizadores de CA.), desviación de tensión y rango del factor de potencia (estabilizadores de CA.), tensión de entrada y frecuencia de entrada (estabilizadores de CA.) para la cual son válidos los valores máximos anteriores.
 3. Tensión mínima y máxima y tiempo para recuperación de la tensión nominal luego de la aplicación súbita o eliminación de la carga nominal o de la carga real.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 218

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- e. Suiches de transferencia: corriente y duración de la transferencia.
 - f. Generadores:
 - 1. Tensión, número de fases, potencia de salida, factor de potencia, X_d , X'_d , X''_d , curvas de disminución de corriente.
 - 2. Errores máximos de estado estable a cualquier carga, entre cero y nominal de fase, en porcentaje de armónicos y desviación de tensión tanto para cargas balanceadas como para cargas monofásicas.
 - 3. Tensión mínima y máxima y tiempo para recuperación de la tensión nominal luego de la aplicación súbita o eliminación de la carga nominal o de la carga real.
- 20.3.3 Listado de cargas que incluya cada carga y contenga la información siguiente:
- a. Clasificación de las Cargas.
 - b. Tensión, frecuencia y tolerancias armónicas, en caso de ser críticas.
 - c. KVA de excitación (INRUSH)
 - d. Rango de operación del factor de potencia.
- 20.3.4 Los fabricantes de los sistemas (CA. o CC.) suplirán los manuales de operación y mantenimiento correspondientes. Estos manuales serán específicos para el equipo considerado y contendrán como mínimo la información siguiente:
- a. Procedimientos para la instalación, puesta en servicio, operación y apagado del sistema.
 - b. Procedimientos para el mantenimiento y diagnóstico de fallas, utilizando resultados de pruebas en fábrica como base.
 - c. Resultados de pruebas en fábrica
 - d. Listado completo de materiales, listado de partes y juego de planos "como construido".
- 20.3.5 Se preparará un estudio de coordinación y se demostrará la selectividad de los dispositivos de protección a través de cada sistema. El estudio considerará todos los dispositivos de protección del sistema, incluyendo aquellos que protejan cargas individuales y sub-alimentadores aguas abajo del tablero de distribución en la sección de distribución del alimentador de potencia.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 219

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

En caso de que los componentes del sistema tengan un efecto limitante de pariente el estudio incluirá la base definitiva las curvas tiempo-corriente para establecer la selectividad. El estudio definirá el punto de corte de falla y la gama de la corriente de falla, para los cuales el tiempo necesario para despejar la falla sea mayor al tiempo permisible de cualquier instrumento afectado (según se establece por la clasificación de la carga). El efecto de la resistencia interna de la batería será considerado en el estudio. El estudio de coordinación se hará en dos ocasiones:

- a. Antes de la selección o especificación definitiva de las características de los dispositivos de protección. Esta emisión del estudio de coordinación tiene carácter preliminar, por lo que será sólo lo suficientemente preciso y completo para verificar los tipos y gamas apropiadas de los dispositivos de protección que hayan sido seleccionados.
- b. Cuando el estudio de coordinación es presentado para aprobación final.

20.3.6 Cada fabricante seleccionado para los sistemas de alimentación de potencia en CA. y CC., suministrará la siguiente información a fin de que sea utilizada en la preparación del estudio de coordinación:

- a. Curvas características tiempo Vs. corriente de todos los dispositivos de protección de los componentes del equipo suministrados.
- b. Datos para ayudar en la selección de los dispositivos de protección para la batería, los cuales serán selectivos con otros dispositivos de protección en las secciones de estabilización y distribución.
- c. Datos para ayudar en la selección de los dispositivos de protección para los alimentadores de circuitos ramales en los tableros de la sección de distribución de potencia, los cuales serán selectivos con dispositivos aguas arriba en las secciones de estabilización y distribución.
- d. Curvas características de tiempo—corriente de las baterías (cuando éstas sean suministradas por el fabricante considerado), de cargadores de baterías, de inversores y de estabilizadores de tensión, bajo condiciones de cortocircuito.

20.4 Clasificación de las Cargas

20.4.1 La clasificación de las cargas de instrumentos en C.A., se basará en el tiempo admisible de transferencia entre las fuentes de alimentación normal y de reserva; como se indica seguidamente:

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 220

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

TIEMPO (EN SEGUNDOS)	CLASIFICACION
PERMISIBLE DE TRANSFERENCIA	
0,005 (1/4 de ciclo aprox.) o menos	I
0,02 (10–12 ciclos)	II
Más de 0,2 – 10 (NOTA 1.)	III
No se requiere transferencia a reserva	No clasificado

1. El límite superior puede ser de 30 segundos cuando se incluya el arranque del motor de combustión interna.
- 20.4.2 La clasificación de cargas de instrumentos para cada instrumento acuerdo a la especial atención a los dispositivos en circuitos de disparo.

20.5 Fuentes de Potencia

- 20.5.1 Las fuentes de potencia se seleccionarán de acuerdo a la Fig. 1.
- 20.5.2 El generador eléctrico de reserva para instrumentos y el tablero de servicios esenciales se incluirán si existe cualquiera de las condiciones siguientes:
- a. Se requiere electricidad para los instrumentos de control o para el sistema de disparo de las calderas que alimentan a cargas de emergencia. Ejemplos de estas cargas son las correspondientes a: agua contra incendio o de enfriamiento, aire comprimido para instrumentos.
 - b. Se requiere electricidad para los instrumentos de unidades de procesos, manufactura o servicios o cualquier servicio esencial para el cual se especifique operación continua durante fallas de la fuente principal de potencia.
- 20.5.3 El dimensionado de los generadores de reserva se basará en la carga total de instrumentos y otros servicios esenciales que serán alimentados por éstos. No se utilizará la desconexión automática de cargas.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 221

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

20.5.4 El tablero de servicios esenciales será dispuesto y controlado de acuerdo a las

[Figs. 2 y 6](#) A fin de prevenir que los efectos de arco se propaguen por una falla en una barra y se comuniquen con la otra barra, estas se colocarán en encerramientos físicamente independientes, separados 1 m (3 pies) como mínimo. Cada alimentador y los circuitos de enlace se dimensionarán para la carga total servida. Los suiches de enlace 24-1A (cuando se usen) y 24-2A se colocarán en el encerramiento de la barra A y serán capaces de interrumpir una corriente igual a la corriente nominal de los interruptores de entrada 52-1A y 52-1B de la barra B y de cerrar, en forma segura, para la condición de máxima corriente de falla total posible. En cada encerramiento de barras se instalará a nivel visual una placa con las instrucciones de transferencia. (Ver [Fig. 7](#)).

20.5.5 Para el motor del generador, referirse a la Especificación PDVSA [GE-211](#).

20.5.6 El motor del generador de reserva para instrumentos tendrá arranque automático según se muestra en la [Fig. 6 \(F\)](#). Adicionalmente deberán colocarse controles para arranque y parada manual. La ubicación de estos controles será especificada.

20.6 Alimentación Eléctrica a Servicios Esenciales

20.6.1 Los servicios esenciales en CA., exceptuando lo correspondiente a instrumentación, iluminación de emergencia en la sala de control e iluminación para el visor de la caldera, se alimentarán desde el tablero de servicios esenciales según se muestra en la [Fig. 1 \(D\)](#).

20.6.2 Los servicios esenciales en CC. se alimentarán desde una fuente de alimentación independiente en CC., según se especifica aquí para el caso de instrumentos de CC.

20.7 Alimentación de Instrumentos en CC.

20.7.1 Cada instalación crítica e independiente que requiera potencia para instrumentos de CC. tendrá su alimentación para disparo y control normal, suplida desde secciones separadas de estabilización y distribución; las cuales serán

independientes de otras instalaciones y cargas, de acuerdo a la [Fig. 3 \(a\)](#).

20.7.2 Los sistemas de control y disparo se alimentarán desde fuentes separadas según se indica en la [Fig. 3 \(a\)](#).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 222

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 20.7.3 Cada caldera tendrá su alimentación de potencia para disparo y control normal, ~~sistema independiente para cada caldera y sus cargas, de estabilización y distribución~~ Fig. 5 (a).
- 20.7.4 Se proveerá un sistema de alimentación de respaldo para todas las fuentes de alimentación, de manera tal que cada barra de CC. tenga dos fuentes dimensionadas al 100%, conectadas en paralelo.
- 20.7.5 En caso de que se cumplan todas las condiciones indicadas seguidamente, se considera aceptable el uso de un sistema de alimentación de respaldo común, según se indica en la Fig. 3 (a).
- a. La tensión de todas las fuentes de alimentación normal es igual.
 - b. Todas las fuentes de alimentación normal y la de respaldo tienen la estabilización de tensión de la misma precisión y gama de ajuste. La tensión de la fuente de respaldo puede ajustarse a cero carga, cuando las fuentes de alimentación normales estén manteniendo su tensión.
 - c. El tamaño de la fuente de alimentación de respaldo es al menos igual al de la fuente de alimentación normal de mayor tamaño.
 - d. La coordinación de fusibles garantiza que en caso que ocurra un corto circuito sostenido en cualquier parte del sistema, no se apagará más de una caldera.
- 20.7.6 Para las calderas, es necesario proveer un sistema independiente y común de alimentación de respaldo. La estabilización de tensión será capaz de mantener la tensión dentro de los límites admisibles por las cargas alimentadas, considerando una variabilidad de la tensión de la batería desde la carga rápida de nivelación hasta el nivel de tensión de descarga a la carga de diseño.
- 20.7.7 El sistema de CC. será sin conexión a tierra (aislado) y se colocará un detector de tierra para cada barra tanto en el positivo como el negativo. El detector de tierra tendrá suficiente sensitividad para operar, en caso de fallas, a corrientes de tierra menores al valor mínimo que provoque fallas o mal funcionamiento de cualquier instrumento o dispositivo de control alimentado desde la barra.
- 20.7.8 La medición se hará de acuerdo a la Fig. 4.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 223

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**20.8 Alimentación de Instrumentos en C.A.**

- 20.8.1 Cada instalación crítica e independiente que requiera potencia para instrumentos de CA., estará conectada a secciones de estabilización y distribución, separadas de otras instalaciones y cargas, de acuerdo a la [Fig. 3 \(b\)](#).
- 20.8.2 Las cargas de CA. se alimentarán desde fuentes según se indica en la [Fig. 3 \(b\)](#). Se considera aceptable tener una sección de estabilización separada para cada sección de distribución.
- 20.8.3 Cada caldera que requiera CA. para instrumentos tendrá una fuente de alimentación separada, de acuerdo a la [Fig. 3 \(b\)](#), incluyendo su propia sección de estabilización. El diseño del sistema será tal que garantice que en caso de ocurrir un cortocircuito sostenido en cualquier parte del sistema, no apague ninguna caldera ni cause perdida de control en más de una caldera.
- 20.8.4 En caso de existir detectores de llama que requieran de una fuente en CA., éstos se alimentarán desde la fuente de potencia de instrumentos de CA. dedicada a los instrumentos de control de la caldera.
- 20.8.5 Se proveerá estabilización de tensión en fuentes alternas para mantener la tensión dentro de los límites admisibles por la carga servida, considerando las variaciones calculadas de tensión de las fuentes de CA. y las variaciones de caída de tensión debidas a cambios de carga.
- 20.8.6 Los suiches de transferencia de los tableros de distribución para cargas Clase I y II operarán inmediatamente a una caída de tensión por debajo de los límites admisibles por las cargas servidas. La iniciación de transferencia de los suiches automáticos para Cargas Clase III se retardará para hacerla selectiva con los relés y los mecanismos de transferencia del sistema principal de potencia.
- 20.8.7 En caso de especificarse la retransferencia automática, los suiches de transferencia de retorno a la fuente de alimentación normal luego de una transferencia a la fuente de reserva, operarán como se indica a continuación:
- a. Se colocará un suiche selector de retransferencia de dos posiciones “AUTO-STANDBY”, para cada suiche de transferencia, a efecto de controlar la operación automática de retransferencia.
 - b. Cuando el suiche selector de retransferencia esté en la posición “AUTO”, la retransferencia de retorno a la fuente normal ocurrirá automáticamente una vez que se haya recuperado el nivel de tensión de la fuente normal y se haya mantenido por un período de 2 segundos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 224

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Cuando el suiche selector de transferencia esté en la posición “STANDBY”, la retrotransferencia de retorno a la fuente normal ocurrirá automáticamente solo cuando se carga la tensión de la fuente de alimentación de reserva y el nivel normal de tensión esté presente en la fuente de alimentación normal.
- 20.8.8 Se colocarán suiches manuales de desvío (by-pass) para todos los suiches de transferencia automática, según se indica en la [Fig. 3](#) (c). Los suiches de desvío para suiches electro-mecánicos de transferencia tendrán operación tipo apertura antes de cerrar, con un tiempo de maniobra o accionamiento máximo de 100 milisegundos.
- 20.8.9 Deberá colocarse una luz piloto blanca identificada como “fuentes sincronizadas”, adyacente al control de operación del suiche manual de desvío que sirva a cada suiche estático de transferencia. La luz estará energizada cuando las fuentes de alimentación normal y de reserva estén en sincronismo. Se colocará una placa de identificación, de acuerdo a la [Fig. 5](#), cercana al control de operación.
- 20.8.10 El sistema de CA. se conectará a tierra según se indica en la [Nota 6](#) de la [Fig. 3](#) (b).
- 20.8.11 No se colocarán tomacorrientes de uso general en la fuente de alimentación para instrumentos.

20.9 Dimensionamiento de Baterías

- 20.9.1 Las baterías se dimensionarán para 1/2 hora de operación sin cargador, a la carga de diseño, comenzando totalmente cargadas y a la temperatura ambiente de diseño especificada. (Se considera 15 minutos como suficiente, cuando se provea un generador de reserva para instrumentos).
- 20.9.2 La tensión de cada batería no excederá del 2% de la tensión del sistema.
- 20.9.3 Vida útil mínima de 15 años.
- 20.9.4 El electrólito será adecuado para clima tropical (gravedad específica de 1,170).

20.10 Alarmas

- 20.10.1 Se requerirán alarmas para las condiciones siguientes:

- a. Pérdida de corriente alterna al cargador de baterías. El dispositivo de detección estará lo más cercano posible a los rectificadores, en el circuito de alimentación.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 225

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Pérdida de corriente alterna de fuentes de alimentación de potencia en CC.
 - c. (igual que para el caso de los cargadores).
 - c. Baja tensión de la batería.
 - d. Baja tensión de salida en CA. o CC. para los estabilizadores de tensión.
 - e. Problemas en el motor del generador (baja presión de aceite lubricante, alta temperatura, etc. cuando sea aplicable); colocar una alarma retardada para prevenir una operación inconveniente durante el arranque del motor.
 - f. Generador trabajando.
 - g. Falla de arranque del generador.
 - h. Suiche de transferencia en posición “alterna” (alarma para cada suiche).
 - i. Falla a tierra en los circuitos de CC. de la batería o cargador.
 - j. Falla a tierra en la barra de las fuentes de potencia de CC.
 - k. Pérdida de sincronización de los inversores.
 - l. Falla del generador o de la barra del tablero de servicios esenciales.
 - m. Interruptor del generador de reserva o de la fuente de alimentación del tablero de servicios esenciales fuera de posición o suiche de enlace abierto.
 - n. Transferencia del tablero de servicios esenciales al generador.
 - o. Transferencia automática del tablero de servicios esenciales a la fuente normal de alimentación.
 - p. Baja tensión de salida en CC., del cargador de batería.
 - q. Alta tensión de salida en CC. del cargador de batería.
 - r. Suiche de desvío fuera de su posición normal (alarma para cada suiche).

20.10.2 Se colocará un panel local anunciador de alarmas en el cuarto de distribución de potencia a instrumentos, a fin de supervisar todas las alarmas especificadas en el párrafo 20.10.1. Se colocará una alarma sencilla en la sala de control para supervisar las condiciones de alarma mencionadas.

20.11 *Equipos*

Equipo de alimentación

- 20.11.1 Alimentación a Instrumentos de CA. Se seleccionará un único fabricante para cada fuente de alimentación de CA., quien cumplirá con lo indicado a continuación:
- a. Diseñar y construir todos los inversores y suiches de transferencia estáticos y de desvío.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 226

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

b. Suministrar los siguientes equipos y demás componentes especificados:

1. Cargador de baterías
2. Estabilizador de tensión
3. Inversores
4. Suiches de transferencia
5. Suiches de desvío.

c. Realizar los ensayos de fábrica según se indica en esta especificación.

20.11.2 Alimentación a Instrumentos en CC. Se seleccionará un único fabricante para cada fuente de alimentación de CC., quien cumplirá con lo indicado a continuación:

a. Suministrar los siguientes equipos, tanto para las fuentes de alimentación normal como de respaldo y demás componentes especificados:

1. Rectificadores y cargadores de batería.
2. Estabilizadores de tensión.
3. Diodos de bloqueo.

b. Realizar los ensayos de fábrica según se indica en esta especificación.

Selección del fabricante

20.11.3 Selección del Fabricante. Los inversores y suiches estáticos de transferencia serán suministrados por un fabricante calificado, con experiencia en la fabricación en el sitio propuesto, de un mínimo de dos (2) inversores y dos (2) suiches estáticos de la tensión y capacidad comparable, cada uno para operación continua con cargas de instrumentos de procesos. Todas las unidades habrán estado en servicio satisfactorio por un período mínimo de un (1) año.

Batería, Cargadores y Rectificadores

20.11.4 El uso de batería de ácido-plomo o níquel-cadmio es aceptable.

20.11.5 La junta de la tapa con el recipiente y los terminales de conexión serán sellados. Las tapas roscadas serán a prueba de goteo.

20.11.6 En lo posible se usarán recipientes transparentes.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 227

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

20.11.7 Se usarán cargadores automáticos. Estos cargadores serán tipo estado sólido, capaces de suministrar la tensión de salida nominal para variaciones de la tensión de entrada entre +10% y -15%, y de la frecuencia de entrada de ± 5,0%. La capacidad del rectificador será adecuada para mantener la tensión de salida dentro de los límites de tolerancia de esta carga.

20.11.8 La salida nominal del cargador será adecuada para suministrar continuamente la carga de diseño de su batería asociada de acuerdo al párrafo 20.10.1 y la carga intermitente de la batería más el mayor valor de los siguientes:

- a. Recarga de una batería descargada en 8 horas.
- b. Tasa de carga de nivelación.

20.11.9 Los cargadores para baterías serán de tensión controlado ajustable para las operaciones de recarga, nivelación y flotación.

20.11.10 Los dispositivos de medición indicarán: tensión de salida, corriente de salida y corriente de carga–descarga de la batería (escala métrica de cero central).

20.11.11 Se proveerán detectores de falla a tierra positivo y negativo para los circuitos de CC. de todas las baterías y cargadores de las fuentes de alimentación de potencia en CA.

Tales detectores se colocarán, solamente, en las fuentes de alimentación de potencia de CC., que tengan estabilizadores de tensión de un tipo tal que aíslen las fallas a tierra de la batería y del circuito en CC. del cargador, de la barra de CC.

20.11.12 Se colocarán fusibles principales en la batería.

20.11.13 Los rectificadores de las fuentes de alimentación de respaldo del sistema en CC, serán del tipo Estado Sólido, capaces de suministrar la tensión de salida nominal para variaciones de la tensión de entrada entre + 10,0% y -15,0%, y de la frecuencia de entrada de ± 5,0%. La capacidad del rectificador será adecuada para suministrar la carga de la mayor fuente de alimentación normal servida; siendo capaz de mantener, automáticamente, su tensión de salida dentro de los límites de tolerancia de esta carga.

Inversores

20.11.14 Los inversores serán del tipo estático, a menos que se especifique el uso de inversores del tipo no-estático.

Cuando no esté disponible un inversor del tipo estático que cumpla con los requerimientos especificados, podrá proponerse el uso de uno del tipo no-estático para la aprobación del ingeniero del proyecto. La capacidad de los inversores será suministrar alimentación continua de sus cargas de instrumentos, más cualquier iluminación de emergencia en C.A. y la iluminación del medidor de vidrio de la caldera, bajo su servicio.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 228

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**20.11.15 Las características de operación y aspectos de sincronización de los inversores**

- a. estáticos, serán los descritos a continuación:
- a. Las características de operación serán las abajo indicadas, para cargas de 0–100%, la gama esperada del factor de potencia, variaciones de la tensión de entrada desde el valor de descarga de la batería al valor máximo de salida del cargador y las máximas temperaturas ambientales esperadas:

Tensión —————— $\pm 2\%$, estado estable.

Frecuencia —————— ± 1 Hz cuando estén operando con la referencia interna de frecuencia.

Forma de Onda —————— Menos de 5% de la Distorsión
(Tensión de Salida) Total Armónica.

Transitorios —————— La Variación máxima de tensión después de la aplicación rápida o remoción de la carga total, no excederá los límites que pueden ser tolerados, adecuadamente, por las cargas servidas.
La recuperación al estado estable tomará menos de 200 m

- b. Sincronización automática para mantener la tensión de salida dentro de ± 5 grados de la señal externa de referencia, siempre que la estabilidad de frecuencia de referencia se mantenga entre ± 1 Hz. Luego de la falla de esta referencia, el inversor mantendrá la frecuencia, según se especifica arriba, hasta que la referencia externa regrese el inversor entonces resincroniza la automatización con la referencia externa. La rata de cambio de frecuencia durante la sincronización no será mayor de 1 Hz por segundo.
- c. La pérdida de la señal de sincronización entre el inversor y la fuente alterna de alimentación deberá:

1. No bloqueará los suiches de transferencia automáticos, actuados o accionados desde la fuente de alimentación normal a la alterna.
2. No bloqueará los suiches de transferencia automáticos, accionados desde la fuente de alimentación alterna a la normal.
3. Para suiches de transferencia de estado sólido, bloqueará manualmente los suiches de transferencia accionados a cualquiera de las fuentes de alimentación.

20.11.16 Los dispositivos de medición indicarán tensión, corriente y frecuencia.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 229

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 20.11.17 Cargas no lineales. Los inversores serán capaces de alimentar las cargas reales ~~sin exceder el valor especificado mencionado en la especificación del proveedor~~ dentro de límites que no excederán el 5% de la distorsión total de la planta. Las cargas incluyen generalmente, cargas no lineales que pueden introducir armónicos en la corriente de salida del inversor. Los inversores serán capaces de alimentar, continuamente, las cargas de la planta sin causar daños a cualquiera de sus componentes debido a estos armónicos.

Generadores

- 20.11.18 La regulación de tensión no excederá de $\pm 5\%$ bajo condiciones de carga entre 0-100%. La regulación puede ser inherente o mediante un regulador permanente. La regulación transitoria estará dentro de límites que puedan ser tolerados, adecuadamente, por las cargas servidas.

- 20.11.19 El control de excitación del sistema será sensible a cualquier tipo de corto-circuito externo, y elevará el nivel de excitación para mantener una adecuada corriente de salida del generador, para operar a tiempo los dispositivos de protección de sobrecorriente de la sección de distribución, sin exceder los tiempos tolerables de salida de operación de las cargas afectadas.

- 20.11.20 Las velocidad del gobernador para motores, cumplirán con lo siguiente:

Motores de Combustión Interna

a. Gama de velocidad ajustable	30%
b. Requisición máxima de estado estacionario	1,5%
c. Variación máxima de velocidad	$\pm 1,5\%$
d. Aumento máximo de velocidad	7%
e. Disparo por sobrevelocidad	110%

- 20.11.21 Sincronización. Las instalaciones deberán ser tales que permitan a un hombre desde una sola ubicación, realizar las operaciones necesarias de sincronización y operación de cierre del interruptor para conectar en paralelo, momentáneamente, la fuente normal de entrada con el generador y alimentar los tableros de servicios esenciales. Tal operación tiene por objeto permitir la transferencia normal desde una fuente a la otra en cualquier barra, sin causar una interrupción.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 230

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Estabilizadores de tensión de C.A.**

- 20.11.22 Los estabilizadores de tensión de C.A. serán del tipo de tensión constante (núcleo-saturado y condensador) o regulador de tensión por pasos (TCUL) o de tensión de inducción. Ellos regularán, automáticamente, la tensión de salida sin interrupciones de carga. La tensión de salida de los reguladores por pasos será continua sin interrupciones entre pasos.
- 20.11.23 Los estabilizadores de tensión constante no se usarán si cualquiera de las condiciones de los subpárrafos (a) ó (b) existen.
- a. Variaciones en: Frecuencia de entrada.
Magnitud de Carga.
Factor de Potencia de la Carga.
Que pueden causar desviaciones del tensión de salida mayores a $\pm 2\%$.
Las sensibilidades típicas de unidades no compensadas son las siguientes:
A la frecuencia de entrada: Desviación de tensión proporcional a la frecuencia.
A la aplicación de la carga nominal:
Factor de potencia 1,0: 1,3% de fluctuación con tensión. Factor de potencia 0,4: hasta 6% de fluctuación de tensión.
- b. Si la transferencia automática desde el inversor al estabilizador se realiza para fusible, excedería los tiempos tolerables de interrupción, de las cargas servidas (Las unidades de tensión constante son limitadoras de corriente inherente).
- 20.11.24 Las características de operación serán las abajo indicadas, para cargas entre 0–100% y la gama esperada de factor de potencia, variaciones de tensión de entrada entre + 10% y –15% y las máximas temperaturas ambientales esperadas:
- Tensión: $\pm 2\%$ cuando la estabilidad de la frecuencia de entrada se mantenga entre ± 1 Hz.
Forma de Onda: La distorsión total armónica menor que 5%
Transitorio: La variación máxima de tensión no excederá $\pm 10\%$ después de la aplicación rápida o la remoción de la carga total. El tiempo de recuperación a la condición de estado estacionario será menor a 1,0 segundos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 231

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Panel mímico**

- 20.11.25 Cada fuente de alimentación de potencia de instrumentos, incluyendo los suiches de transferencia, tendrá un panel frontal mímico que incorpore símbolos, suiches de operación y luces indicadoras y que muestre todos los componentes principales tales como suiches de desvío, puentes y fusibles.

Disposición física del equipo de protección

- 20.11.26 Los encerramientos que contengan los equipos de alimentación de potencia para instrumentos, se separarán en compartimientos a fin de prevenir que fallas que ocurran en una sección, se propaguen a otras secciones.

- 20.11.27 Se colocarán barreras para prevenir que los arcos eléctricos que ocurran en las barras de un compartimiento, se propaguen a otras barras en el mismo compartimiento o en otros compartimientos. El uso de barras totalmente aisladas satisface estos requerimientos.

Disposición física para mantenimiento

- 20.11.28 Los encerramientos que contengan a los equipos de alimentación de potencia para instrumentos, se separarán en compartimientos a fin de permitir el acceso para mantenimiento de secciones que estén fuera de servicio, sin causar riesgo para el personal o para la continuidad del servicio. Para fuentes de alimentación en CA, los suiches de desvío y los transformadores de reserva/estabilizadores separados de los encerramientos que contengan a los cargadores de baterías, inversores y suiches de transferencia.

- 20.11.29 Reemplazo de componentes. Los componentes del circuito de potencia serán removibles individualmente, de sus encerramientos sin necesidad de usar herramientas especiales. Los módulos de control serán del tipo enchufable para permitir el diagnóstico de problemas mediante el reemplazo de la pieza completa. El remover o reemplazar componentes en una sección no requerirá el acceso hacia otra sección.

- 20.11.30 Las regletas terminales cumplirán con todos los requerimientos siguientes:

- a. Las regletas serán del tipo barrera con terminales de tornillo para uso con conectores tipo pala o anillo. No es aceptable el uso de regletas terminales de desconexión rápida.
- b. Los terminales de aquellos circuitos que salgan fuera de los encerramientos de los equipos considerados, se identificarán claramente con marcadores permanentes colocados de tal manera que estos circuitos puedan identificarse rápidamente.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 232

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. No se permitirá el uso de regletas terminales comunes. Ej: Cada sección de ~~equipo tendrá sus propias regletas dispuestas de forma tal que puedan desenergizarse todos los terminales durante las operaciones de mantenimiento.~~

20.11.31 Pruebas y calibración. Será posible la realización de pruebas y el ajuste o calibración de los componentes principales o los circuitos, sin desconectarlos o removerlos del gabinete donde están instalados y utilizando solamente un multímetro normal y un osciloscopio.

20.12 Alimentación a Cargas No Clasificadas

- 20.12.1 Las cargas no clasificadas pueden ser alimentadas radialmente, sin utilizar ni fuente de alimentación de reserva ni batería de respaldo.
- 20.12.2 En caso de que la estabilidad de la fuente principal de alimentación de potencia sea inadecuada para las cargas consideradas, la alimentación radial incluirá estabilización de tensión o frecuencia, o ambas.

20.13 Instalación

- 20.13.1 Ventilación. Se tomarán las precauciones necesarias para proveer suficiente ventilación y difusión de los gases provenientes de baterías con el objeto de evitar la acumulación de mezclas explosivas dentro del cuarto.
- 20.13.2 Enfriamiento. Los cuartos donde se ubiquen los componentes de la fuente de alimentación de potencia para instrumentos, tendrán enfriamiento para mantener la temperatura del cuarto dentro de los límites especificados por el fabricante para las condiciones de carga máxima. El cálculo del enfriamiento artificial considerará las pérdidas de calor correspondientes a todos los componentes del sistema.

20.14 Pruebas

Véase Especificación Técnica de PDVSA.

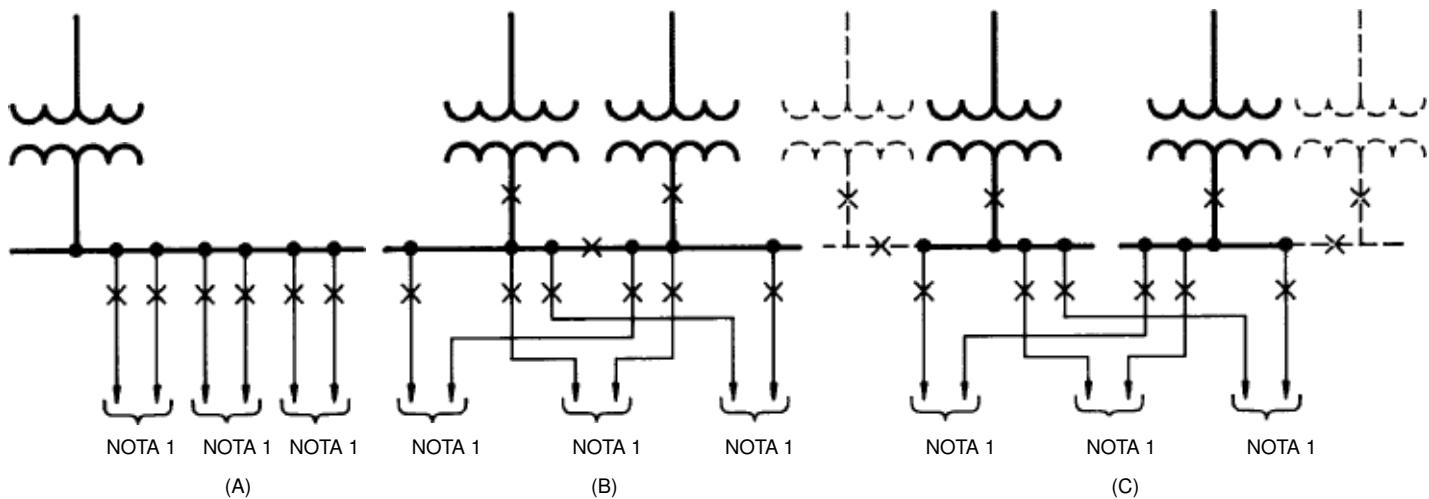
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 233

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 1. FUENTES DE POTENCIA**

- (A) CUANDO EL GENERADOR DE RESERVA NO ES REQUERIDO Y EL SUMINISTRO DE CONTROL ES PARA INSTRUMENTACION DE UNIDADES CONECTADAS A UNA SUBESTACION RADIAL.
- (B) IGUAL QUE (A) PERO LAS UNIDADES SON CONECTADAS A UNA SUBESTACION TIPO SPOT NETWORK O SECUNDARIO SELECTIVO.
- (C) IGUAL QUE (A) PERO LAS UNIDADES SON CONECTADAS A DOS O MAS SUBESTACIONES.
- (D) CUANDO EL GENERADOR DE RESERVA ES REQUERIDO. LA ALIMENTACION NORMAL A INSTRUMENTOS SE TOMARA DE BARRAS SEPARADAS CUANDO EL SUMINISTRO ES PARA UNIDADES CONECTADAS A SUBESTACIONES TIPO SPOT NETWORK O SECUNDARIO SELECTIVO.

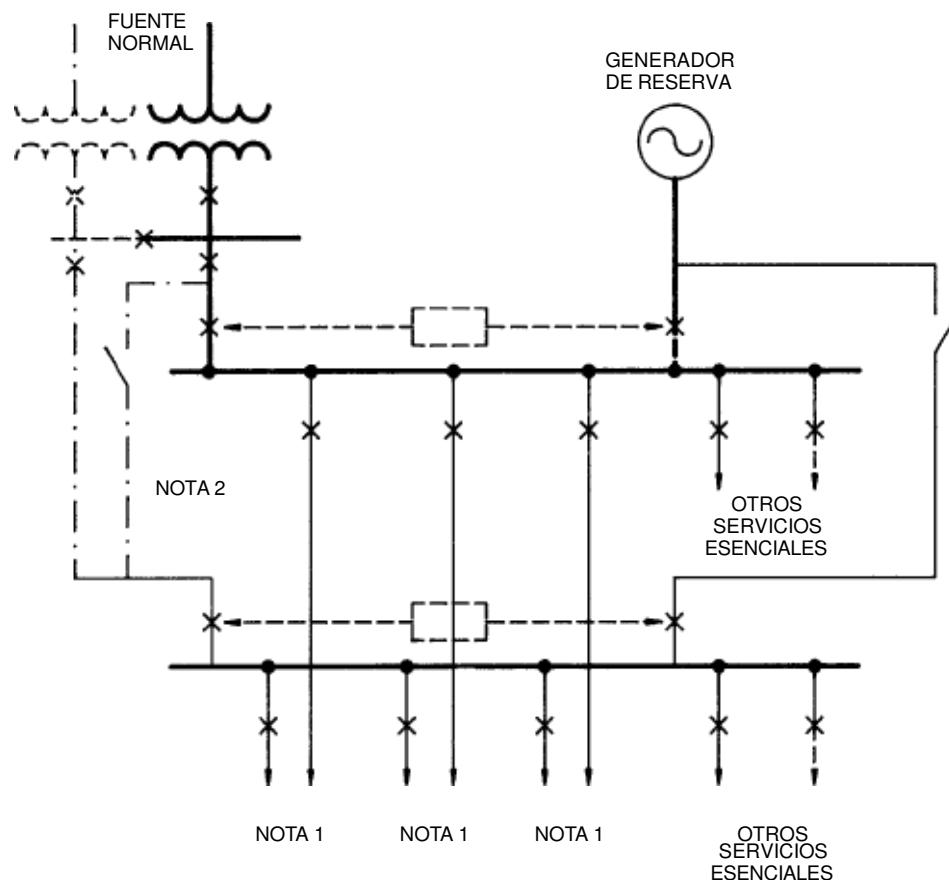
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 234

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 1. (CONTINUACION)****NOTAS:**

(D)

- (1) A LA SECCION DE ESTABILIZACION DE LA [FIG. 3](#).
- (2) EL SUICHE Y EL CABLE DE ENLACE ENTRE BARRAS SE USA SOLAMENTE CUANDO EL SUMINISTRO NORMAL DE UN SOLO ALIMENTADOR DESDE UNA SUBESTACION RADIAL.
- (3) EL TABLERO DE SERVICIOS ESENCIALES CON TRANSFERENCIA AUTOMATICA SERA DE ACUERDO A LA [FIG. 2](#).

SIMBOLOS:

INTERRUPTOR



SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA



GENERADOR



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

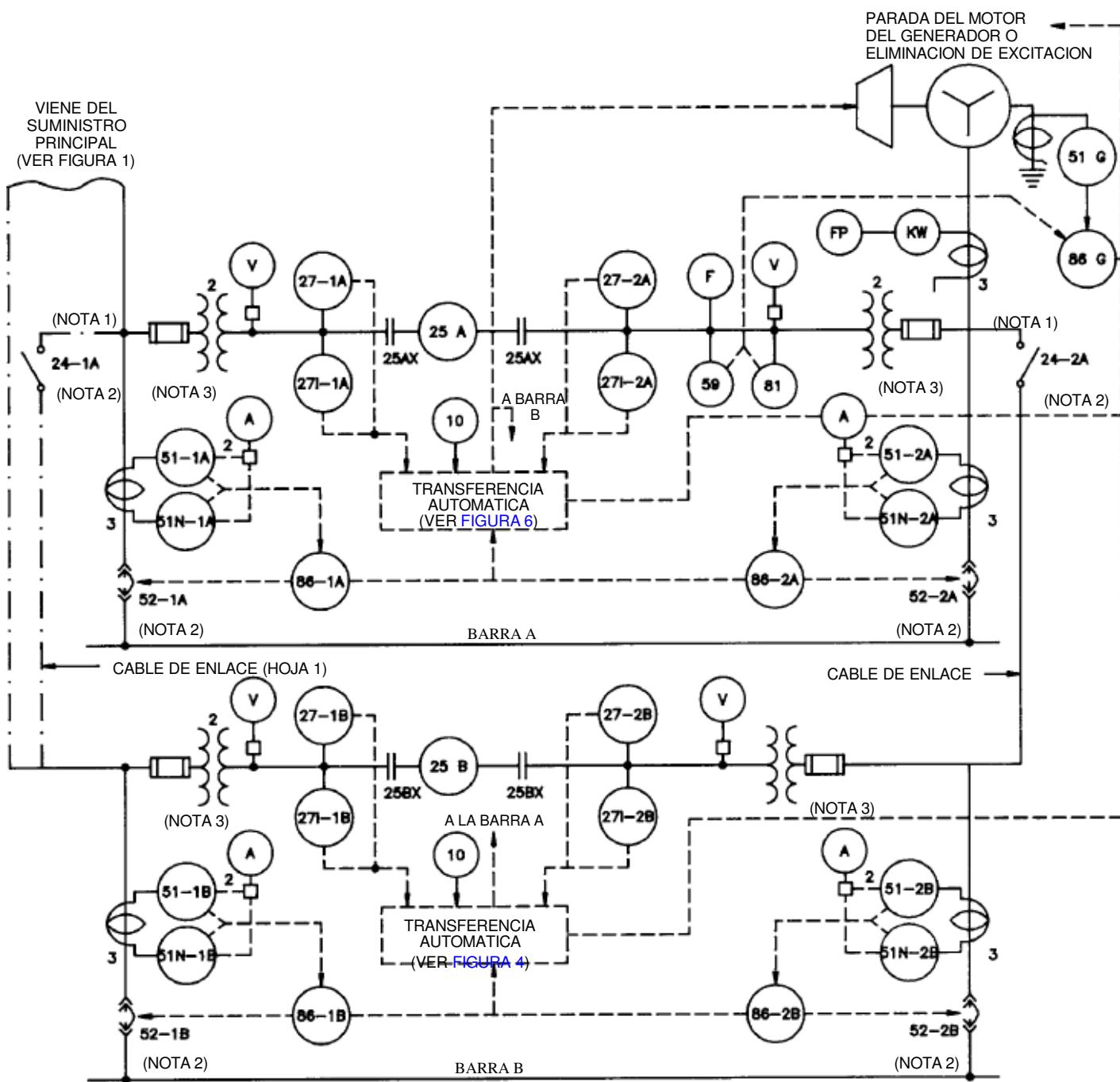
OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 235

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 2. SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA / TABLERO****SERVICIOS ESENCIALES**

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 236

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**DISPOSITIVO No.****FUNCION**

10	Suiche selector de disparo.
24	Suiche interruptor de carga.
25	Relé de sincronización.
25x	Relé auxiliar.
27	Relé de tiempo de baja tensión.
27I	Relé instantáneo de baja tensión.
51	Relé de sobrecorriente temporizado (Puede ser de característica inversa para el 51-1, pero debe ser de tiempo-independiente para el 51-2).
52	Interruptor de aire, extraíble
59	Relé de sobretensión.
81	Relé de baja frecuencia.
86	Relé de bloqueo con reposición manual.

SIMBOLOS

V	Voltímetro.
A	Amperímetro.
PF	Medidor de Factor de Potencia.
kW	Medidor de Kilovatios.
F	Medidor de Frecuencia.
VS	Suiche Selector de Voltímetro.
AS	Suiche Selector de Amperímetro.

NOTAS PARA LA FIGURA 2

1. El cable de enlace y el suiche entre barras se usarán solamente cuando un alimentador de la fuente principal alimenta a las barras A y B.
2. En operación normal, los interruptores 52-1 y los suiches 24 estarán cerrados con el interruptor 52-2 abierto.
3. Los TP'S pueden ser operados si las clasificaciones de los dispositivos son compatibles con la tensión de la barra.
4. El subíndice numérico indica el número del dispositivo.
5. Los relés 27 y 27 I (cuando sean monofásicos) estarán conectados línea-a-línea a través de las mismas dos (2) líneas.
6. Los medidores serán del tipo indicativo.

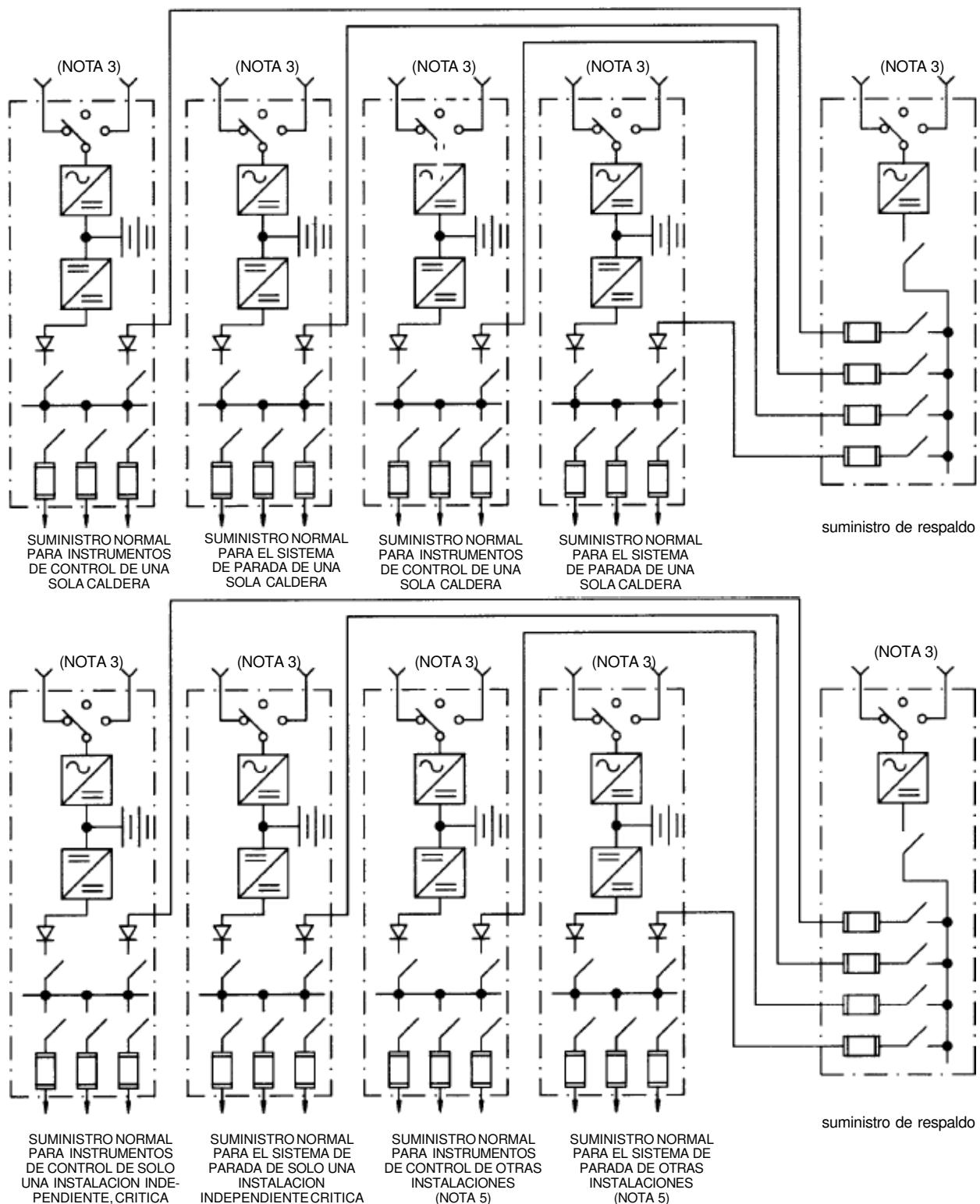
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 237

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)**Fig 3. SECCIONES DE ESTABILIZACION Y DISTRIBUCION**



PDVSA

ESPECIFICACION DE INGENIERIA

OBRAS ELECTRICAS

PDVSA N-201

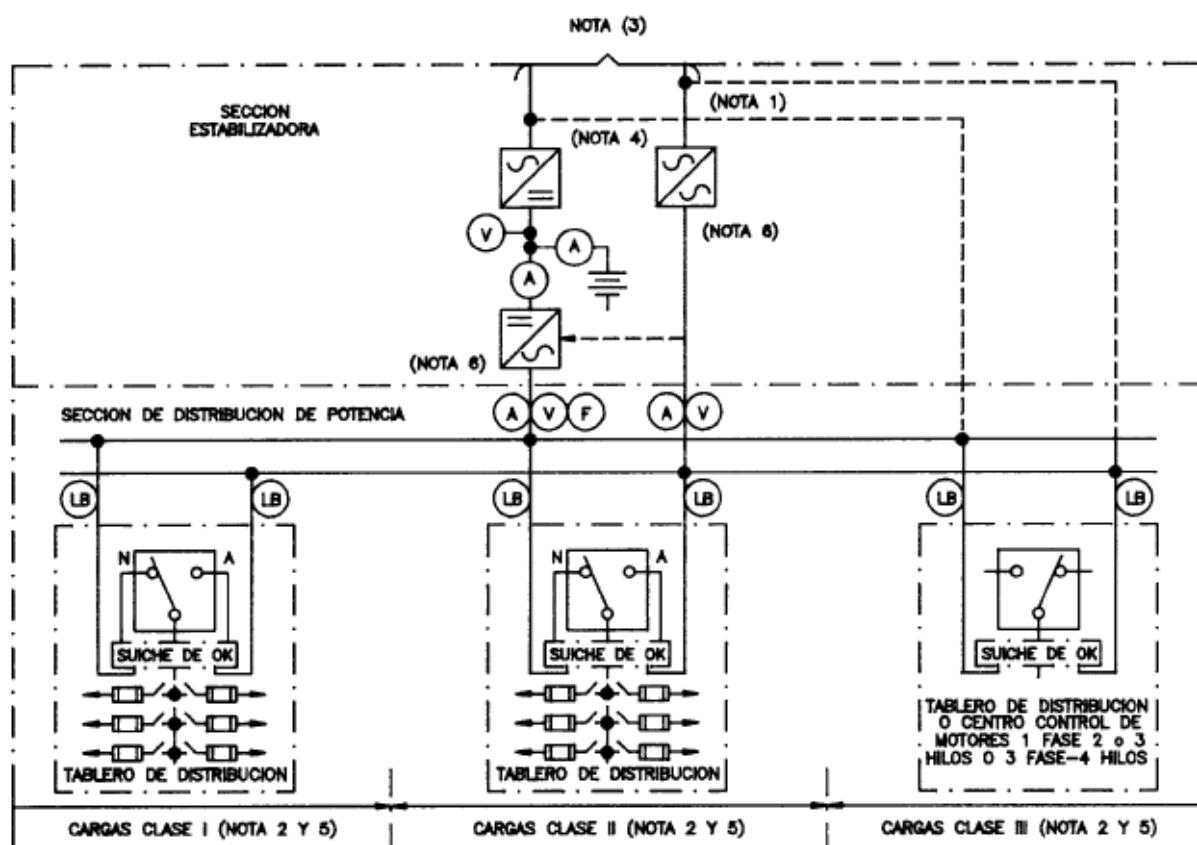
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 238

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#)[Indice norma](#)

Fig 3. (CONTINUACION)

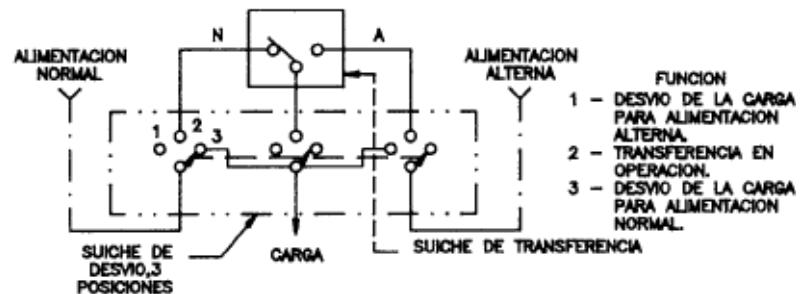


(B) PARA CARGAS EN C.A.

	CARGADOR DE BATERIA
	INVERSOR
	ESTABILIZADOR DE TENSION C.A.
	ESTABILIZADOR DE TENSION C.C.
	SUICHE DE TRANSFERENCIA E - ELECTROMECANICA S - ESTADO SOLIDO N - ALIMENTACION NORMAL A - ALIMENTACION ALTERNA
	BATERIA
	SUICHE CON FUSIBLE
	SELECTOR MANUAL
	LUZ PILOTO BLANCA

NOTAS :

- 1 - CONEXION ALTERNA PARA CARGAS CLASE III SI ESTAS SON COMPATIBLES CON LA TENSION DE ALIMENTACION PRINCIPAL Y FLUCTUACIONES DE FRECUENCIA.
- 2 - ELIMINAR SI NO ES REQUERIDO
- 3 - VIENE DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL DE LA FIGURA 1.
- 4 - CONEXION ALTERNA PARA CARGAS CLASE III SI EL GENERADOR AUXILIAR ES INCLUIDO EN LA SECCION DE POTENCIA Y LAS CARGAS SON COMPATIBLES CON LA TENSION DE ALIMENTACION PRINCIPAL Y FLUCTUACIONES DE FRECUENCIA.
- 5 - SUMINISTRAR CIRCUITOS DE ALIMENTACION SEPARADOS DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION PARA CADA INSTALACION.
- 6 - CONECTAR SOLIDAMENTE A TIERRA EL NEUTRO DEL SISTEMA C.A. A LA SALIDA DEL INVERSOR Y EL ESTABILIZADOR.



(C) DETALLES DE SUICHE DE DESVIO

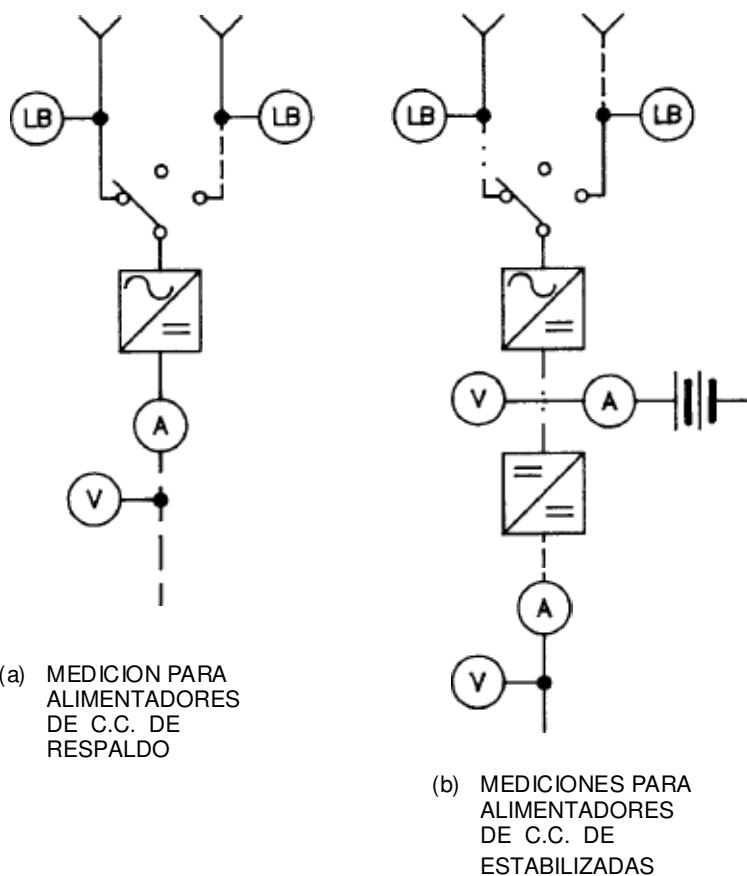
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 239

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 4. MEDICIONES PARA C.C.****Fig 5. PLACA EN EL SUICHE DE DESVIO (1)****ADVERTENCIA**

NO DESVIAR A LA OTRA FUENTE EN EL MOMENTO EN QUE LA LUZ DE SINCRONIZACION DEL INVERSOR ESTE APAGADA.

NOTA: (1) GRABAR EN LETRAS BLANCAS SOBRE FONDO ROJO

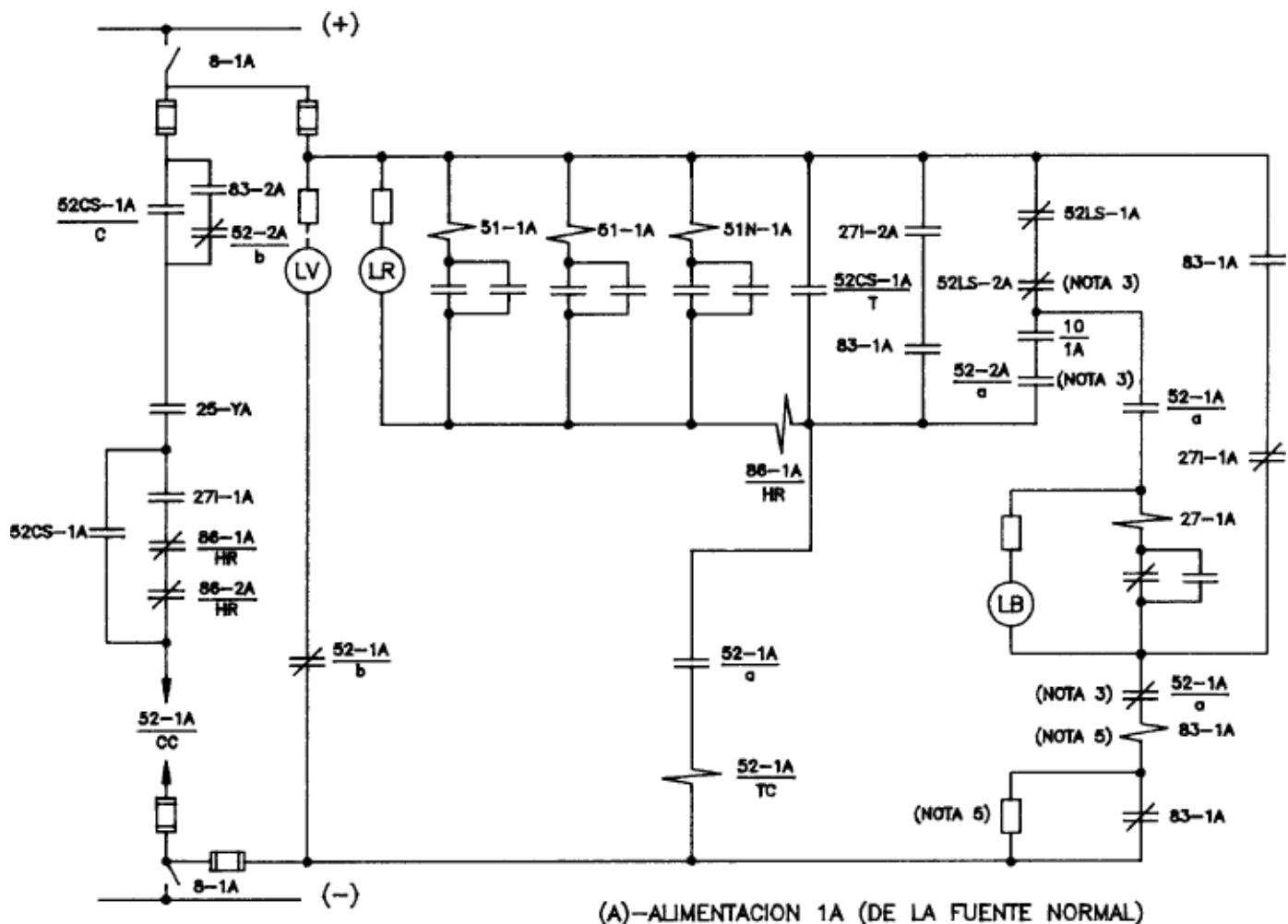
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 240

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. TRANSFERENCIA AUTOMATICA Y PROTECCION****TABLERO DE SERVICIOS ESENCIALES**

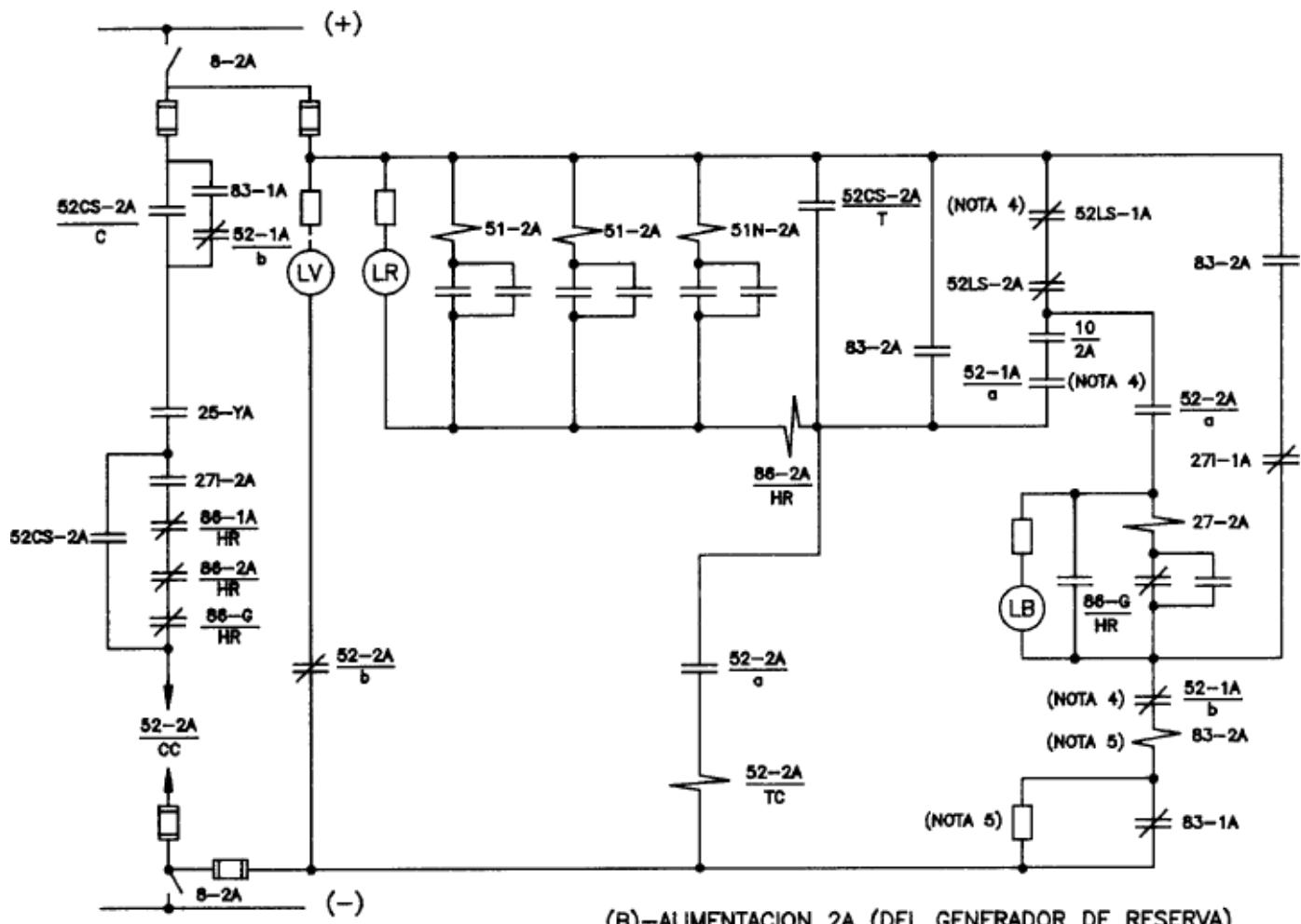
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 241

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. (CONTINUACION)**

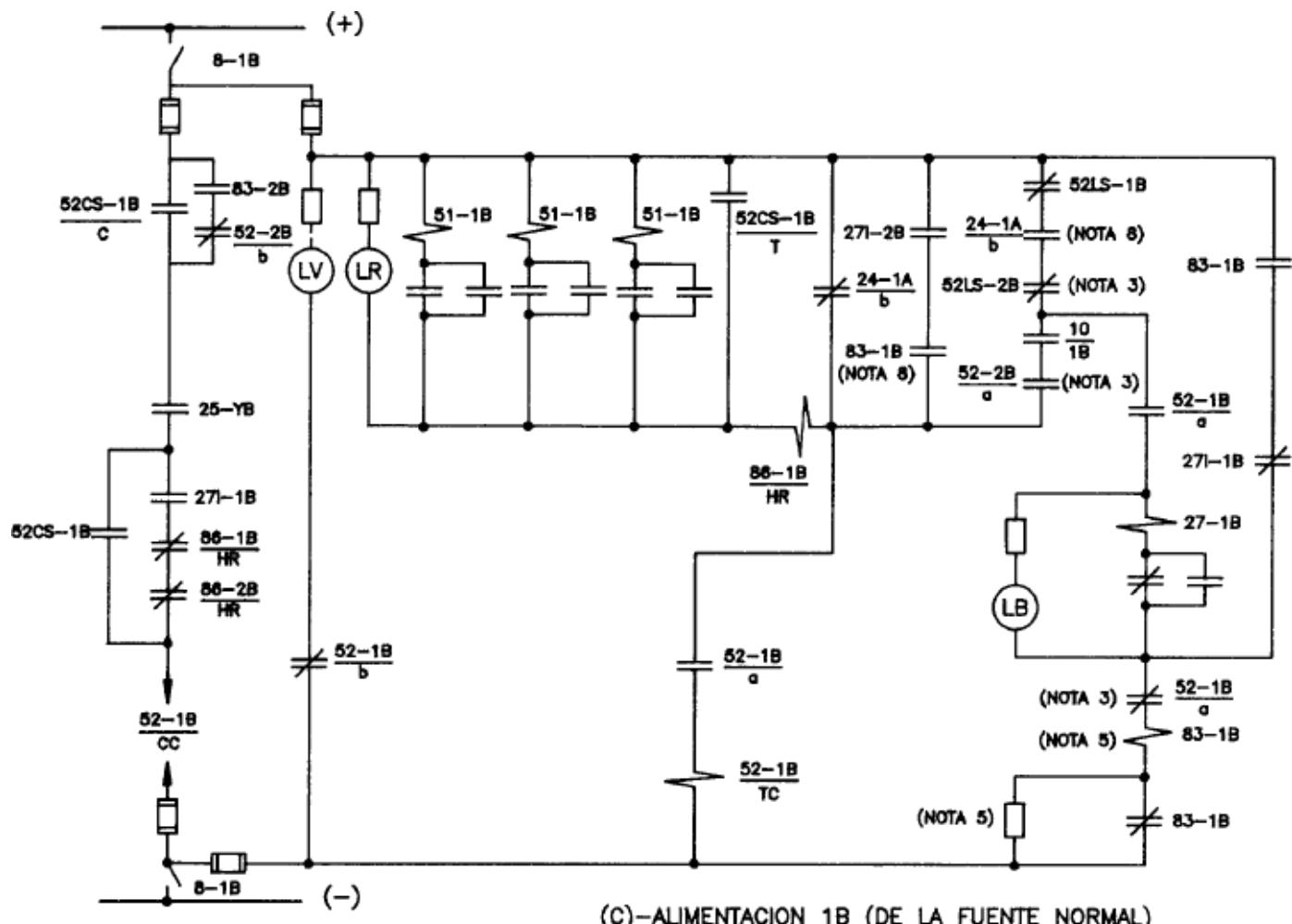
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 242

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. (CONTINUACION)**

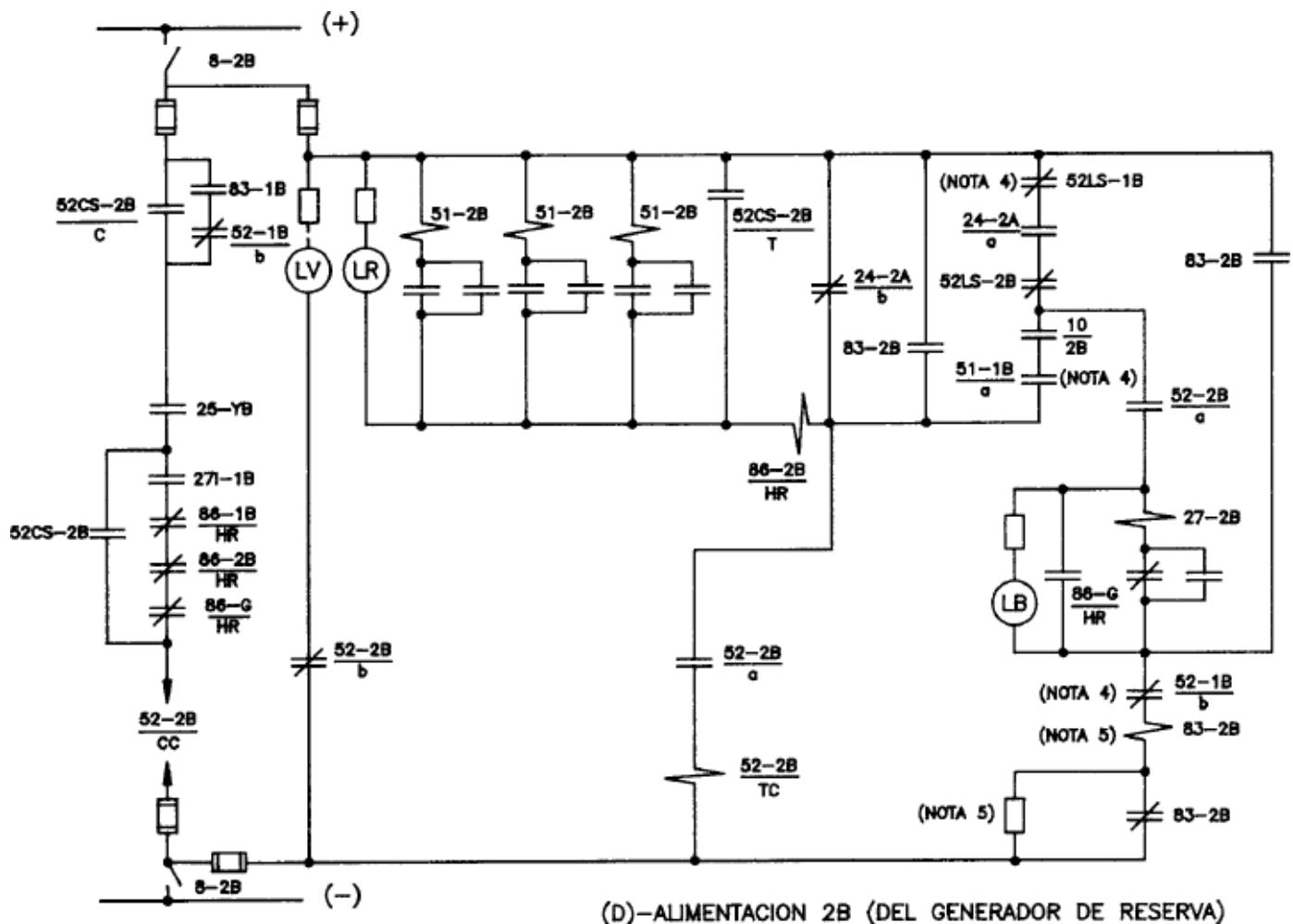
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 243

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. (CONTINUACION)**

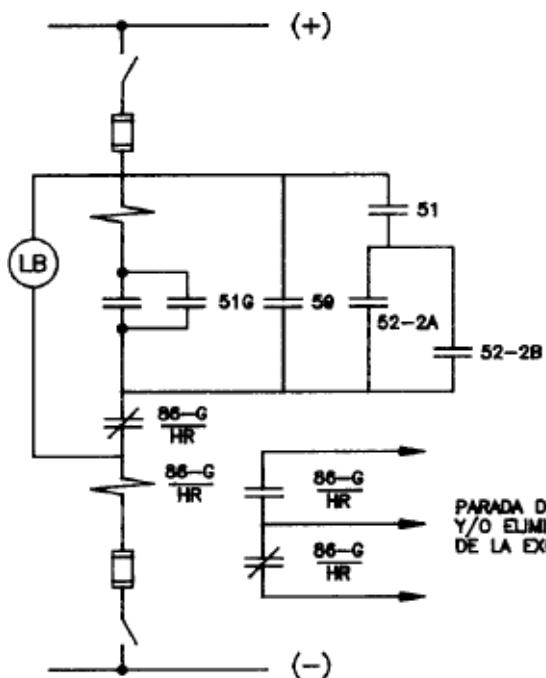
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

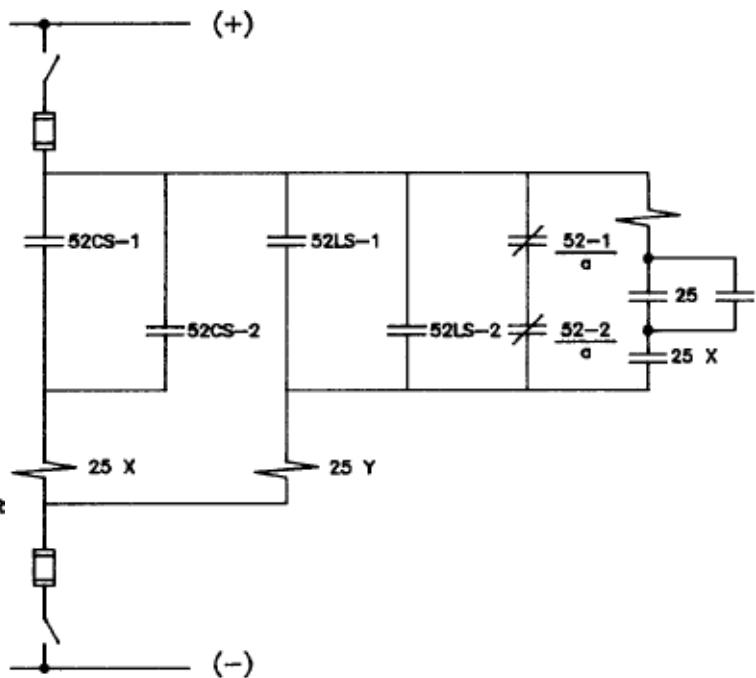
REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 244

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. (CONTINUACION)**

(E) - PROTECCION DEL GENERADOR



(G) CIRCUITO SINCRONIZADOR (NOTA 9)

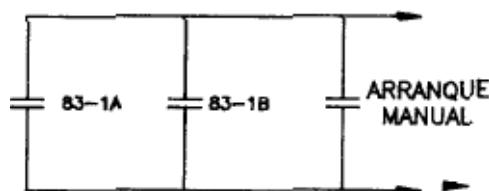
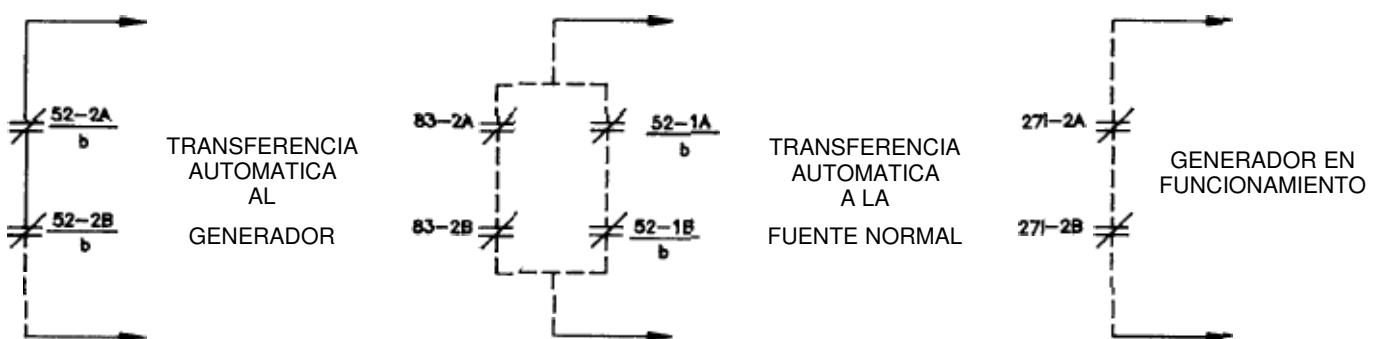
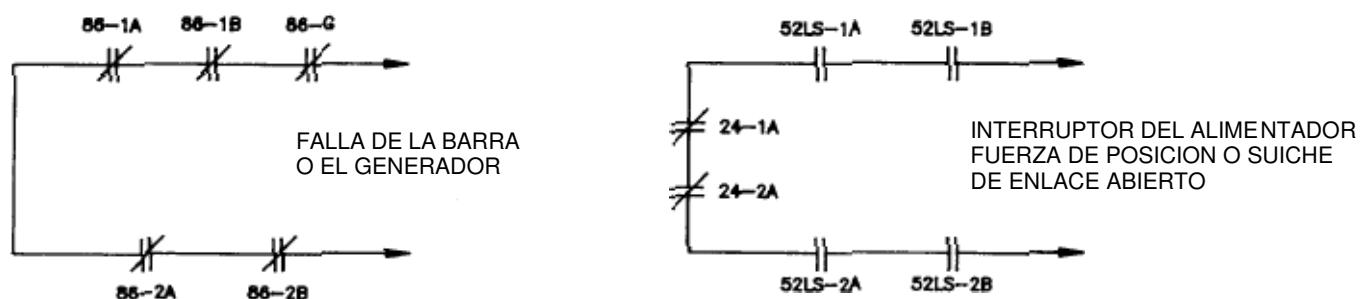
**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 245

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 6. (CONTINUACION)****(F) – CIRCUITO DE ARRANQUE DEL GENERADOR****(H) – CIRCUITOS DE ALARMA**

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 246

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**NOTAS PARA LA FIGURA 6**

1. Los símbolos de los dispositivos están acorde con la norma ANSI, estándar Y32.2.
2. LS es el suiche límite de celda y es accionado cuando se retire el interruptor. El contacto mostrado corresponde al interruptor en posición de operación.
3. (*) Eliminar los contactos 52LS-2 si los contactos 52-2/a y 52-5/b están montados en elementos removibles del interruptor y están desconectados cuando los interruptores 52-2 estén en posición de "prueba" o hayan sido extraídos.
4. (*) Eliminar los contactos 52LS-1 si los contactos 52-1/a están montados en elementos removibles del interruptor y están desconectados cuando los interruptores 52-1 estén en posición de "prueba" o hayan sido extraídos.
5. Bobina de tensión reducida. Dimensionar la resistencia para limitar la corriente que pasa a través de la bobina del relé al valor de operación de la bobina.
6. Se colocarán luces piloto para las bobinas de disparo de cada interruptor y para las bobinas de cada relé 86.
7. Suiche selector de disparo 10, (se requieren dos (2) suiches: uno para la barra A y uno para la barra B) de 2-posiciones, retorno sin resorte. Marcar un suiche como SUICHE DISPARO 1A-DISPARO 2A. Marcar el otro suiche como DISPARO 1B DISPARO 2B. Los contactos estarán cerrados según lo indica los subíndices 1A (1B) y 2A(2).
8. Si se usa el suiche 24-1A.
9. Se requieren dos (2) circuitos, uno para la barra A y otro para la barra B.
10. La luz piloto supervisoria deberá indicar la condición de transferencia automática lista.

(*)

Los contactos "a" de los "suiches estacionarios", como los usados en Tableros de Potencia GE Tipo AM, no se consideran desconectados cuando el interruptor esté en posición de "prueba", dado que un puente está o puede ser suministrado para operar el suiche con el interruptor en posición de "prueba": Los contactos LS no se omitirán en este caso.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 247

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Fig 7. PLACAS DE IDENTIFICACION PARA EL TABLERO****DE SERVICIOS ESENCIALES (1)****INSTRUCCIONES PARA HACER LA TRANSFERENCIA**

1. Para sacar de servicio a la línea de entrada 1A (1B): Arrancar manualmente el generador, luego girar el selector de disparo a disparo 1A (1B). Sincronizar el generador con la línea y entonces cerrar el interruptor 2A (2B) del generador. El interruptor de entrada 1A (1B) se dispara.
2. Para retornar a la condición de operación normal o luego una transferencia automática al generador: Girar el selector de disparo a disparo 2A (2B). Sincronizar el generador con la línea y entonces cerrar el interruptor de entrada 1A (1B). El interruptor del generador 2A (2B) se disparará.

(3)

**TRANSFERENCIA
AUTOMATICA LISTA****NOTAS:**

1. Altura de letras: 6 mm (1/4 pulg.)
2. Colocar dos placas de identificación, una para la barra A y otra para la barra B.
3. Ubicar las placas en un sitio adyacente a las luces piloto que supervisan al circuito de relés de transferencia (Nota 10).

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 248

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

21 EDIFICIO PARA LA SUBESTACION ELECTRICA

21.1 Contenido

Documentación

Definiciones

Diseño para Interior y con Pasillo

Diseño Normalizado para Exterior

Entradas de Cables y Tuberías

Puertas

Dispositivos de Izamiento

Ubicación de Baterías de control para el Tablero de Potencia

Patio de Transformadores

Separaciones Mínimas

Zanjas, Bovedas y Sótanos

Vapor

Tomacorrientes Resistencia a Explosiones

21.2 Documentación

Se prepararán los planos de disposición de equipos de las subestaciones eléctricas interiores y de la principal exterior, indicando la ubicación de todos los equipos y se dimensionarán de manera que muestren las separaciones entre los mismos y los pasillos.

21.3 Definiciones

- 21.3.1 Se define una subestación como el conjunto ensamblado de tableros de potencia blindados metálicos o de centros de control, los cuales son alimentados por transformadores adyacentes o por un cable alimentador.
- 21.3.2 Una subestación tipo interior es definida como el conjunto de equipos metálicos blindados para uso interior, ubicados dentro de una edificación construida en sitio.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 249

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

21.3.3 Una subestación exterior es definida como aquella que consiste de cualquiera de los siguientes elementos:

- a. Equipos metálicos blindados protegidos por un encerramiento a prueba de intemperie (construcción normal para exteriores).
- b. Equipos metálicos blindados ubicados dentro de un encerramiento ensamblado en fábrica (construcción exterior con pasillo). Se define como subestación principal a una subestación o patio de transferencia que alimenta todo o gran parte de la potencia de la subestación individual, que a su vez suministra energía eléctrica a las instalaciones internas y externas de una planta.

21.3.4 Una instalación crítica es definida como la instalación que contribuye o es necesaria para la producción u operación de un mínimo de 20% de las instalaciones de una planta o complejo industrial. Estas instalaciones pueden ser unidades de procesos, muelles de carga y descarga, servicios y demás elementos principales de una planta. En ciertos casos, algunas instalaciones que no cumplen con el requerimiento anterior, pueden designarse como críticas por razones comerciales.

21.3.5 Instalaciones Independientes. Se define a una instalación como independiente de otra, en caso de que la primera de ellas pueda operar o funcionar sin la segunda.

21.4 Diseño para Interior y con Pasillo

21.4.1 El diseño de pasillo común de operación es preferido para tableros de potencia, centros de control y centros de potencia alternos. Cuando se use este esquema de ubicación de equipos, los lados de operación de los diferentes equipos en cada lado del pasillo de operación, estarán preferiblemente alineados. La separación o espacio libre frontal y posterior deberán aumentarse donde se requiera, a fin de permitir este arreglo.

21.4.2 Para el caso de subestaciones externas con pasillo, se considera aceptable la distribución normalizada de equipos del fabricante.

21.4.3 Se requiere que el piso tenga acabado liso. Aquellos equipos que tengan componentes removibles que puedan extraerse rodando sobre el piso de la edificación, se instalarán nivelados con respecto al piso acabado, a fin de que puedan extraerse o introducirse, mediante rodamiento dentro de sus compartimientos. Los pisos con acabado de concreto se pintarán.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 250

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 21.4.4 Se diseñará un sistema de detección y alarma de humo con detectores tipo ionización, como se indica a continuación:
- a. Ubicación: Se colocará un detector de humo en cada ambiente dentro del edificio de la subestación y dentro de las subestaciones de diseño con pasillo. La cantidad y ubicación final de los detectores de humo será revisada y aprobada por el ingeniero del proyecto.
 - b. Instalación. Los detectores de humo enviarán señales de alarma individualmente a un panel ubicado en la sala de control principal. Cada alarma se identificará con la ubicación del detector de humo correspondiente. Las alarmas serán visibles y audibles.

21.5 Diseño Normalizado para Exterior

- 21.5.1 La construcción normalizada para uso exterior se limitará a subestaciones para nivel 0,0.
- 21.5.2 Se construirá una plataforma de concreto en la parte frontal del tablero de potencia que tenga elementos extraíbles por rodamiento. El ancho de la plataforma deberá sobresalir un mínimo de 1,8 m. (72 pulg.) del equipo, y su altura con relación al mismo, permitirá la extracción de sus elementos mediante el uso del carrito suministrado por el fabricante.
- 21.5.3 A objeto de prevenir corrosión y limitar la temperatura ambiental interna, se incluirán instalaciones de ventilación, protección contra humedad y aislamiento térmico.

21.6 Entradas de Cables y Tuberías

- 21.6.1 Las tuberías enterradas penetrarán a las subestaciones elevadas a nivel de 0,0, a través de las fundaciones y el piso de la edificación.
- 21.6.2 Las entradas de cables a través de las paredes de la subestación, que provengan de sistemas de soportes continuos de cables rígidos, se sellarán a fin de evitar la entrada de polvo, humedad, insectos o lluvia.
- 21.6.3 Se dejarán previsiones de tuberías de reserva en subestaciones, en los casos siguientes:
 - a. Cuando se especifica piso adicional para equipos futuros, o
 - b. Cuando se prevé espacios de reserva (equipada o no equipada) en el equipo.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 251

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

21.6.4 La tubería de reserva cumplirá con lo indicado a continuación:

- a. Se extenderá enterrada fuera del área de la sub-estación por una distancia mínima de 1,5 m. (5 pies). Esta tubería se taponará.
- b. Dentro del área de la subestación, la tubería de reserva que termine fuera de los encerramientos de equipos, quedarán a ras de piso y se sellarán con tapones embutidos.
- c. Cuando terminen dentro del encerramiento del equipo, también se sellarán.

21.6.5 Como mínimo, se preverá los siguientes espacios futuros de reserva para los tableros de potencia y centros de control de motores.

- a. En 13,8 y 6,9 kV Un (1) espacio de reserva en piso a cada extremo del tablero.
- b. En 4,16 y 2,3 kV un espacio de reserva en piso a cada extremo del tablero si los motores se alimentan del tablero. Cuatro (4) espacios de reserva para arrancadores de motores (Ej.: Dos (2) secciones verticales con dos (2) arrancadores por sección) ubicados uno (1) en cada extremo del alineamiento.
- c. En 480 V
 - Una (1) reserva en piso y en cubículo para el tablero de potencia.
 - 10% de espacio futuro para arrancadores y 10% de espacio futuro para cada centro de control de motores.
 - Una (1) sección de reserva en piso por cada centro de potencia alterno.

21.7 Puertas

Subestaciones para Uso Interior

- 21.7.1 Se colocará un mínimo de una (1) puerta sencilla y una (1) doble, que abran hacia afuera, en extremos opuestos de la subestación.
- 21.7.2 Las puertas serán de acero, de paneles sólidos superior e inferior, ancho mínimo de 900 mm (36 pulg.) y provistas de cerraduras antipánico. Tanto las puertas como sus marcos se protegerán contra gases corrosivos como H₂S, SO₂ y NH₃ presentes en la atmósfera.

La puerta doble se dimensionará para permitir el paso de la unidad más grande de cualquiera de los equipos, tales como un cubículo del tablero de potencia. A fin de cumplir con este requisito, se acepta la colocación de un panel de acero desmontable, encima de la puerta doble.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 252

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Subestaciones con Pasillo para Uso Exterior.**

- 21.7.3 Estas subestaciones tendrán dos (2) puertas que abran hacia afuera, localizadas en los extremos opuestos. Las puertas deberán equiparse con cerraduras antipánico.

21.8 Dispositivos de Izamiento

- 21.8.1 En caso que los interruptores o arrancadores no estén diseñados para ser extraídos por rodamiento a nivel de piso en un plano horizontal, se requiere colocar instalaciones permanentes de manejo en subestaciones para uso interior y exterior con pasillo para soportar y transportar:
- a. Interruptores en tableros de potencia de baja y media tensión.
 - b. Arrancadores en centros de control de media tensión.
- 21.8.2 Se consideran aceptables las siguientes facilidades y dispositivos de izamiento:
- a. Tipo Piso.— Una unidad móvil con ruedas de caucho, la cual soportará los interruptores y arrancadores durante las operaciones de remoción y reinstalación en los tableros de potencia o centros de control, y que sea capaz de transportar los equipos hasta las puertas de acceso del edificio.
 - b. Grúa monoriel.— La disposición de esta instalación permitirá el transporte del equipo a lo largo del pasillo. La viga se extenderá desde el frente del tablero de potencia o centro de control, hasta la puerta doble de la subestación.
 - c. Facilidades inherentes.— Dispositivo de izamiento, suministrado por el proveedor del equipo, e instalado encima del tablero o del centro de control y que puede moverse a lo largo del conjunto. Esta facilidad permitirá el izamiento de los dispositivos de control, desde el piso o desde su posición extraída. Una carreta con ruedas de caucho serán suministradas para transportar los interruptores y arrancadores a la puerta de acceso de la subestación.
- 21.8.3 Se suministrarán los accesorios necesarios tales como: barras espaciadoras, cadenas y similares para el izamiento adecuado de los equipos.

21.9 Ubicación de la Batería para el Control del Tablero de Potencia

Estará conforme a lo indicado en la Especificación de Ingeniería PDVSA-N-242.

21.10 Patios de Transformadores

Estará conforme a lo indicado en la Especificación de Ingeniería PDVSA-N-242.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 253

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**21.11 Separaciones Mínimas**

- 21.11.1 Las separaciones especificadas representan distancias mínimas a la obstrucción más cercana y se aumentará según se necesite para cumplir con los requerimientos del fabricante.
- 21.11.2 Las separaciones del transformador serán medidas desde la parte protuberante ó más saliente del transformados tal como la caja de conexiones del primario o radiadores. La cerca del patio y la acera se consideran obstrucciones a los fines de la aplicación de las separaciones.
- 21.11.3 Las separaciones para los tableros de potencia y centros de control se medirán desde la parte protuberante más saliente, tal como las asas de manejo de puertas o estructuras adicionales.
- 21.11.4 Se considera aceptable, solapado de separaciones como en el caso de pasillos entre tableros de potencia o transformadores adyacentes.
- 21.11.5 Las separaciones mínimas requeridas son las siguientes:

INSTALACION	SEPARACIONES MINIMAS	
	Pulg.	mm.
<u>Subestaciones de Uso Interior</u>		
– Vertical, desde el equipo al techo o a la parte inferior de la viga de techo.	18	450
– Tablero de potencia, frente al lado de operación	60	1500
– Tablero de potencia, desde cada extremo o lado de no operación.	30	750
– Centros de control, frente al lado de operación.	40	1000
– Centros de control, parte posterior (si no está instalado contra la pared o contra otro equipo similar) Nota 1.	30	750
– Centros de control, desde cada extremo (para equipos instalados individualmente) Nota 1	30	750
– Centros de control, desde un extremo (cuando dos equipos estén instalados extremo con extremo) Nota 1	30	750
<u>Subestaciones de Uso Exterior</u>		
– Alrededor de los encerramientos, excepto lo indicado en los párrafos 21.5.2 y 21.11.4	30	750

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 254

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**Patios de Transformadores**

- Transformador, desde el lado de A.T. 48 1200
– Alrededor de los otros lados del 36 900 transformador, excepto lo indicado en el párrafo 21.11.4
- Resistencias de Puesta a Tierra, por lo 36 900 menos en un mínimo de 3 lados.

NOTA: (1) Los centros de control incluyen los centros potencia del tipo centro de control.

21.12 Vapor

21.12.1 No se colocará dentro de los edificios o encerramientos de subestaciones eléctricas, ni en la parte superior de los edificios o encerramientos de subestaciones

21.13 Tomacorrientes

21.13.1 La cantidad mínima de tomacorrientes a instalar, será la indicada a continuación:

- a. Dos (2) trifásicos, 4 polos, para ventiladores portátiles. Estos se instalarán adyacentes y entre cada par de transformadores. En caso de que los transformadores sean de enfriamiento con aire forzado (FA), instalados permanentemente, durante la instalación inicial del equipo no se requerirán los tomacorrientes.
- b. ~~Al menos a una subestación, ubicados adyacentes al transformador que~~
- c. Dos (2) monofásicos tres polos de uso general tipo intemperie a instalarse en el patio de transformadores.
- d. Tres (3) monofásicos, 4 polos de uso general dentro del edificio de la subestación, uno en cada pared o dentro del encerramiento de subestaciones de uso exterior.

21.13.2 Ampliación de plantas existentes. Cuando se instalan nuevos tomacorrientes dentro de plantas existentes, estos aceptarán los tipos de enchufes en uso en dicha planta. Los detalles de estos enchufes serán obtenidos por el ingeniero del proyecto.

21.14 Resistencia a Explosiones:

21.14.1 En los casos en que usen edificaciones a prueba de explosión para colocar los tableros de potencia de uso interior y los transformadores a la intemperie, se cumplirá lo siguiente:

- a. Las fundaciones y soportes del transformador se diseñarán para prevenir el volcamiento o deslizamiento del mismo causado por una presión de 2000 kg/m² (3 psi) aplicada, horizontalmente, en cualquier dirección.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 255

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Las barras en caso de usarse, serán totalmente aisladas.
 - c. El suiche del primario y las cajas terminales se diseñarán para soportar una presión de 2000 kg/m² (3 psi) aplicada, horizontalmente, en cualquier dirección.
 - d. Los patios de transformadores se ubicarán a un lado del edificio de la subestación, opuesto a la fuente de explosión más cercana, siempre que la disposición o arreglo de equipos permita proteger a los transformadores y equipos asociados contra daños causados por residuos o partes de la explosión.
- 21.14.2 Las entradas de cables en el piso de edificios para subestaciones elevadas y a prueba de explosión, cumplirán con las condiciones siguientes:
- a. La holgura mínima alrededor de los cables se debe mantener en el mínimo. Los materiales usados para el sello de los cables en el punto de penetración al piso, se reforzarán mediante un anillo colocado debajo del piso o se asegurarán mediante otros medios que eviten la entrada del material dentro del edificio cuando aumenta la presión causada por la explosión.
 - b. Los orificios no utilizados, se taparán por debajo del piso, utilizando láminas removibles de acero.

22 CALEFACCION CON CINTAS ELECTRICAS

- 22.1** El propósito de la calefacción con cintas eléctricas es mantener la temperatura en las tuberías de proceso (equipos y tuberías de instrumentación) donde sea necesario y la misma no sea provista por otros medios.
- 22.2** La cinta de calentamiento será del tipo de resistencia en paralelo, adecuada a la clasificación eléctrica del área y a la temperatura de exposición. La misma será dimensionada adecuadamente para el requerimiento de calor por pie o metro de tubería.
- 22.2.1 En áreas clasificadas como Clase I, División 1, la cinta de calentamiento será del tipo de resistencia en serie aislamiento mineral y lámina metálica.
- 22.3** En ambientes corrosivos, la cinta tendrá una chaqueta exterior de fluoropolímero u otra forma de protección anticorrosiva.
- 22.4** Se colocarán termostatos de control con el límite superior e inferior, según sea necesario.
- 22.4.1 Donde sea necesario, se colocará un contactor.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION 0

FECHA JUL.93

Página 256

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 22.4.2 En áreas consideradas peligrosas, tanto los termostatos como los contactores serán adecuados para ese tipo de ubicación.
- 22.5** La instalación de la cinta estará acorde con las instrucciones del fabricante.

23 SISTEMA DE COMUNICACIONES DE LA PLANTA

- 23.1** El sistema de comunicaciones de la planta consistirá de sistemas de intercomunicadores y altavoces entre la sala de control y puntos operacionales críticos, seleccionados en el área de procesos.
- 23.2** El sistema dispondrá de un equipo de localización/intercomunicación que tenga en el canal bidireccional y otro de localización. La conversación que se mantenga en el canal bidireccional no deberá transmitirse a través de los altavoces. Cada estación será capaz de originar o recibir comunicaciones mediante la transferencia hacia el canal bidireccional o al de localización.
- 23.3** Cada estación consistirá de un equipo manual con un selector de canales (bidireccional/localización) y con un altavoz local. Se colocarán los amplificadores que sean necesarios.
- 23.4** En áreas clasificadas como Clase I, División 1; todos los equipos de los sistemas de comunicaciones y señalización, serán a prueba de explosión.
- 23.5** En áreas clasificadas como Clase I, División 2; los suiches, relés, dispositivos que produzcan arcos, campanas y cornetas, tendrán encerramientos aprobados para estas áreas o individualmente para operar en dichas áreas.
- 23.6** En áreas exteriores no peligrosas, los equipos serán tipo intemperie.

24 PLACAS DE IDENTIFICACION Y ETIQUETAS

- 24.1** Las placas de identificación de equipos, los planos y otros documentos suministrados estarán escritos en Español.
- 24.2** Los cables de instrumentación y de control se identificarán mediante cintas de plomo, indicando el número del instrumento o dispositivo al cual se conectan.
- 24.3** Los terminales de cables serán claramente marcados o codificados según lo indicado en el párrafo 8.6.18.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 257

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

25 PRUEBAS

- 25.1** Junto con la ingeniería de detalle el ingeniero del proyecto preparará la lista de pruebas a realizar a cada equipo antes de su energización. La misma incluirá, una lista de valores mínimos aceptables y los procedimientos de ensayos a ser utilizados en la medición de la rigidez dieléctrica de los líquidos aislantes, índices de polarización y resistencia de aislamiento para equipos y cables. Estos valores estarán acordes con las instrucciones del fabricante y con las normas PDVSA o nacionales aplicables. Los valores de rigidez dieléctrica de los líquidos señalarán el método de ensayo a aplicar.
- 25.2** Las pruebas serán realizadas por el ingeniero inspector. El procedimiento de evaluación de las mismas será el indicado a continuación:
- 25.2.1 Los resultados de las pruebas serán sometidos a la aprobación del ingeniero del proyecto, antes de energizar por primera vez los equipos o circuitos.
- 25.2.2 Las mediciones individuales que estén por debajo del promedio del mismo tipo de mediciones en equipos similares en más de un 25% se entregarán al ingeniero del proyecto para su aprobación aún cuando dichas mediciones estén por encima de los valores mínimos aceptables.
- 25.2.3 En caso de que los motores, generadores o transformadores requieran ser secados a fin de obtener los valores de resistencia de aislamiento adecuados, se someterá a la aprobación del ingeniero del proyecto para el método de secado propuesto, previo a la aplicación de calor.
- 25.3** Los ensayos eléctricos podrán ser atestiguados por el ingeniero del proyecto.
- 25.4** El reporte de los ensayos cumplirá con lo indicado a continuación:
- 25.4.1 Se entregarán una (1) copia de los resultados de los ensayos, al ingeniero del proyecto.
- 25.4.2 El informe de cada prueba incluirá la fecha y el nombre de la persona que realizó cada prueba.
- 25.5** Las conexiones de potencia y control en todos los equipos se probarán antes de que se energize el sistema eléctrico o antes del arranque de la planta.
- 25.6** “La completación mecánica” cuando este término se refiera a una planta, incluirá la realización de las pruebas siguientes:
- 25.6.1 Pruebas de aislamiento de cables, antes del vaciado de los sellos o tapar la zanja cuando aplique. Prueba de aislamiento de las barras.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 258

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 25.6.2 Pruebas de rigidez dieléctrica en muestras de aceite, tomadas de transformadores con potencia mayor a 100 KVA.
- 25.6.3 Pruebas de aislamiento de motores y transformadores incluyendo índice de polarización, para el caso particular de los transformadores se debe realizar la prueba de relación de transformación (TTR).
- 25.6.4 Pruebas de rotación de los motores.
- 25.6.5 Medición de la resistencia de puesta a tierra y verificación de la continuidad de las conexiones.
- 25.6.6 Verificación del alineamiento de los rieles de unidades tipo gaveta enchufables.
- 25.6.7 Inspección de los calentadores de relé de sobrecarga en los arrancadores de motores.
- 25.6.8 Pruebas "High-Pot" de cables de 5 kV o mayores, a juicio del ingeniero del proyecto.
- 25.6.9 Verificación de la operación de los relés de protección, transformadores de potencia y de corriente, así como las alarmas asociadas.
- 25.7** Las pruebas indicadas seguidamente, se realizarán durante la fase de energización.
- 25.7.1 Operación y ajuste mecánico de los arrancadores e interruptores.
- 25.7.2 Verificación operacional de los enclavamientos.

25.8 Prueba de Rígidez Dieléctrica

- 25.8.1 De cada recipiente de aceite que vaya a usarse en el llenado de transformadores de potencia, se tomará una muestra la cual se ensayarán para determinar su rigidez dieléctrica. Solamente aquellos recipientes cuyo contenido tenga una rigidez dieléctrica aceptable, podrán ser usados con este fin.
- 25.8.2 El llenado de los transformadores de potencia se hará a través de la conexión ubicada en la parte interior y usando el filtro de presión.
- 25.8.3 Antes de energizar cualquier equipo inmerso en aceite, se tomará una muestra del aceite y la misma se ensayarán para determinar su rigidez dieléctrica. Este requerimiento no aplica a equipos menores que vengan sellados de fábrica.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 259

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)**25.9 Prueba del Transformador de Potencia**

- 25.9.1 La resistencia de aislamiento se medirá del primario y secundario a tierra, y del primario al secundario.
- 25.9.2 La prueba operacional de los relés de presión subita se hará de acuerdo a las instrucciones del fabricante al igual que todas las otras protecciones.
- 25.9.3 Prueba operacional del cambiador de tomas. Desenergizar el transformador antes de operar el cambiador, si no es del tipo bajo carga. Medir las tensiones en el primario y secundario en cada posición del cambiador, y verifique que la relación está de acuerdo con la placa de características.
- 25.9.4 Previamente a colocar el transformador en servicio normal, el cambiador de tomas se colocará en la toma que suministra la tensión nominal del secundario en la condición de "no-carga", para el valor de tensión esperado en el primario en el arranque.

25.10 Prueba del Tablero de Potencia

- 25.10.1 Previamente a la energización, se medirá la resistencia de aislamiento de cada barra de fase a fase y de fase a tierra, con los interruptores cerrados. Estas mediciones se repetirán con los interruptores en posición de operación y con los contactos abiertos.
- 25.10.2 Previamente a la energización, se medirá la resistencia de aislamiento a tierra, del circuito de control en corriente continua.
- 25.10.3 Antes de que el tablero de potencia sea energizado, cada interruptor se operará en su posición de "prueba" y luego en su posición de "operación", según se indica seguidamente.
 - a. Cierre y abra el interruptor desde su suiche de control, estación de control remota o palanca de operación. La barra del tablero de potencia podría energizarse desde una fuente de falla-limitada (tal como un circuito de iluminación) para permitir la prueba de operación de los interruptores cuando son de corriente alterna.
 - b. Abra cada interruptor operado eléctricamente, mediante su dispositivo mecánico de disparo.
 - c. En caso de existir, pruebe la operación del suiche de supervisión de la sujeción mecánica del interruptor.
 - d. Pruebe la operación adecuada del dispositivo de bloqueo en el circuito de cierre, donde exista, mediante condiciones simuladas que causen la ocurrencia del bloqueo.
 - e. Abra el interruptor mediante operación manual o mediante la aplicación de corriente o tensión a cada uno de sus relés de protección asociados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 260

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 25.10.4 Cada relé se ajustará, calibrará y ensayará usando un contador de ciclos, una carga variable que ampareímetro y voltímetro según se requiera. Los puntos de ajusto, calibración y prueba estarán de acuerdo con los datos de diseño de relés de sistemas de potencia.
- 25.10.5 Los circuitos secundarios de los transformadores para instrumentos se probarán por los métodos siguientes:
- a. Inyectar corriente en el primario de los transformadores de corriente y verificar en el secundario la magnitud de la corriente y la operación de los relés y medidores.
 - b. Aplicar tensión en el primario de los transformadores de potencial y verificar en el secundario la magnitud de la tensión y la operación de los relés y medidores.
- 25.10.6 La transferencia automática de las subestaciones con secundario selectivo, se probará de la forma siguiente:
- a. La transferencia automática se inicia simulando la falla por disminución de tensión.
 - b. El tiempo de transferencia para la condición sin carga se medirá con un contador de ciclos.
- 25.10.7 Luego de la energización del tablero de potencia pero antes del cierre del interruptor de enlace (donde exista), se identificarán las fases a través de dicho interruptor usando un voltímetro electrostático o transformadores de potencial y un voltímetro dinámico.

25.11 Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra

- 25.11.1 La resistencia a tierra se medirá en los puntos siguientes:

- a. En cada punto de puesta a tierra colocada para protección de las estructuras, la resistencia no será mayor de 15 ohms. En caso que las barras hincadas estén interconectados con otros elementos de puesta a tierra, las conexiones se abrirán para esta prueba.
- b. En un punto de cada sistema de puesta a tierra usado para conectar a tierra los encerramientos de equipos eléctricos y de canalizaciones, tales como armaduras de cables y tuberías metálicas. La resistencia no excederá de 15 ohms.
- c. En los puntos de puesta a tierra de los pararrayos. La resistencia no excederá de 5 ohms. Generalmente, estos puntos están interconectados con puntos de puesta a tierra de encerramiento de equipos, en cuyo caso la resistencia combinada de ambos no excederá de 5 ohms.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 261

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 25.11.2 Se medirá la resistencia de puesta a tierra del neutro. Este valor no excederá de los siguientes:
- a. Para sistemas hasta 600 voltios entre conductores: 15 ohms.
 - b. Para sistemas con puesta a tierra de alta resistencia: 15 ohms.
 - c. Para sistemas con puesta a tierra de baja resistencia que operen a más de 600 voltios: 2 ohms.
 - d. Para sistemas conectados a tierra mediante bobinas Petersen: 15 ohms.

25.12 Prueba de carga de baterías

- 25.12.1 Las baterías para instrumentos y subestaciones, recibirán la carga de nivelación de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- 25.12.2 Los cargadores de baterías se probarán para operación adecuada y para verificar que puedan suministrar su carga máxima nominal de salida.
- 25.12.3 Los cargadores se ajustarán para operación de flotación durante servicio normal, con el ajuste adecuado de tensión.

25.13 Prueba de Alarms

- 25.13.1 Las alarmas de los equipos eléctricos se probarán para operación adecuada, provocando que las mismas suenen bajo condiciones anormales simuladas.

25.14 Adicionalmente, se usarán las siguientes especificaciones:

PDVSA-PI-13-02-01	Conductores Eléctricos.
PDVSA-N-242	Instalación y Pruebas de Obras Eléctricas
PDVSA-N-268	General Purpose Application of API 541 Form-Wound Squirrel-Cage Induction Motors 250 Horsepower and Larger
PDVSA-N-269	Special Purpose Application of API 541 Form-Wound Squirrel-Cage Induction Motors 250 Horsepower and Larger

26 DEFINICIONES

- 26.1** Prácticas aceptables y preferidas. En aquellos casos en que esta especificación liste más de un tipo de equipo o método como aceptable, el ingeniero de proyecto hará la selección en base a costos de instalación. En caso que un tipo particular de equipo o método se liste como preferido, éste se seleccionará considerando que su costo de instalación sea menor o igual al correspondiente a otros tipos o métodos aceptables.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 262

[Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 26.2** Las subestaciones con secundario selectivo constan de dos barras, cada una de las cuales es alimentada por un interruptor de entrada, normalmente cerrado e interconectadas entre sí mediante un interruptor de enlace de barras normalmente abierto. (El término “secundario selectivo” es aplicado a subestaciones con doble alimentación, tengan o no transformadores). Las dos fuentes dividen la carga en operación no paralela. En caso de falla de una fuente, la subestación es aislada de la fuente dañada y la sección de la barra desenergizada, es conectada a la fuente que queda en servicio. Esta “transferencia” de cargas puede ser manual o automática.
- 26.3** Las subestaciones tipo “Spot Network” se definen como aquellas alimentadas desde dos o más fuentes, las cuales dividen normalmente la carga de la subestación en operación paralela. En caso de falla de una fuente, la subestación es aislada de la fuente dañada mediante la operación automática del sistema de relés direccional de sobrecorriente. Este hecho asegura un alto nivel de continuidad en la alimentación en caso de fallas, pero impone una corriente de cortocircuito por fallas, más alta que las subestaciones con secundario selectivo para la misma capacidad de la fuente de alimentación.
- 26.4** Carga firme es aquella obtenida de las características reales de operación del equipo y de sus ciclos de trabajo.
- 26.5** La demanda máxima de 8–horas es el mayor valor de la raíz cuadrada de los valores promedio que la carga pueda tomar durante cualquier período de 8 horas. Este valor es la carga térmica equivalente de envejecimiento.
- 26.6** La demanda máxima de 15 minutos es la carga promedio más alta que pueda ocurrir en este período de tiempo.
- 26.7** La demanda máxima ajustada basada en la carga firme, es igual a la demanda máxima.
- 26.8** La demanda máxima ajustada, basada en datos no firmes, es igual a 1,2 veces la demanda máxima estimada.
- 26.9** El factor de capacidad de sobrecarga continua de motores factor de servicio, se define como un multiplicador el cual puede ser mantenido continuamente sin exceder por más de 10°C al aumento nominal de la temperatura, según la norma NEMA MG1 o IEC 34.1, si se mantienen la frecuencia y la tensión nominal. Cuando el motor es operado a cualquier factor de servicio mayor que 1,0, puede tener la eficiencia, el factor de potencia y la velocidad, diferentes de los correspondientes a la potencia nominal, pero el par de rotor bloqueado, la corriente y el par máximo permanecerán inalterados.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 263

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 26.10** El factor de carga es la relación entre la carga promedio para un período determinado de tiempo y la carga pico correspondiente a dicho período.
- 26.11** El factor de demanda es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga total conectada al sistema, o parte del sistema considerado.
- 26.12** La protección de baja tensión, según se aplica al control de motores, dispara el arrancador del motor ya sea instantáneamente o después de un intervalo de tiempo establecido, a causa de una caída o pérdida de la tensión de alimentación. Luego del restablecimiento de la tensión se produce la reconexión del arrancador dentro de un tiempo predeterminado.
- 26.13** La desconexión por baja tensión, según se aplica al control de motores, provoca la apertura instantánea del arrancador, a causa de una caída o pérdida de la tensión de alimentación del motor y la reconexión instantánea del arrancador, luego del restablecimiento de la tensión normal de alimentación; independientemente de la duración en tiempo de la caída o pérdida de la tensión.
- 26.14** Transformador de Iluminación. Es un transformador el cual alimenta, principalmente, al sistema de iluminación; pero puede también alimentar otros puntos de suministro y demás cargas no-críticas de baja tensión.
- 26.15** Un transformador cautivo se define como un transformador que alimenta un solo equipo, usualmente un motor grande. El transformador puede ubicarse en una subestación o cercano al equipo que alimenta.
- 26.16** Los cables con cubierta metálica son aquellos que tienen sobre el aislante alguna de las cubiertas metálicas siguientes:
- a. Armadura, según se especifica aquí.
 - b. Pantalla de plomo.
 - c. Pantalla de cobre (para cables tipo MI)
 - d. Pantalla de aluminio (en caso de ser aprobada por el ingeniero del proyecto).
- 26.17** El cableado crítico; según se define para efectos de protección contra incendio en esta especificación, es cualquier circuito de potencia y su circuito de control asociado (si existe):
- a. Que alimente las instalaciones de emergencia, o

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 264

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Cuya pérdida o tiempo de reemplazo podría resultar en un tiempo largo de parada de la unidad o equipo.

26.18 Se define como equipo de “alto riesgo contra incendio”, para efectos de protección contra incendio, a equipos tales como: hornos, bombas y compresores que manejen materiales inflamables; equipos que operen a temperaturas sobre 310°C (600°F) o que manejen materiales a temperaturas sobre la temperatura de autoignición del material.

26.19 Aislamiento de “Baja temperatura”, según se define para efectos de protección contra incendio en esta especificación, es aquel aislamiento adecuado para una temperatura máxima del conductor menor a 200°C. Ejemplos de tales aislamientos son el cloruro de polivinilo y el polietileno.

26.20 Aislamiento de “alta temperatura”, según se define para efectos de protección contra incendio en esta especificación, es aquel adecuado para una temperatura máxima del conductor igual o mayor a 200°C. Ejemplos de tales aislamientos son el caucho de silicona y aislamiento mineral (MI).

26.21 Las chaquetas para cables son aquellas cubiertas no-metálicas.

26.22 Las pantallas para cables son aquellas cubiertas metálicas contínuas.

26.23 Puenteado. Dos o más objetos se consideran puenteados si están interconectados con un elemento conductor. Aquellos objetos que no estén inherentemente en contacto entre sí mediante un elemento conductor, pueden ponerse en contacto si los mismos se interconectan mediante un conductor de puenteado.

26.24 Puesta a Tierra. Un objeto se considera conectado a tierra cuando esté conectado a un sistema de tierra, ya sea inherentemente o mediante un conductor de puesta a tierra.

26.25 Un sistema de puesta a tierra puede estar constituido por: barras de puesta a tierra o conductores enterrados de puesta a tierra.

26.26 Equipos. El término “equipo” como se usa en esta especificación aplica a todos los componentes eléctricos de distribución, control o utilización incluye elementos tales como: transformadores, paneles de control, dispositivos de iluminación (lámparas), tomacorrientes, dispositivos de transferencia y motores.

26.27 La zona de protección de un pararrayos es el espacio encerrado en un cono cuyo vértice está en el punto más alto de una estructura metálica, mástil o alambre,

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 265

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

adecuadamente conectado a tierra; y que tenga una base igual a dos veces la altura de la estructura, mástil o alambre.

- 26.28** Los líquidos se clasifican como acumuladores de cargas eléctricas, si su conductividad es igual o menor a 50 picomhos/metro. Los productos destilados de petróleo incluyendo solventes de petróleo, son en general acumuladores. Petróleo crudo, fuel-oil residual, asfaltos, Bunker C, productos solubles en agua tales como alcohol, tienen alta conductividad y por lo tanto son clasificados como no-acumuladores.
- 26.29** La trayectoria de retorno a tierra es una conexión metálica entre el encerramiento metálico del equipo eléctrico y la tierra del neutro del sistema de potencia. En el caso que el neutro del sistema esté conectado a tierra mediante impedancia, la trayectoria de retorno a tierra se conectará en el lado de tierra de la impedancia.
- 26.30** Cambio de tipo de carga es la operación de cargar un producto de alto punto de inflamación dentro de un camión o carro-cisterna, o dentro de un contenedor que haya almacenado previamente un producto de bajo punto de inflamación, sin haber limpiado o eliminado el gas de dicho contenedor o cisterna. En tales casos el producto de alto punto de inflamación se considerará como de bajo punto de inflamación durante la operación de carga.
- 26.31** Los sistemas sólidamente conectados a tierra, son aquellos cuyo neutro está conectado directamente a tierra mediante un conductor, sin que tengan impedancias insertadas, intencionalmente en la conexión.
- 26.32** Sistemas de puesta a tierra con impedancia, son aquellos que tienen una impedancia insertada, intencionalmente en la conexión entre el neutro del sistema y la tierra. La impedancia es, generalmente, una resistencia pero puede ser un reactor.
- 26.33** Sistemas no conectados a tierra son aquellos cuyo neutro no tiene conexión intencional a tierra.
- 26.34** Los niveles en-servicio se definen como aquellos niveles requeridos en servicio, promediados en tiempo y sobre toda el área considerada.
- 26.35** El factor de mantenimiento es un factor que debe incluirse en los cálculos de diseño a fin de considerar los aspectos siguientes:
- a. Pérdida promedio de lumens de la lámpara con el envejecimiento.
 - b. Disminución de iluminación de la lámpara y de la luminaria debida al polvo, sucio, insectos y cambios químicos en la superficie reflectiva de la luminaria.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 266

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- c. Aumento de la absorción de la iluminación debido al polvo, sucio y cambios químicos en las superficies del cuarto y demás superficies reflectivas.
- d. Posibilidad de baja tensión.

26.36 Areas de trabajo son aquellas áreas donde se requiere iluminación, exceptuando las correspondientes al tráfico vehicular.

26.37 Una subestación se define como el conjunto de tableros de potencia o de centros de control, alimentado directamente del sistema de potencia o mediante transformadores adyacentes.

26.38 Una subestación para uso interior es aquella que consiste de equipos blindados para uso interior, instalados dentro de una edificación construida en sitio.

26.39 Una subestación para uso exterior es aquella que consta de cualquiera de los siguientes arreglos:

- a. Equipos blindados protegidos por encerramientos a prueba de intemperie (construcción para exteriores normalizada).
- b. Equipos blindados instalados dentro de un encerramiento tipo edificación construido en taller (construcción para exteriores tipo pasillo protegido).

26.40 Se define como subestación principal a una subestación o patio de suiches, el cual suministra toda o la mayoría de la potencia a las subestaciones individuales que alimentan las instalaciones internas y externas de una planta completa.

26.41 Una instalación crítica es aquella que contribuye o es necesaria para alcanzar un mínimo de 20% de la producción de una planta.

Estas facilidades pueden ser unidades de proceso, instalaciones de carga o descarga, servicios y demás elementos principales de una planta. Algunas otras instalaciones que no satisfagan la regla del 20%, pueden considerarse como "críticas" por razones comerciales.

26.42 Instalaciones Independientes. Una instalación se define como independiente de otra instalación, cuando pueda ser operada sin la utilización de la segunda.

26.43 Instrumentación incluye lo siguiente:

- a. Transmisores, controladores, grabadores, indicadores.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 267

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- b. Computadores, ordenadores de datos y equipos relacionados
- c. Analizadores de vapor.
- d. Sistemas de arranque, secuencia, parada y disparo de emergencia.
- e. Actuadores
- f. Anunciadores, monitores, alarmas, telemetría.
- g. Sistemas de purga, presurización y aire acondicionado necesarios para la instrumentación asociada.
- h. Proyectores de diagramas de flujo.

- 26.44** Otros servicios esenciales que serán alimentados por la fuente de potencia para instrumentación, incluyen, sin limitarse a estos, equipos de radio y de comunicaciones requeridos durante una pérdida de potencia, válvulas motorizadas para uso de emergencia e iluminación de emergencia de la sala de control.
- 26.45** Cargas no-clasificadas son aquellas consideradas no-esenciales durante pérdidas generales de potencia y cuya pérdida puede tolerarse durante operaciones aisladas de reparación y mantenimiento.
- 26.46** Los tiempos de parada y transferencia permisibles se definen como los períodos más largos de interrupción que no tienen un efecto importante en la operación de los equipos o procesos.
- 26.47** En caso que dos instalaciones sean alimentadas desde el sistema de instrumentación, cualquiera de ellas se define como crítica e independiente si la misma puede operarse sin la utilización de la otra y además contribuye, o es necesaria, para alcanzar un mínimo de 20% de la producción de la planta. Estas instalaciones pueden ser unidades de proceso, instalaciones de carga o descarga, servicios y demás elementos principales de una planta. Algunas otras instalaciones que no satisfagan la regla del 20%, pueden considerarse como "críticas" por razones comerciales.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 268

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

- 26.48** Capacidad momentánea es la corriente máxima momentánea que se alcanza cuando el switch es cerrado sobre una falla estacionaria sin autoapertura y sin causarse daño permanente. La corriente momentánea puede ser definida en términos de pico o rms.
- 26.49** Tablero de potencia o centro de control de baja tensión (BT): 0 a 600 voltios.
- 26.50** Tablero de potencia de media tensión (MT): 601 a 15000 voltios.
- 26.51** Centro de Control (MT): 601 a 6000 voltios.
- 26.52** Extraible significa que puede ser removido y que posee un mecanismo para mover físicamente el interruptor entre las posiciones de conectado y desconectado y está equipado con dispositivos de desconexión de potencia y control, con autoalineación y autoacoplamiento. La remoción del dispositivo puede lograrse sin necesidad de desatornillar las conexiones o los soportes de montaje.
- 26.53** Enchufable significa estar diseñado para permitir que se mueva físicamente el interruptor entre las posiciones de conectado y desconectado y está equipado con dispositivos autoalineantes de desconexión. La remoción del dispositivo puede lograrse sin necesidad de desatornillar las conexiones o los soportes de montaje.
- 26.54** Dispositivo de interrupción, es el dispositivo de un arrancador que establece o interrumpe la corriente del motor, tal como un contactor magnético o interruptor de vacío. Este dispositivo puede interrumpir la corriente de falla en caso de que sea construido para éste fin.
- 26.55** La luz-piloto de disparo sano es definida como una luz-piloto que supervisa la condición de un circuito de disparo de un interruptor u otro dispositivo de interrupción; ya sea directamente o a través de un relé auxiliar. Cuando se energiza, la luz indica que el circuito, incluyendo las bobinas de disparo conectadas en serie del interruptor o dispositivo de interrupción y del relé auxiliar, es continuo y está listo para funcionar, si sus dispositivos de protección asociados están operativos.

**PDVSA****ESPECIFICACION DE INGENIERIA****OBRAS ELECTRICAS**

PDVSA N-201

REVISION

0

FECHA

JUL.93

Página 269

[.Menú Principal](#)[Indice manual](#)[Indice volumen](#) [Indice norma](#)

26.56 La protección de transformadores consiste de alguno de los siguientes dispositivos, ya sea individuales o en combinación.

- a. Relé de sobrecorriente trifásicos conectados a transformadores de corriente instalados en los aisladores del primario o en el cable.
- b. Relé de presión súbita o relé de Buchholz.
- c. Relé diferencial.

26.57 La protección en el secundario del transformador consiste de un relé de falla a tierra en el neutro del transformador o de relés de falla restringida a tierra.

26.58 Un relé de bloqueo tipo serie es un relé auxiliar, usualmente con reposición manual, cuya bobina de operación está conectada en serie con la bobina de operación de un dispositivo asociado.

La operación de los relés de protección en el circuito, hace que el relé de bloqueo y su dispositivo asociado se accionen simultáneamente. Los contactos del relé de bloqueo pueden realizar otras funciones en el circuito incluyendo bloqueo de los circuitos de cierre de uno o más interruptores o contactores.

26.59 Un relé de bloqueo tipo paralelo (shunt) es un relé auxiliar, usualmente con reposición manual, cuya bobina de operación está conectada en paralelo con su fuente de control de potencia y está asociada con otro dispositivo, cuya bobina está similarmente conectada a la misma o a una fuente de control de potencia separada.

La operación de los relés de protección, provoca el accionamiento del relé de bloqueo, cuyos contactos accionarán luego su dispositivo asociado. Otros contactos del relé de bloqueo pueden realizar otras funciones en el circuito, incluyendo el bloqueo de los circuitos de cierre de uno o más interruptores o contactores.