

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

### CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS

#### OBRA DE TOMA DEL TUNEL PRINCIPAL

#### Tabla de contenido

ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPO HIDRO Y ELECTRO MECANICO.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REQUERIMIENTOS TECNICOS GENERALES.....	3
2.1. NORMAS, MATERIALES Y FABRICACIÓN.....	3
2.1.1. General .....	3
2.1.2. Normas para la aplicación general .....	3
2.1.3. Materiales.....	4
2.1.4. Fabricación .....	4
2.1.5. Unidades y Símbolos.....	4
2.2. ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL SITIO.....	5
2.3. SISTEMA DE DESIGNACIÓN DEL EQUIPO (SDE).....	5
2.3.1. Sistema de Identificación.....	5
2.3.2. Etiquetas y Placas.....	5
2.4. ESTANDARIZACIÓN E INTERCAMBIABILIDAD DE EQUIPOS PEQUEÑOS .....	6
2.5. EQUIPO DE IZADO .....	6
2.6. REPUESTOS.....	6
2.7. PESOS .....	7
3. DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	8
3.1. GENERAL .....	8
3.2. DOCUMENTOS A SER PREPARADOS POR EL CONTRATISTA.....	8
3.2.1. Planos de dimensiones .....	8
3.2.2. Diagramas .....	9
3.2.3. Dibujos detallados, Diseños y Especificaciones .....	9
3.2.4. Computaciones y datos de diseño finales .....	9
3.2.5. Lista de materiales .....	9
3.2.6. Catálogos, ilustraciones, etc.....	10
3.2.7. Manual de Instalación .....	10
3.2.8. Manual y reporte de puesta en servicio.....	10
3.2.9. Manual de operación y mantenimiento .....	10
3.2.10. Dibujos, especificaciones y diseños "Como Construido.....	12
3.3. REVISIÓN DE LOS DOCUMENTOS.....	12
3.3.1. Generalidades .....	12
3.3.2. Revisión de dibujos, especificaciones y diseños suministrados por el Contratista.....	12
3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE DOCUMENTOS .....	13
4. PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN .....	15
4.1. FUNDICIONES .....	15
4.2. FORJADOS .....	15
4.3. SOLDADURA.....	16
4.3.1. Generalidades .....	16
4.3.2. Calificación de los soldadores .....	16
4.3.3. Equipo de Soldadura .....	17
4.3.4. Preparación para la soldadura .....	17
4.3.5. Soldaduras .....	17
4.3.6. Tratamiento térmico post soldado .....	18
4.3.7. Defectos y reparaciones .....	18
4.4. BALANCEADO .....	18
5. TRATAMIENTO DE SUPERFICIES Y PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.....	19
5.1. ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES .....	19
5.2. NORMAS ESPECIALES .....	19
5.3. GENERALIDADES .....	19
5.4. MATERIAL Y MANO DE OBRA .....	20
5.4.1. Almacenamiento y manejo.....	20
5.4.2. Equipo del Contratista .....	20
5.4.3. Material de pintura.....	20
5.4.4. Preparación del material de pintado .....	20
5.4.5. Aplicación .....	20
5.4.6. Inspección .....	21
5.4.7. Garantía .....	21

5.5.	PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES .....	21
5.5.1.	Limpieza .....	21
5.5.2.	Extracción de Herrumbre .....	22
5.5.2.1.	Desherrumbramiento por rascamiento, cepillamiento o amolamiento .....	22
5.5.2.2.	Desherrumbramiento mediante chorro de arena .....	22
5.6.	PRIMERA CAPA .....	22
5.6.1.	Preparación de la superficie .....	22
5.6.2.	Material de Primera Capa .....	22
5.6.3.	Metalización .....	22
5.6.4.	Superficies que no deben ser pintadas.....	23
5.7.	PINTADO DE ACABADOS .....	23
5.7.1.	Preparación de superficies de primera capa, galvanizadas o de acero inoxidable.....	23
5.7.2.	Capas de acabado.....	23
5.7.3.	Cortado y soldado de estructuras pintadas.....	23
5.7.4.	Reparación de la primera capa y acabado .....	24
5.7.4.1.	Preparación de la Superficie .....	24
5.7.4.2.	Capa Primaria .....	24
6.	COMPONENTES MECÁNICOS .....	25
6.1.	NORMAS .....	25
6.2.	DISEÑO .....	25
6.3.	MATERIALES .....	25
6.4.	TENSIONES DE TRABAJO .....	26
6.5.	TUBERÍAS .....	27
6.5.1.	General .....	27
6.5.2.	Tuberías .....	27
6.5.3.	Bridas y uniones .....	28
6.5.4.	Soportes de cañería y colgadores .....	28
6.5.5.	Identificación de los sistemas de tuberías .....	28
6.6.	VÁLVULAS.....	29
6.7.	PERNOS, TUERCAS, POSTES Y TORNILLOS.....	29
6.8.	BOMBAS .....	30
6.9.	MISCELÁNEO.....	30
6.9.1.	Drenajes .....	30
6.9.2.	Venteo .....	30
6.9.3.	Impermeabilización.....	30
6.9.4.	Protecciones .....	30
6.10.	HERRAMIENTAS .....	30
6.11.	ACEITES Y OTROS LUBRICANTES.....	31
7.	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA .....	32
7.1.	VOLTAJES NOMINALES .....	32
7.1.1.	General .....	32
7.1.2.	Frecuencia del sistema .....	32
7.1.3.	Número de fases del sistema y conexión del punto neutro .....	32
7.1.4.	Designación de niveles de voltaje .....	32
7.2.	SISTEMAS AUXILIARES.....	32
7.2.1.	Sistema de corriente alterna de 380/220 V .....	32
7.2.2.	Corriente continua para sistemas de mando y protección y para la iluminación de emergencia .....	33
7.2.3.	Corriente continua para sistemas de señalización, convertidores de medida y sistemas de telecontrol.....	33
7.2.4.	Sistema de C.C. para teléfono .....	33
7.3.	NIVELES DE AISLAMIENTO.....	33
7.4.	NIVELES DE FALLA .....	33
8.	COMPONENTES ELÉCTRICOS .....	34
8.1.	MOTORES .....	34
8.2.	TABLEROS Y PANELES .....	35
8.2.1.	Arrancadores .....	35
8.2.2.	Control de los arrancadores .....	35
8.2.3.	Construcción de los tableros.....	35
8.2.4.	Dispositivos de cerradura.....	36
8.3.	CONTROL E INSTRUMENTACIÓN .....	36
8.3.1.	Instrumentos de detección.....	36
8.3.1.1.	Detectores de temperatura tipo resistencia .....	36
8.3.1.2.	Termómetros tipo capilar.....	37
8.3.1.3.	Relés termostáticos.....	37
8.3.1.4.	Interruptores-flotadores de nivel de aceite.....	37
8.3.1.5.	Indicadores de flujo .....	37
8.3.1.6.	Manostatos .....	37

8.3.1.7.	Interruptores de fin de carrera .....	37
8.3.1.8.	Transmisores de posición y convertidores de medida.....	37
8.3.2.	Elementos del Equipo .....	37
8.3.2.1.	Componentes electrónicos .....	37
8.3.2.2.	Capacitores.....	37
8.3.2.3.	Relés .....	38
8.3.2.4.	Resistencias.....	38
8.3.3.	Instrumentos indicadores .....	38
8.3.4.	Lámparas indicadoras, botoneras conmutadores de mando .....	38
8.3.5.	Conmutadores selectores y conmutadores de prueba .....	39
8.3.6.	Protección de Circuitos auxiliares.....	39
8.4.	CABLES ELÉCTRICOS Y CABLEADOS.....	39
8.4.1.	Cables de energía y control .....	39
8.4.2.	Tendido de cables.....	39
8.4.3.	Cableado interno de tableros y paneles .....	40
8.4.4.	Bornes terminales.....	40
8.5.	CÓDIGOS DE COLOR Y DESIGNACIÓN.....	40
8.5.1.	Códigos de color para designación de fases.....	40
8.5.2.	Códigos de color para el cableado .....	41
8.5.3.	Códigos de color para los cables .....	41
8.5.4.	Códigos de color para esquemas sinópticos.....	41
8.5.5.	Designación del equipo eléctrico y aparatos .....	41
8.5.6.	Sistema de Tierra .....	41
9.	ENTREGA .....	43
9.1.	GENERAL .....	43
9.2.	EMBALAJE .....	43
9.3.	MARCADO .....	43
9.4.	EMBARQUE.....	44
9.4.1.	Programa de embarque .....	44
9.4.2.	Documentos de embarque .....	44
9.4.3.	Transporte y almacenamiento .....	44
10.	INSTALACIÓN .....	46
10.1.	REQUERIMIENTOS GENERALES .....	46
10.2.	ESTRUCTURAS TEMPORALES .....	46
10.3.	PIEZAS METÁLICA EMPOTRADAS, CIMIENTOS E INYECCIONES.....	46
10.4.	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD .....	47
10.5.	PROTECCIÓN DE INCENDIO Y LUCHA CONTRA INCENDIOS .....	48
10.6.	LIMPIEZA.....	48
10.7.	INSTALACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES ELÉCTRICOS.....	49
10.7.1.	General.....	49
10.7.2.	Instalación.....	49
10.7.3.	Material de montaje y acabado.....	49
10.7.4.	Calefactores.....	49
10.7.5.	Instalación de máquinas y motores.....	49
10.7.6.	Tableros .....	50
10.7.7.	Equipo de alta tensión.....	50
10.8.	DESIGNACIÓN DEL EQUIPO.....	50
11.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS .....	52
11.1.	GENERAL .....	52
11.2.	CERTIFICADOS DE PRUEBAS .....	52
11.3.	TIPO DE PRUEBAS.....	53
11.4.	PRUEBAS POR MUESTREO .....	53
11.5.	PRUEBAS EN LOS TALLERES DEL FABRICANTE.....	54
11.5.1.	Generalidades .....	54
11.5.2.	Pruebas tipo.....	55
11.5.3.	Pruebas de rutina .....	55
11.6.	PRUEBAS EN EL SITIO .....	55
11.7.	PRUEBAS NO – DESTRUCTIVAS .....	55
12.	OPERACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL .....	56
12.1.	OPERACIÓN EXPERIMENTAL Y PERIODO DE CONFIABILIDAD.....	56
12.2.	ENTRENAMIENTO E INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL DEL PROPIETARIO .....	56
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES ANEXO 1.....		57
SISTEMA DE DESIGNACIÓN DE EQUIPO (SDE).....		57
1.	GENERAL.....	57
2.	SISTEMA DE DESIGNACIÓN.....	57
2.1.	ORDENAMIENTO GENERAL .....	57
2.2.	ASIGNACIÓN DE ALTO NIVEL .....	58
2.3.	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE UBICACIÓN (BLOQUE 2).....	60

2.4.	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO (BLOQUE 3) .....	63
2.5.	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES (BLOQUE 4) .....	68
3.	INDICACIÓN DE DATOS ADICIONALES .....	70
3.1.	MARCAS PARA LA INDICACIÓN DEL SENTIDO DEL ARROLLAMIENTO .....	70
3.2.	DATOS TÉCNICOS Y DESIGNACIONES TIPO .....	71
3.3.	CRUCES DENTRO DE GRUPOS DE LÍNEAS DE CONEXIÓN .....	71
3.4.	MÉTODO DE CABLEADO .....	71
4.	COMO LOCALIZAR ÍTEMS EN DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS .....	72
4.1.	REFERENCIAS DE SECCIÓN DE DIAGRAMA MARCADOS EN SÍMBOLOS DE CIRCUITO Y CONECTORES .....	72
4.2.	REFERENCIA DE SECCIÓN DE DIAGRAMAS PARA SÍMBOLOS DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO ELECTRÓNICO .....	75
5.	NOTAS EXPLICATIVAS .....	77
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EQUIPO HIDROMECAÑICO .....	79
1.	DISEÑO Y CÁLCULO .....	79
2.	MATERIALES .....	80
3.	EQUIPOS HIDROMECAÑICOS PARA LA TOMA DE AGUA EN MISICUNI .....	81
3.1.	ALCANCE DEL TRABAJO .....	81
3.2.	CARGAS DE DISEÑO Y ESFUERZOS PERMISIBLES .....	81
3.2.1.	Presión hidrostática en un solo lado .....	81
3.2.2.	Carga de terremoto (caso de carga excepcional AL) .....	81
3.3.	COMPUERTA DE SERVICIO .....	81
3.3.1.	Generalidades .....	81
3.3.2.	Datos técnicos .....	82
3.3.3.	Construcción de la compuerta .....	82
3.3.4.	Construcción del marco y las guías de la compuerta .....	82
3.3.5.	Barras de izado de la compuerta .....	83
3.3.6.	Servomotor .....	83
3.3.7.	Indicadores de posición .....	83
3.3.8.	Válvulas de "By-pass" .....	84
3.3.9.	Garantía de impermeabilidad de la compuerta .....	84
3.3.10.	Piezas de repuesto para la compuerta .....	84
3.3.11.	Unidad óleo - hidráulica .....	85
3.3.12.	Tubería hidráulica a presión .....	85
3.3.13.	Juego de herramientas .....	86
3.3.14.	Piezas de repuesto para la unidad óleo-hidráulica .....	86
3.3.15.	Tablero eléctrico, cables .....	86
3.3.16.	Grúa monorraíl para remoción de las barras de izado (tirantes) .....	86
3.3.17.	Estantería de almacenamiento de las barras de izado .....	87
3.4.	COMPUERTA DE MANTENIMIENTO .....	87
3.4.1.	Generalidades .....	87
3.4.2.	Datos técnicos .....	87
3.4.3.	Construcción de la compuerta de mantenimiento .....	88
3.4.4.	Construcción del marco y las guías de la compuerta de mantenimiento .....	88
3.4.5.	Equipo de izado de la compuerta .....	88
3.4.6.	Garantía de impermeabilización .....	89
3.4.7.	Piezas de repuesto .....	89
3.5.	REJA DE LA TOMA .....	89
3.5.1.	Generalidades .....	89
3.5.2.	Datos técnicos .....	89
3.5.3.	Elementos del panel de la reja .....	90
3.5.4.	Construcción del marco de la reja .....	90
3.5.5.	Piezas de repuesto .....	90
3.6.	SISTEMAS CONTROL AUTOMATIZADO .....	90
4.	PIEZAS METÁLICAS .....	91
4.1.	ALCANCE DEL TRABAJO .....	91
4.2.	DOCUMENTOS A PRESENTAR .....	91
4.3.	SOLDADURA .....	91
4.4.	ACABADO DE LAS SUPERFICIES Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVO .....	92
4.4.1.	Pintura .....	92
4.4.2.	Piezas de acero galvanizadas .....	93
4.4.3.	Fijaciones .....	93
4.5.	PIEZAS METÁLICAS SUMINISTRADAS POR EL CONTRATISTA .....	93
4.5.1.	Tuberías de acero galvanizado .....	93
4.5.2.	Tapas de acceso, tapas para canales de cables, marcos, parrillas y plataformas .....	93
4.5.3.	Escaleras, pasamanos y escalones .....	94
4.5.4.	Ganchos de montaje .....	94
4.6.	PIEZAS METÁLICAS SUMINISTRADAS POR TERCEROS .....	94

4.7.	EQUIPO DE MEDICIÓN HIDRÁULICA Y DE CONTROL DEL EQUIPO HIDROMECÁNICO.....	95
4.7.1.	Objeto.....	95
4.7.2.	Embalse Misicuni – obra de toma.....	95
4.7.2.1.	Medición del nivel en el embalse.....	95
4.7.2.2.	Medición del gradiente de reja (pérdida del nivel de agua).....	96
4.7.2.3.	Medición del nivel mínimo en el embalse (pozo de compuertas).....	96
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LAS OBRAS CIVILES.....	97
1.	ALCANCE DEL TRABAJO .....	97
2.	DOCUMENTOS A PRESENTAR.....	98
2.1.	PUERTAS DE ACERO .....	98
2.2.	FABRICACIÓN.....	98
2.3.	HERRAJES Y EFECTOS METÁLICOS .....	98
2.4.	PINTURAS .....	98
2.5.	REJILLA DE VENTILACIÓN (“LOUVER”).....	99
3.	PANELES DE BLOQUES DE VIDRIO .....	100
3.1.	MATERIALES .....	100
3.2.	EJECUCIÓN .....	100
4.	TECHUMBRE DE PLANCHAS ONDULADAS.....	101
4.1.	GENERALIDADES .....	101
4.2.	MATERIALES .....	101
4.3.	TIPO DE CONSTRUCCIÓN.....	101
4.4.	EJECUCIÓN .....	101
4.5.	CANALÓN Y CAÑO DE CAÍDA .....	102
5.	ENLUCIDO DE MORTERO DE CEMENTO .....	103
5.1.	GENERALIDADES .....	103
5.2.	MATERIALES .....	103
5.3.	EJECUCIÓN .....	103
6.	MEDICIÓN Y PAGO .....	104
6.1.	GENERALIDADES .....	104
6.1.1.	Ítems de pago.....	104

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPO HIDRO Y ELECTRO MECANICO

### 1. INTRODUCCIÓN

1. Estas especificaciones para la construcción de la "Bocatoma y Pozo de Compuertas" incluyen normas técnicas, reglamentos e información, las cuales serán observadas durante las etapas de diseño, construcción, embarque, montaje y pruebas de instalación de este proyecto. Estas especificaciones serán la guía para todo el equipo electromecánico e hidromecánico a ser suministrado por el Contratista para este proyecto, a no ser que sea modificado o sustituido por la supervisión o por sugerencias que pueda hacer el contratista de acuerdo a los requerimientos de "Especificaciones de Equipo (EE) o dibujos de las partes ya mencionadas a ser instaladas"
2. Las especificaciones técnicas particulares para la construcción del la "bocatoma y pozo de compuertas" del Proyecto Múltiple Misicuni deberán ser leídas en conjunto con las especificaciones técnicas generales, teniendo las particulares, prioridad sobre las generales.
3. El detalle de la obra de toma, de la reja, pozo de compuertas, compuerta de servicio, compuerta de emergencia y piezas metálicas se muestra en los planos A.1-al A.6
4. A continuación se hace una descripción resumida de las obras a realizar:
  - La obra de toma está ubicada a 400 m al Sur de la población de Misicuni, en la margen izquierda de una pequeña quebrada que baja del sinclinal Uyuni. Consiste en una bocatoma y un pozo de compuertas con casa de mando.
  - La bocatoma es de tipo "bellmouth" con la solera a la cota 3716.5 m.s.n.m. (o la que resulte del replanteo a realizarse previamente a la construcción). Está equipada con una reja de acero de 4.0 m x 4.80 m. No está previsto un equipamiento para la limpieza.
  - El pozo de compuertas está ubicado a una distancia de 150 m. de la bocatoma. Está incorporado en el flanco del valle y tiene una profundidad de 69 m.
  - Será instalada una compuerta de mantenimiento tipo ataguía ("stop-log") con malacate de 2.60 m x 2.0 m y una compuerta tipo vagón de servicio de 2.60 m x 2.0 m.
  - La sección del pozo es de forma elíptica de 5.70 m x 4.60 m. El interior está separado por un muro intermedio proveyendo un pozo separado para cada compuerta. Será instalada una escalera para el acceso al túnel.
  - La casa de mando con el servomotor óleo-dinámico y el otro equipamiento se encuentra por encima del pozo a la superficie. Incluye una sala de compuertas y una sala de mando.
5. El diseño, suministro e instalación de los equipos deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones hidráulicas:
  - Las dimensiones de la obra de entrada fueron determinadas de tal manera que se pueda asegurar la aceleración uniforme del agua derivada. Las velocidades a través de la reja serán de 1 m/s aproximadamente (neta). En la boca de la toma ("bellmoth") la corriente será acelerada a la velocidad del túnel que llega a 2.8 m/s.
  - El recubrimiento de agua a la entrada es suficiente para evitar la formación de vórtices para todos los casos de operación.
  - La sección a través de las compuertas es de forma rectangular mientras que el túnel es de forma circular tanto aguas arriba como aguas abajo. No obstante, se ha mantenido una velocidad constante de la corriente en este tramo de la toma y las secciones transversales fueron diseñadas cuidadosamente para minimizar posibles perturbaciones.
6. El diseño, suministro e instalación de los equipos para la Bocatoma y Pozo de Compuertas deberá incluir lo siguiente:
  - a) El cálculo, diseño, fabricación, premontaje en el taller, ensayos y pruebas en el taller de los equipos.
  - b) El tratamiento de superficies, imprimación y aplicación de las capas de acabado en todos los equipos a ser pintados.
  - c) El embalaje para transporte, incluyendo el barnizado de protección o engrasado de todas las superficies dejadas lustrosas durante el servicio.
  - d) El transporte (marítimo, aéreo, terrestre) incluyendo los cambios de carga y recarga en la ruta al sitio de Obras y los respectivos seguros de transporte.

- e) La descarga en el Sitio de Obras, almacenamiento, instalación (incluyendo el equipo de montaje que sea necesario), pruebas y ensayos, puesta en servicio de los equipos, incluyendo los seguros necesarios.
- 7. Las Especificaciones Técnicas de la Presa y Obras Anexas (Tomo I) serán aplicadas a este Proyecto (Bocatoma y Pozo de Compuertas) en todos los componentes donde los trabajos a realizar tengan las mismas características, como son hormigones, excavaciones subterráneas y superficiales, sostenimiento, etc.
- 8. Los trabajos de la contratista en la construcción de la Reja de la Toma y el Pozo de Compuertas no deberán interrumpir ni contaminar el actual suministro de agua a la ciudad de Cochabamba, por lo que el contratista deberá incluir entre sus costos, generales aquellos que resultaran de todos los trabajos necesarios para cumplir con esta exigencia
- 9. En la "Información para los Proponentes" de los volúmenes correspondientes, puede encontrarse una breve descripción del proyecto, juntamente con las condiciones del medio ambiente local.

## 2. REQUERIMIENTOS TECNICOS GENERALES

### 2.1. NORMAS, MATERIALES Y FABRICACIÓN

#### 2.1.1. General

A no ser que se especifique de otra manera en las Especificaciones del Equipo, el diseño, los materiales, la fabricación y prueba de todos los trabajos bajo este Contrato cumplirán con la más reciente revisión o edición de una norma aprobada.

Las Normas Aprobadas incluirán:

Normas para aplicación particular de los trabajos especificados en las Especificaciones de Equipo

Normas para aplicación general de los trabajos a ser realizados bajo este contrato conforme se encuentran más adelante

Cualquier otra norma propuesta por el Contratista y aprobada por la Supervisión para su aplicación en los trabajos.

#### 2.1.2. Normas para la aplicación general

.1 Publicaciones de Normas editadas por las siguientes organizaciones de Normalización son consideradas normas aprobadas para los trabajos:

- DIN Instituto Germano-occidental para Normas.
- CEI Comisión Electrotécnica Internacional.
- VDE Asociación Germano-occidental de Electroingeniería.
- VDI Asociación Germano-occidental de Ingeniería.
- AISI Instituto Americano del Hierro y del Acero.
- AISC Instituto Americano para Estructuras de Acero.
- EIA Asociación de industrias Electrónicas.
- ANS Instituto Nacional Americano de Normas
- ASME Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
- ASTM Sociedad americana de Materiales y Pruebas
- AWS Sociedad Americana de Soldadura
- IEEE Instituto DE Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- ISO Organización Internacional de Normas
- NEMA Asociación nacional de Fabricantes Eléctricos
- SIS Instituto Sueco de Normas
- USAS Instituto Estadounidense de Normas
- CCITT Comité de Consulta Internacional de Teléfono y Telégrafo
- CCIR Comité de Consulta Internacional de Radiocomunicaciones

Para Normas Específicas (FREM, CH 70-2, etc.) se hace la referencia en las Especificaciones de equipo.

Para Equipo eléctrico, las siguientes Publicaciones serán observadas particularmente:

El Código Eléctrico Boliviano	
Voltajes Estándar	CEII-Pbl. N° 38
Coordinación de Aislamiento	CEI-Pbl. N° 71,6664
Símbolos Gráficos Recomendados	CEI-Pbl. N° 117,416,417,617
Marcado de Terminales	CEI-Pbl. N° 445
Designación de Equipo y preparación de Diagramas, Tablas, etc	CEI-Pbl. N° 113 (DIN 40719)

.2 Donde existen Normas Nacionales Bolivianas que incluyan requisitos más rígidos particularmente en relación al trabajo en Bolivia, estos mismos requerimientos serán incorporados.

.3 Normas Alternativas reconocidas internacionalmente pueden ser aceptadas a juicio de la Supervisión si ellas aseguran una calidad equivalente o mejor que las de la lista



anterior. El proponente debe remitir una copia de cualquiera de esas normas alternativas conjuntamente con una lista comparativa la cual dará prueba de su equivalencia.

- .4 El Proponente debe establecer claramente en su propuesta cuales Normas serán aplicables en cada uno de los casos donde la alternativas han sido dejadas abiertas en las Especificaciones. En caso de no indicación se aplicarán los requisitos de las Normas más severas
- .5 Ninguna variación de las Normas aceptadas será hecha posteriormente sin la aprobación escrita de la Supervisión.

#### **2.1.3. Materiales**

- .1 Todos los materiales serán nuevos, lo mejor en sus clases respectivas y de tal forma que sean usuales y adecuados para trabajos de carácter similar. Todos los materiales deben cumplir con las revisiones o ediciones más recientes de las normas especificadas a no ser que se especifique de otra manera o sea permitido por la Supervisión. Especificaciones de Material, incluyendo grado o clase, serán mostradas en los dibujos de detalle adecuados sometidos a aprobación.
- .2 Materiales y acabados seleccionados para equipo serán adecuados para el propósito deseado y para las condiciones de ambiente bajo las cuales operará el equipo. El uso de otros materiales puede ser permitido donde el equipo esté herméticamente sellado.
- .3 Cuando el Contratista proponga usar un material no manufacturado especialmente para trabajos efectuados bajo este Contrato, él someterá a consideración de la Supervisión lo siguiente: Que tal material cumple con una Norma aprobada, que la calidad del material es adecuada para el uso deseado, y que existe un sistema aceptable de control de calidad.
- .4 En lo posible deben ser evitados hierro y acero en Instrumentos y en relays eléctricos. Los tornillos de Instrumentos (excepto aquellos que forman parte de un circuito magnético) serán de latón o bronce. Tornillos de acero, cuando sean usados serán bañados en zinc, cadmio o cromo, o cuando no es posible el bañado debido a las limitaciones de tolerancia, deberán ser de acero inoxidable. Los resortes serán de material anticorrosivo, tales como bronce-fósforo o plata-níquel.
- .5 Serán usados en Neopreno y compuestos sintéticos similares, no sujetos a deterioro debido a condiciones climáticas, en empaquetaduras, anillos de sellado, diafragmas, etc.

#### **2.1.4. Fabricación**

- .1 Toda la confección será de la más alta calidad y seguirá la mejor práctica moderna para equipo de alta calidad.
- .2 Todas las piezas deberán conformarse a las dimensiones mostradas, y serán construidas en conformidad con los dibujos aprobados. El acabado de superficie de todas las partes y componentes estará en conformidad con los requerimientos respectivos y resistencia, ajuste y servicio. Las superficies adjuntas serán trabajadas para asegurar alineamiento y ajuste convenientes. Los agujeros para pernos serán perforados y ubicados con exactitud mediante viñetas. Todas las uniones, superficies de ajuste y componentes de apareamiento serán hechas a máquina y todas las fundiciones tendrán caras lisas para tuercas. Todos los acabados hechos a máquina serán mostrados en dibujos sometidos a aprobación.
- .3 El Contratista usará exclusivamente las Normas y medidas presentadas en su propuesta y aceptadas e incorporadas en el Contrato.

#### **2.1.5. Unidades y Símbolos**

- .1 El sistema-SI será usado en todas partes.
- .2 Unidades métricas serán usadas en todos los documentos, correspondencia, catálogos y dibujos técnicos. En dibujos o panfletos impresos en donde han sido usadas otras unidades, será marcado el equivalente métrico adicionalmente.

- .3 Serán usados símbolos literales de acuerdo a la publicación del CI 27 para tecnología eléctrica.

## **2.2. ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL SITIO**

- .1 Todos los materiales tales como aislante eléctrico, empaquetaduras, materiales de unión, paneles o espaciadores de fibra y madera los cuales pudieran ser dañados por hongos u otros crecimientos parasitarios serán cubiertos (revestidos) para resistir por completo las condiciones climáticas prevalecientes en el Sitio.
- .2 Cubículos usados para mecanismos de interruptores y gabinetes de control en plantas exteriores serán a prueba de humedad, de insectos y a prueba de hongos.
- .3 Motores completamente cerrados y cajas conteniendo aparatos eléctricos, e instrumentos para instalaciones al aire libre serán equipados con calentadores eléctricos de temperatura controlada. La construcción de las cajas e instalación de calentadores serán tal que se asegure la circulación efectiva del aire así como que no ocurra ningún daño al equipo debido a sobrecalentamiento.
- .4 El Contratista proporcionará a la Supervisión descripciones detalladas de todas las características de diseño necesarias para cumplir con los requerimientos en conexión con las condiciones del Sitio.

## **2.3. SISTEMA DE DESIGNACIÓN DEL EQUIPO (SDE)**

### **2.3.1. Sistema de Identificación**

- .1 Todo el equipo eléctrico, mecánico e hidromecánico, y todas las partes componentes incluyendo cables, cableado interno y terminales, serán designados con un código alfanumérico permitiendo una identificación clara del equipo y sus componentes durante el diseño, instalación y operación de la planta. El equipo, cables, cableado de control y terminales serán marcados sistemáticamente en los dibujos y documentos en listados más adelante y el mismo equipo. Los códigos y el marcado serán concordantes con el sistema de identificación descrito en el anexo 1 de las presentes Especificaciones Técnicas Generales.
- .2 Los códigos de designación del equipo serán indicados en todos los documentos del Proyecto incluyendo listas de materiales, listas de repuestos, etc. Los códigos serán usados después para la fácil identificación de equipo almacenado, partes y materiales y serán adecuados para su uso con un sistema de registro computarizado.
- .3 Los dibujos de oferta ya están marcados, en algunos casos, con códigos de designación; el sistema será extendido a incluir esquemas, listas de cables, lista de repuestos, etc. En concordancia con el anexo 1 y aprobado por la Supervisión.
- .4 Donde sea practicable, serán pegadas etiquetas/ placas, llevando el código SDE, al equipo en los talleres del Contratista. Solamente equipos tales como cables (alambres), portacables, conductos, tubos, válvulas, etc. Serán marcados de acuerdo al sistema SDE después de su erección al tiempo en que el tendido de cables y sus conexiones a los aparatos, trabajos de entubamiento, etc. Estén completados.
- .5 El material y los métodos de fijación propuestos para etiquetas/placas SDE están sujetos a la aprobación de la Supervisión.

### **2.3.2. Etiquetas y Placas**

- .1 Todos los ítems mayores de equipo y componentes tales como motores, bombas, etc. Tendrán una placa durable permanentemente fijada mostrando de manera legible el nombre del fabricante, modelo y número de serie, año de fabricación, datos técnicos relevantes, y otra información relevante de conformidad con las normas aplicables.
- .2 Serán suministradas etiquetas para equipo y dispositivos montados en tableros de control, cajas de aparatos, pupitres y otros lugares donde se requiera una identificación adecuada, así como por razones de operación, función y de seguridad. El etiquetado, tamaño de las placas-etiquetas y su ubicación estarán sujetas a su aprobación por la Supervisión. Será remitida una muestra de placa-etiqueta (con la indicación del material utilizado) con inscripción para este propósito.

- .3 Las placas serán de acero laminado, plástico o de aluminio anodinado, de aproximadamente 2 mm de espesor, grabadas con letras negras en un fondo blanco.
- .4 Donde sea necesario, serán suministradas señales de peligro y placas de precaución y advertencia. Las placas, etiquetas y placas de advertencia estarán en español.

#### **2.4. ESTANDARIZACIÓN E INTERCAMBIABILIDAD DE EQUIPOS PEQUEÑOS**

- .1 Todas las partes idénticas serán completamente intercambiables sin requerimientos para alteración o ajuste.
- .2 El Contratista será responsable de la estandarización de todo el equipo pequeño, materiales y dispositivos para la Obra. Él ordenará y realizará el trabajo de coordinación necesario con sus subcontratistas y otros contratistas para los propósitos de tal estandarización.
- .3 Todo equipo, partes y elementos de producción en masa serán estandarizados. Tales ítems de equipo, partes y elementos incluirán, pero no estarán limitados a, los siguientes:
  - Motores
  - Bombas
  - Bridas
  - Pernos
  - Válvulas
  - Indicadores y detectores
  - Instrumentos eléctricos y dispositivos de medición
  - Medidores de flujo
  - Terminales y cajas terminales
  - Relays primarios, secundarios y auxiliares
  - Contactores, fusibles e interruptores
  - Lámparas, focos, sockets, enchufes, botones, etc.
  - Lubricantes, etc.
- .4 Para lograr una estandarización con el equipo o elementos a ser proporcionados bajo otros contratos, la Supervisión se reserva el derecho de imponerle al Contratista el tipo y la marca preferida del equipo.

#### **2.5. EQUIPO DE IZADO**

- .1 El Contratista proporcionará pernos con grilletes en puntos convenientes para facilitar el manejo e izado del equipo suministrado por el Contratista.
- .2 El Contratista preparará y remitirá para la aprobación de la Supervisión, dibujos e instrucciones comprensibles concernientes a métodos de manejo a ser usados durante la instalación de equipo pesado tales como turbinas, válvulas y generadores. Los dibujos incluirán información de winches, monorrieles, ganchos, grilletes, abrasaderas temporales y soportes, etc. Los cuales son necesarios para tal trabajo.
- .3 Equipo especial de izado y manejo el cual va a ser suministrado bajo este contrato será embarcado conjuntamente con el componente para el cual está proporcionado.
- .4 Una lista de dispositivos especiales de izado le será remitida a la Supervisión por lo menos noventa (90) días antes del inicio de erección en el Sitio.

#### **2.6. REPUESTOS**

- .1 En las Especificaciones del Equipo o en las listas de precios correspondientes se incluye una lista de repuestos a ser suministrados.
- .2 En adición a lo antes mencionado el ofertante incluirá en su oferta una lista de repuestos adicionales que él considere necesarios para el mantenimiento y una operación segura y confiable durante un periodo de cinco (5) años.

El Propietario tendrá la opción de comprar sólo una parte o nada de éstos repuestos enumerados en la Lista de "Repuestos adicionales recomendados".

- .3 Todos los repuestos serán fácilmente intercambiables con aquellos que reemplazarán. Ellos serán del mismo material, de idéntica medida y manufactura y tendrán las mismas propiedades de las correspondientes al equipo instalado. Condiciones especificadas relativas a pruebas, tratamiento de superficies y pintado, etc. Del equipo instalado también concernirán a repuestos.
- .4 Todos los repuestos serán adecuadamente empacados (y cuando sea necesario tratados) de tal manera de permitir almacenamiento prolongado en el sitio, considerando las condiciones de ambiente prevalentes allá. A su debido tiempo, el Contratista informará al Propietario de las precauciones a tomarse para el almacenamiento adecuado de los repuestos.
- .5 Cada embalaje será etiquetado en forma segura y los contenidos individuales claramente marcados como está especificado.
- .6 Los repuestos serán entregados al almacén del Contratista con etiquetas, marcas y otros signos para su identificación, todo a satisfacción completa de la Supervisión. La entrega no será considerada completa hasta que los embalajes hayan sido abiertos por el Contratista y sus contenidos controlados por un representante del Propietario y los artículos protegidos y reembalados por el Contratista para satisfacción del Propietario ensamblados en unidades, como sea indicado por él.

Los repuestos serán tomados en posesión por el Propietario, en ocasión de la toma en posesión de la primera unidad del equipo correspondiente y almacenado en las localidades previstas.

- .7 El Contratista proporcionará una lista de repuestos conteniendo por lo menos la siguiente información:

Nombre y dirección del fabricante y número de identificación de orden y cantidad.  
Descripción del ítem incluyendo el código-SDE, N° de dibujo, designación de material, unidades a ser ordenadas.

Lista de ítems (designada por el código-SDE) para los cuales pueden ser usados los respectivos repuestos.  
Precio del ítem.

## 2.7. PESOS

- .1 Los pesos a ser indicados para los varios ítems representarán el peso teórico total de toda la construcción permanente como es mostrado en los dibujos. Ellos incluirán todos los elementos de construcción permanentes tales como armazones, anclas, soportes, tapas para aberturas para hombres, tapones de inyección, etc.
- .2 Los pesos serán calculados asumiendo una masa específica para el acero de 8000 kg/m<sup>3</sup> el cual incluye una previsión para tolerancias de laminado, costuras de soldadura y pintura.
- .3 Se debe prever equipos de izado para todos los equipos que sobrepasen los 20 kilogramos de peso.

### 3. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

#### 3.1. GENERAL

- .1 El Contratista será responsable del diseño correcto y adecuado del equipo suministrado por él y de la fabricación y coordinación de los mismos de acuerdo con los documentos del Contrato. No obstante, el Contratista remitirá a la Supervisión para su aprobación, antes de proceder con la fabricación de cualquier parte de la Obra, los dibujos pertinentes, gráficos, especificaciones, criterios y análisis de diseño y todos los otros sometimientos especificados.
- .2 La secuencia de presentación a aprobación de los dibujos, gráficos, especificaciones y diseños será tal que esté disponible información pertinente cuando cada documento es recibido para su revisión. Los dibujos, gráficos, especificaciones y diseños del Contratista formalmente presentados a aprobación, llevarán certificación, firmada por un representante autorizado del Contratista, de que la información mostrada en éste ha sido controlada por el Contratista, y de que es correcta para su uso en los trabajos. Los dibujos, gráficos, especificaciones, y diseños de naturaleza preliminar suministrados solamente para información serán claramente señalados como tales mediante un sello o marca en la cara del dibujo.
- .3 Los documentos a ser preparados por el Contratista para su presentación a aprobación de la Supervisión serán basados en los Documentos del Contrato, incluyendo cualesquiera modificaciones acordadas antes de la adjudicación del Contrato. En caso de existir correcciones o adiciones durante la preparación de diseño detallado las cuales son inevitables, estas serán propuestas por escrito por el Contratista y si son aprobada por la Supervisión, incorporadas en dibujos revisados, descripciones de equipo y lista de datos.
- .4 Las revisiones de documentos que serán remitidas a la Supervisión serán tratadas en la misma forma.
- .5 La Supervisión tendrá el derecho de requerir del Contratista el realizar cualesquiera cambios en el diseño de equipo los cuales pueden ser necesarios para hacer que el equipo cumpla con los requerimientos de estas especificaciones sin costo adicional para el Propietario.
- .6 La Supervisión tendrá el derecho de requerir del Contratista cualquier información adicional, en la forma de dibujos u otros documentos, en relación al equipo.
- .7 Los dibujos remitidos por el Contratista estarán en planos de 11 x17 Pulgadas (A-3 Plus) o lo que indique la Supervisión. El Contratista numerará consecutivamente los dibujos, especificaciones y diseños, como sigue:

EMPRESA MISICUNI  
PROYECTO MULTIPLE MISICUNI  
BOCATOMA Y POZO DE COMPUERTAS  
CONTRATO.....  
(Título del dibujo, especificación, fecha de diseño, número, revisión)

- .8 Todos los documentos mencionados en esta sección serán escritos en español.

#### 3.2. DOCUMENTOS A SER PREPARADOS POR EL CONTRATISTA

Los documentos principales, cálculos, certificados manuales, dibujos, etc. Relacionados a trabajos permanentes, los cuales van a ser preparados durante el diseño detallado por el Contratista están enumerados a continuación.

##### 3.2.1. Planos de dimensiones

Planos de dimensiones

El Contratista remitirá planos acotados del equipo a ser suministrado bajo este Contrato, juntamente con pesos cargas, fuerzas externas y suficientes dimensiones para facilitar la preparación de diseños finales de las estructuras en las cuales va a ser instalado el equipo. Estos incluirán:

Planos de fundación

Planos de dimensiones de todas las partes principales del equipo.

Perfiles de embarque

El Contratista remitirá dibujos de perfiles de todos los embalajes a ser despachados indicando dimensiones completas, pesos, detalles de embalaje y aseguramiento.

### **3.2.2. Diagramas**

Diagramas esquemáticos funcionales y de cableado incluyendo lista de materiales, lista de cables, etc.

Estos diagramas mostrarán las conexiones internas y externas de todos los aparatos, su designación, números de terminal, códigos de color, etc. y serán usados para la manufactura, la instalación del equipo y la operación de la Planta.

### **3.2.3. Dibujos detallados, Diseños y Especificaciones**

Antes de proceder con cualquier trabajo particular relacionado a los ítems individuales de los trabajos, el Contratista remitirá los dibujos detallados correspondientes, diseños y especificaciones detalladas (en forma encuadrada mecanografiada) las cuales mostrarán todos los detalles de materiales, manufactura, ensamblaje, prueba, montaje, puesta en servicio, operación y mantenimiento de los equipos en conformidad con los requerimientos del Contrato.

Los dibujos detallados y especificaciones incluirán pero no necesariamente estarán limitados a los siguientes:

- Dibujos generales de ensamblaje
- Dibujos de ensamblaje, mostrando:
  - Vistas seccionales
  - Detalles de montaje del equipo interno
  - Función de los ensamblajes
  - Rangos de ajuste y operación
  - Vaciados, huecos y cavidades en el concreto, penetraciones a través de paredes y pisos
  - Partes y tuberías empotradas
  - Pedestales de concreto y pernos de anclaje
  - Tolerancias aceptables de las construcciones civiles
  - Todas las uniones a ser ejecutadas en el sitio
  - Métodos de lubricación
- Dibujos de fabricación en detalle mostrando:
  - Dimensiones en detalle
  - Tolerancias
  - Materiales
  - Diagramas de placas
  - Instrucciones de ingeniería y especificaciones
  - Manufactura
  - Fabricación
  - Soldadura
  - Tratamiento térmico
- Pintura, inc. Esquema final de color
- Pruebas

### **3.2.4. Computaciones y datos de diseño finales**

Después de que el Contratista ha completado el diseño preliminar del equipo él remitirá los datos de diseño finales, análisis de diseño y computaciones de diseño conjuntamente con todos los otros diseños y estudios especificados, todos en forma mecanografiada y encuadrada, claramente dispuestos con todos los criterios y normas de diseño indicados.

### **3.2.5. Lista de materiales**

El Contratista remitirá con su primera emisión de dibujos, donde sea aplicable, las correspondientes listas de materiales. Se harán referencias al respectivo dibujo de detalle o ensamblaje, material usado o catálogos (en caso de equipo comercial).

### 3.2.6. Catálogos, ilustraciones, etc.

Exigencias aplicables de este párrafo, con referencia a dibujos, se aplicarán igualmente a catálogos, ilustraciones, especificaciones impresas, datos de diseño, análisis y cálculo y literatura e instrucciones del fabricante para todo el equipo comercial suministrado para demostrar completamente que todas las partes cumplirán con los requisitos e intención del Contrato.

### 3.2.7. Manual de Instalación

- .1 El Contratista proporcionará al Propietario un manual de instalación cubriendo procedimientos de instalación e instrucciones para un fácil montaje y ensamblaje de todo el equipo a instalarse en el sitio.
- .2 Las instrucciones especificarán los procedimientos exactos a ser seguidos durante la instalación, indicará los datos a ser medidos y registrados (ajustes, ajuste de límites, etc.), cantidades, dimensiones y tolerancias a ser controladas, etc. El manual incluirá información de manejo y manipuleo de las partes mayores del equipo, tolerancias de erección, montajes y ajustes y precauciones especiales a tomarse durante el montaje e instalación.

### 3.2.8. Manual y reporte de puesta en servicio

- .1 El Contratista suministrará al Propietario un manual de puesta en servicio el cual será similar en tamaño y forma al manual de instalación e incluirá procedimientos e instrucciones a ser seguidas durante la puesta en servicio de todo el equipo a ser instalado.
- .2 Las instrucciones de este manual especificarán las pruebas a ejecutarse en el sitio y los procedimientos exactos a ser seguidos durante la puesta en servicio e indicarán todos los datos a ser medidos, y donde sea adecuado, registrados; indicarán todos los ajustes, límites, etc., cantidades, dimensiones y tolerancias a ser controladas.
- .3 En adición a este manual, el Contratista suministrará un reporte de puesta en servicio con una relación histórica de los procedimientos de puesta en servicio empleados, incluyendo un registro completo de todas las pruebas y ajustes hechos y de todas las tolerancias controladas.

### 3.2.9. Manual de operación y mantenimiento

- .1 Toda la información necesaria para una operación confiable y mantenimiento del equipo será resumida en la forma de un manual en seis volúmenes (libros incorporando los documentos siguientes:

Volumen Título

- (i) Instrucciones de operación
- (ii) Equipo Mecánico y/o hidromecánico
- (iii)(iii) Equipo eléctrico
- (iv)(iv) Equipo de control, medición y de protección
- (v)(v) Equipo de izado
- (vi)(vi) Instalaciones domésticas

- .2 Los volúmenes anteriores serán encuadernados en forros de diferentes colores, preferentemente azul, negro, rojo, plomo, verde y amarillo para los volúmenes del (i) al (vi).
- .3 Volúmenes individuales contendrán por lo menos los siguientes documentos y datos:

(i)	Descripción general del equipo operaciones particulares Características técnicas principales. Conexión a sistemas externos (electricidad, agua, etc.) Instrucciones para personal de operación incluyendo pruebas periódicas, puntos de control, acciones requeridas siguiendo cada señal de alarma individual, etc. Resumen de reglas importantes, normas, precauciones de seguridad e instrucciones a ser seguidas durante la operación y mantenimiento del equipo. Señales de seguridad y advertencia a ser colocadas en el equipo. Inclusiones: diagramas de principio importantes (tuberías, sistemas eléctricos) y dibujos de disposición
(ii)	Lista de todos los subcontratistas con direcciones. Documentos Standard (catálogos, etc.). Hojas de datos detalladas con todas las características técnicas necesarias para operación, pedido de partes nuevas y mantenimiento de motores, válvulas, etc. Instrucciones de operación y mantenimiento indicando los intervalos de mantenimiento, precauciones especiales de seguridad, herramientas especiales, bosquejos/descripciones requeridos para trabajos de mantenimiento, etc. Listas de repuestos con códigos EDS de identificación y toda la información necesaria para pedido directo del fabricante. Dibujos de ensamblaje y dibujos de detalle importante.
(iii)	Como (ii) y adicionalmente. Todos los diagramas unificares importante sy planos de disposición de la subestación y tableros de distribución. Listas de cables eléctricos de fuerza y disposición de los trazados de cables. Esquemas de los circuitos y de cableado de sistemas eléctricos incluyendo designación de los terminales. Diagramas detallados de los aparatos y equipos con descripción de los requerimientos en función y mantenimiento.
(iv)	Como en (iii) y además: Diagramas funcionales detallados para sistemas de regulación, control, medición y protección, Diagramas detallados de los sistemas de telecontrol, transmisión de señales y telecomunicaciones. Lista de cables de control y medición. Lista de informaciones requeridas, sobre el equipo suministrado por otros contratistas.
(v y vi)	Documentos aplicables como en los volúmenes anteriores.

.4 Las secciones sobre "mantenimiento" serán divididas en dos partes:

Mantenimiento corriente (preventivo) indicando periodos de inspección, limpieza de rutina y procedimientos de lubricación, controles de seguridad, ajustes, etc.  
 Reparaciones y repasos describiendo el desarmado, traslado y reemplazo de partes, guías para la localización de fallas, instrucciones de reparación, etc.

.5 El manual de operación y mantenimiento, complementado con dibujos adicionales y documentos de proyecto a ser remitido al Propietario será el único documento a ser usado por el personal de operación de la planta. El manual debe ser revisado, en lo necesario durante la puesta en servicio de la planta y la edición final entregada al Propietario en un periodo de no menor de (10) diez días antes del inicio del "periodo de confiabilidad" del equipo. (La remisión del volumen apropiado del manual es un prerrequisito para la emisión del Certificado de Aceptación de la sección correspondiente de los trabajos).



### **3.2.10. Dibujos, especificaciones y diseños "Como Construido**

- .1 Después de la puesta en servicio el Contratista remitirá cuatro (4) juegos de copias, un (1) juego de copias reproducibles y un juego de microfotografías de todos los dibujos "como construido), especificaciones y diseños que correspondan a los dibujos, especificaciones y diseños aprobados completados y modificados, en caso de necesidad, durante el montaje y/o la puesta en servicio.
- .2 Las copias reproducibles serán de buena calidad de película de poliéster; el material debe ser aprobado por la Supervisión.

### **3.3. REVISIÓN DE LOS DOCUMENTOS**

#### **3.3.1. Generalidades**

- .1 Los dibujos y documentos mencionados en esta sección serán sometidos a la Supervisión "para su aprobación". Los tiempos de entrega de los documentos estarán de acuerdo con lo estipulado en 9.4.
- .2 Todos los documentos a ser aprobados por la Supervisión cumplirán con los siguientes requerimientos:

Serán marcados con número de identificación de documento; fecha de emisión y rango de revisión.

Serán remitidos en por lo menos tres (3) copias con letras y líneas oscuras en papel claro durable.

Todos los dibujos, hojas de cálculos, etc. serán doblados en tamaño de aproximadamente 300 mm x 20 mm o una medida estándar aprobada por la Supervisión.

#### **3.3.2. Revisión de dibujos, especificaciones y diseños suministrados por el Contratista.**

- .1 La firma del Contrato no implica aprobación de dibujos y datos sometidos por el Contratista en su propuesta.
- .2 El Contratista enviará a la Supervisión, para su aprobación, tres (3) copias de todos los dibujos importantes, especificaciones y diseños con toda la información pertinente. Una copia le será devuelta al Contratista con uno de los siguientes sellos:

"Aprobado": esta marca autoriza al Contratista a proceder con el trabajo de Contrato indicado en el documento.

"Aprobado salvo indicaciones anotadas" esta marca autoriza al Contratista a proceder con el trabajo de Contrato indicado tomando en cuenta las notas, y someter los dibujos, especificaciones o diseños, nuevamente para su aprobación.

"Devuelto para corrección" esta marca requiere del Contratista hacer las correcciones indicadas y someter los dibujos, especificaciones o diseños nuevamente para su aprobación antes de comenzar el trabajo de Contrato indicado en el documento.

- .3 Las remisiones "Aprobadas" por la Supervisión de ninguna forma relevarán al Contratista de sus responsabilidades contractuales.
- .4 Cuando los dibujos revisados o dibujos que han sido devueltos al Contratista marcados con "Aprobado salvo indicaciones anotadas" o "Devuelto para Corrección" son sometidos para aprobación, el membrete de revisión será completado con la descripción y fecha de revisión y con la letra o numeral apropiado de revisión, el cual será claramente indicado contiguo a la revisión o modificación que requiere la aprobación.
- .5 No será hecha ninguna revisión afectando el diseño después de que un dibujo ha sido "Aprobado", el contratista debe poner un sello "Aprobado por la Supervisión " fecha"; sobre el original del documento y enviar:

- Tres (3) copias a la oficina local de la Supervisión.

- Una (1) copia a la oficina principal de la Supervisión.
- Una (1) copia al Propietario

.6 Un sello separado "Plano Definitivo" debe indicar que se trata de la última edición válida del documento.

.7 Plazo para la aprobación de parte de la Supervisión será de un (1) mes.

#### 3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE DOCUMENTOS

Los plazos para la entrega de documentos son los siguientes:

Dentro de los treinta (30) días del recibo del anuncio para Proceder (A.P.P.)

Tres (3) juegos de:

- Programa de construcción
- Plano de clasificación de diseños y planos

Dentro de los sesenta (60) días de la recepción del .P.P.

Tres (3) juegos de:

- Programas de Diseño y Manufactura
- Programación de entregas de montaje y puesta en servicio.
- Dibujos de principio importantes (esquema unificar del equipo eléctrico).
- Reportes de pruebas tipo y literatura concerniente a equipo Standard.
- Un programa de las pruebas de recepción y pruebas de materiales efectuados en los talleres, incluyendo lista de pruebas.

Dentro de los noventa (90) días de la recepción del A.P.P.

Tres (3) juegos de:

- Planos de disposición de los equipos.
- Cargas para las fundaciones de todos los ítems del equipo que será suministrado y detalles de anclas y soportes.
- Dibujos preliminares mostrando detalles de conexiones con ítems construidos o instalados por otros bajo otros contratos.
- Dibujos preliminares de ensamble del equipo con detalles de los materiales que se proponen usar.
- Esquemas eléctricos principales.
- Planos de estructuras y bandejas para cables.
- Entrega de todos los dibujos relacionados con los trabajos civiles.

Antes de principiar la fabricación

Tres (3) juegos de:

- Dibujos detallados de fabricación con todas las dimensiones importantes, dibujos de ensamblaje final, esquemas de regulación y control, esquemas de tuberías y ductos, planos de cables, esquemas funcionales y esquemas de cableado elaborados para el buen entendimiento y proporcionar información completa acerca de los principios operativos.
- Cálculos de dimensionamiento y de resistencia como requiera la Supervisión.
- Cálculos de las velocidades críticas
- Cálculos de estabilidad y de características de regulación.
- Lista de los subcontratos.

Durante la fabricación

Tres (3) juegos de:

- Informes mensuales de progreso, (al 15 de cada mes precedente).
- Aviso de pruebas de material e inspecciones de fabricación.
- Informes de inspección, incluidos registros de pruebas de material de piezas de fundición.
- Certificados de inspecciones (se requieren dos (2) juegos adicionales completos y encuadernados).
- Por lo menos treinta (30) días antes del embarque.
- Tres (3) juegos de listas de empaque para cada envío.

- Tres (3) juegos de instrucciones para la carga, descarga, manejo y precauciones especiales a ser observadas para su almacenamiento en el lugar. Serán remitidas tres (3) copias al representante de la Supervisión en el sitio.

Por lo menos noventa (90) días antes del inicio del montaje.

- Tres (3) juegos del "Manual de instalación".
- Tres (3) juegos completos de dibujos aprobados que todavía no se hayan entregado.
- Tres (3) copias de una lista indicando dispositivos de izado especiales.
- Tres (3) copias del programa de montaje detallado para cada componente.
- Tres (3) copias de información detallada (tipo, industria, etc.) de los productos usados para primera mano y pintado de todos los componentes.
- Una (1) lista de herramientas especiales necesarias para cada ítem del equipo.
- Por lo menos sesenta (60) días antes del inicio de la puesta en marcha.
- Tres (3) juegos del "Manual de Puesta en Servicio" y del Manual de Operación y Mantenimiento".

Dentro de los seis (6) meses siguientes a la fecha de la Aceptación Provisional

- Seis (6) juegos de los "Manuales de Operación y Mantenimiento" actualizados con información complementaria incluida durante la puesta en marcha.
- Tres (3) copias del reporte de puesta en servicio final y del "Manual de puesta en servicio" actualizados con datos aumentados durante la puesta en servicio.
- Los dibujos, especificaciones y diseños "Como Construido" según 3.2.10.

Dentro de los treinta (30) días siguientes a la petición de la Supervisión de cualquier información

Tres (3) copias de:

- Dibujos especificaciones y hojas de datos revisados.
- Cualquier información revisada la cual no haya sido anteriormente aprobada por la Supervisión.
- Dentro de los quince (15) días de cualquier acontecimiento
- Cualquier cambio del Contratista a la propuesta original aprobada por la Supervisión.
- Todo error de cualquier clase descubierto por el Contratista.
- Certificados de pruebas o reportes de pruebas a no ser que se acuerde de otra forma.
- Cualquier falla del equipo y/o material.
- Cualquier atraso en relación al programa de actividades

#### 4. PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN

##### 4.1. FUNDICIONES

- .1 Las fundiciones deben ser de una calidad de grano fino, libre de defectos tales como segregaciones, soplamientos, burbujas de gas, arena y otras imperfecciones, rajaduras y fisuras, etc. Y deben ser satisfactoriamente limpiadas y maquinadas para su uso intentado.
- .2 Las superficies de las fundiciones que no necesiten ser trabajadas a máquina y las cuales estarán expuestas a la vista deben ser cuidadosamente esmeriladas y acondicionadas para presentar una buena apariencia y para su pintado. Los defectos existentes deben ser detectados, ubicados y marcados y todos los defectos que puedan deteriorar la resistencia o utilidad de la fundición deben ser removidos hasta el metal sano o las piezas cambiadas por otras en buenas condiciones. La excesiva concentración de impurezas, segregaciones o separaciones de elementos de aleación en puntos críticos en una pieza fundida será motivo suficiente para su rechazo.
- .3 Las fundiciones estarán sujetas a inspecciones en la fundición des descripción general del equipo operaciones particulares después de la limpieza y todos los defectos serán corregidos. En adición a las inspecciones visuales se incluirán en lo posible, pruebas no destructivas tales como Magnaflux, ultrasónicas y de rayos - X.
- .4 Las pruebas no destructivas deben ser repetidas después de las reparaciones y el tratamiento térmico.
- .5 Las inspecciones visuales y pruebas no destructivas en fundiciones importantes serán testimoniadas por la Supervisión quién tendrá también el derecho de requerir pruebas no destructivas adicionales de cualquier tipo (a expensas del Contratista) hasta que la Supervisión esté completamente satisfecho en relación a una reparación adecuada para el soldado y reparación.
- .6 Los defectos menores los cuales no dañaran la resistencia o utilidad de las fundiciones, pueden ser reparados por soldadura de acuerdo a prácticas de fundición sin recurrir a la Supervisión. Los defectos se considerarán menores cuando la cavidad preparada para el soldado no sea mayor del 25% del espesor de pared pero en ningún caso mayor de 25 mm y cuando el área a ser soldada no exceda a los 160 cm<sup>2</sup>.
- .7 A pesar de lo arriba mencionado, una acumulación de defectos menores los cuales, en opinión de la Supervisión, provoquen dudas sobre la calidad general del fundido, serán considerados como defectos mayores. Un informe descriptivo completo de defectos mayores, suplementados con esquemas, fotografías y reportes de pruebas metalúrgicas y el procedimiento proyectado de su reparación debe ser remitido a la Supervisión para su revisión antes de cualquier reparación. Si la reparación de defectos reduce la sección-transversal de la pieza fundida en más de 50% o la resistencia requerida en más del 50%, la pieza fundida será rechazada.
- .8 Un fundido con defecto mayor reparado después del tratamiento térmico, o con cualquier defecto que disminuya la resistencia de la pieza o la estabilidad dimensional de la parte terminada y reparada después del tratamiento térmico, será sometida a un nuevo tratamiento térmico.
- .9 Para los rodetes de las turbina se aplicarán las estipulaciones incluidas en la publicación CCH70-2 8cahier des charges de reception des pieces en Acier Moulé pour machines hydrauliques).

##### 4.2. FORJADOS

- .1 Los lingotes de los cuales serán hechos los forjados serán vaciados en moldes de metal. La mano de obra debe ser de primera clase en todos los aspectos y los forjados serán libres de todos los defectos que afecten su resistencia y durabilidad, incluyendo grietas, canales, defectos, rajaduras, incrustaciones, aletas, porosidad, puntos duros, inclusiones no metálicas y segregaciones excesivas.
- .2 Los forjados deben ser claramente estampados con el número de carga en una ubicación tal que pueda verse fácilmente cuando el forjado sea ensamblado.

- .3 Todos los forjados que excedan los 150 mm de diámetro serán objeto de examen interno para la detección de grietas y sometidos a tratamiento térmico para la eliminación de tensiones residuales.

#### 4.3. SOLDADURA

##### 4.3.1. Generalidades

- .1 A menos que la Supervisión permita otra forma, todas las partes de acero a ser soldadas deben ser fabricadas de acero producido para este propósito, con un contenido de carbón no mayor del 0.2% y un contenido de fósforo de no más de 0.05% el acero usado tendrá una alta resistencia de impacto.
- .2 Donde quiera que la soldadura sea especificada o permitida, el proceso de soldadura, debe ser aprobado por la Supervisión y cumplir en líneas generales con las normas DIN u otras normas aprobadas. La aprobación del procedimiento de soldadura no liberará al Contratista de su responsabilidad en relación a la operación correcta de la soldadura, el uso de electrodos correctos y a la minimización de distorsiones en las piezas acabadas.
- .3 Cuando el procedimiento de soldadura ha sido aprobado por la Supervisión, el Contratista preparará un dibujo registro para mostrar el proceso aprobado. El dibujo incluirá detalles tales como la forma de los bordes a ser soldados, tipos de electrodos y otros materiales de soldadura, secuencia del soldado, etc. Cualquier cambio en el proceso de soldadura, después de que éste ha sido aprobado, requerirá el consentimiento de la Supervisión.
- .4 En lo posible, se realizará la soldadura en el taller. Las soldaduras que tienen que realizarse en el sitio serán expresamente indicadas en los planos.
- .5 El Contratista debe cumplir con las recomendaciones e los fabricantes de acero concernientes a electrodos, soldado y tratamiento térmico del material. No obstante lo arriba mencionado, la adecuabilidad de los electrodos que usarán para el soldado y los métodos de soldadura ya sea para soldaduras en taller y/o el sitio deben ser demostrados por ensayos y pruebas a satisfacción de la Supervisión. La soldadura automática estará permitida en talleres.
- .6 Donde sea requerido por las especificaciones y en todas las juntas soldadas importantes, se debe efectuar un examen no-destructivo de la soldadura acabada.
- .7 Todas las pruebas serán realizadas de acuerdo a las normas DIN apropiadas u otras normas aprobadas. Todas las soldaduras y pruebas en ítems del equipo serán realizadas a completa satisfacción de la Supervisión. Pruebas mecánicas serán realizadas en presencia de la Supervisión en caso de que este lo requiera.
- .8 Los costos de todas las pruebas, incluyendo soldadores, material y el suministro de todo el equipo necesario para la realización de inspecciones, pruebas, precalentamiento y eliminación de tensiones internas (incluyendo todo el aislamiento térmico para la retención del calor y para la protección del soldador) será efectuado por el Contratista a su propio costo.
- .9 Copias de los registros de todos los procedimientos de soldadura, incluyendo el precalentamiento y eliminación de tensión, análisis químicos y propiedades físicas, deberán estar disponibles a requerimiento de la Supervisión.
- .10 Todas las medidas de protección necesarias contra la influencia atmosférica, humedad, etc., deberán ser tomadas para la obtención de una soldadura de primera calidad. Los electrodos deben estar completamente secos. No se permitirán puntos de ignición cerca de las soldaduras.

##### 4.3.2. Calificación de los soldadores

- .1 El Contratista será responsable de la calidad de todo trabajo de soldadura realizado por sus soldadores y los soldadores de los sub-contratistas. Todos los soldadores empleados en el soldado de recipientes de presión y componentes sujetos a presión, incluyendo reparaciones de soldadura, deben haber aprobado una prueba de calificación de operación cumpliendo con los estándares por lo menos iguales a la última edición de "Standard Qualification Procedure" de la Sociedad Americana de Soldadura o Standard

DIN 8560 Y 8563. El Contratista debe examinar a los soldadores periódicamente y en forma regular para confirmar su calificación.

- .2 El Contratista debe proporcionar todas las facilidades, equipo, materiales y otros ítems requeridos para la realización de pruebas de calificación de sus soldadores, ya sea en taller o en el sitio. El procedimiento para la calificación y prueba de sus soldadores en el sitio debe ser desarrollado y realizado por el Contratista.
- .3 El Contratista deberá proporcionar a la Supervisión los certificados de los soldadores si así lo requiere. La Supervisión tendrá el derecho de hacer reexaminar a cualquier soldador en cualquier momento durante el Contrato.
- .4 Cada soldador empleado por el Contratista deberá tener un número distintivo o marca para su estampado en cada pieza de prueba. El Contratista debe llevar un cuidadoso registro de la posición de las soldaduras realizadas por cada uno de los soldadores.
- .5 Solamente los soldadores altamente especializados deberán ser usados para soldaduras en aluminio. Deberán seguirse los Standards DIN o equivalente.

#### **4.3.3. Equipo de Soldadura**

- .1 Todo el equipo de soldadura, tales como máquinas de soldar, transformadores, cables, porta electrodos, electrodos, etc. para el soldado de partes y componentes del equipo en el sitio y todo el equipo de precalentamiento, calentadores de electrodos, material de calentamiento, equipo de revendido, etc. Deben ser suministrados en suficientes cantidades cuando así sea requerido para asegurar un progreso ininterrumpido y rápido de los trabajos de soldadura y montaje.
- .2 Todo el equipo de soldadura y material relacionado deben ser de marcas de prestigio, construcción recia y de capacidad suficiente para el cumplimiento del propósito proyectado.

#### **4.3.4. Preparación para la soldadura**

- .1 Los elementos o secciones a ser unidos por soldadura deben ser cortados en exactamente en forma y medidas ya sea por medios mecánicos tales como cortadoras, maquinado, amoladoras o mediante cortadura a gas o por arco, de acuerdo a las condiciones. El diseño de las juntas de soldadura y la selección de metal de relleno de soldadura deben estar de acuerdo con las normas DIN u otros estándares aprobados y deben permitir una penetración completa y una buena fusión con el metal base. Los bordes deben ser formados adecuadamente para alojar los variados tipos de soldadura. Los bordes de superficies que serán soldadas deben ser de metal ileso, libres de defectos visibles (a por lo menos 30 mm hacia atrás del borde de la soldadura), tales como laminaciones o defectos causados por operaciones de corte, y libres de herrumbre, aceite, grasa u otro material extraño.
- .2 El precalentamiento debe ser realizado, donde se requiera, para la eficiencia en el soldado y para el logro de la perfecta fusión y calidad de soldadura. El precalentamiento debe ser ejecutado con el mayor cuidado, bajo constante control y supervisión cuidadosa.

#### **4.3.5. Soldaduras**

- .1 En lo posible, las soldaduras deben ser continuas. Soldaduras en ángulos podrán ser usadas para uniones con refuerzos o elementos auxiliares tales como soportes, cintas de soldaduras, etc.
- .2 La resistencia de la soldadura de todo equipo sujeto a elevadas tensiones y/o esfuerzos alternativos, vibraciones, etc. deben ser por lo menos iguales a la resistencia de las partes unidas por la soldadura.
- .3 Entre placas y otras secciones en donde se transmitirán tales tensiones, solamente se permitirán soldaduras a tope. Todas las soldaduras a tope importantes deben tener un 100% de penetración y en lo posible, deben ser soldaduras por ambos lados. El lado posterior de la primera corrida debe ser adecuadamente cincelada hasta el metal limpio antes de que las corridas de sellado sean depositadas.

- .4 Las soldaduras a tope hechas en el sitio, las cuales pueden ser soldadas solamente por untado deben ser efectuadas por medio de cintas (backstrips) sobre todo el largo de la costura a ser soldada. Las cintas (backstrips) deben ser fijadas al lado inferior del elemento superior, para prevenir la acumulación de agua y polvo.
- .5 La soldadura de recipientes de presión o sometidos a presión, así como de sus componentes, será de soldadura por fusión realizado por arco eléctrico en el cual el material de soldadura depositado y el arco mismo estarán protegidos de los elementos atmosféricos. El procedimiento a ser seguido en la soldadura de todas las partes de tales recipientes y componentes incluyendo costuras principales, costuras circunferenciales y secundarias será planificado en detalle por el Contratista y remitido a la Supervisión para su aprobación.
- .6 La diferencia en espesor de placas soldadas a tope no deberá exceder a los 3 mm. Donde planchas de mayor espesor sean soldadas, se debe formar una transición con un gradiente a 1:5.
- .7 Las soldaduras deben ser balanceadas tanto como sea posible para minimizar la distorsión y las tensiones residuales. Las vigas tipo cajas deben ser soldadas en tal forma que queden completamente herméticas.
- .8 Todas las soldaduras transversales a la dirección de flujo y las soldaduras longitudinales de tuberías de repartición serán esmeriladas por dentro hasta quedar lisas con las planchas. Serán esmeriladas por dentro y fuera donde ocurra un esfuerzo dinámico.

#### **4.3.6. Tratamiento térmico post soldado**

- .1 Se aplicará el tratamiento térmico, postsoldado, allí donde existan altas tensiones residuales debido a la soldadura. El tratamiento térmico de post soldado se aplicará en particular a partes con espesor de pared mayor de 35 mm, partes complicadas tales como bifurcaciones y allí donde ocurra inversión de tensiones.
- .2 El tratamiento térmico post soldado debe ser realizado a una temperatura de aproximadamente 600 grados centígrados. La temperatura exacta, así como cualquier variación en temperatura, serán determinadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la plancha. El tiempo del tratamiento deberá ser de por lo menos 2 1/2 minutos/mm de la plancha mas gruesa.
- .3 El tratamiento térmico post soldado, deberá se realizado antes del trabajado a máquina u otro trabajo de procesamiento.
- .4 La soldadura para elementos tratados térmicamente después del soldado, estará limitada a casos inevitables los cuales requerirán aprobación de la Supervisión.

#### **4.3.7. Defectos y reparaciones**

- .1 Las planchas contaminaciones descubiertas después del cortado serán rechazadas a menos que la porción laminada sea solamente local y pueda ser reparada fácilmente, tales reparaciones requerirán el consentimiento de la Supervisión.
- .2 Los defectos de soldadura deben ser reportados a la Supervisión. El Contratista usará su discreción en la determinación de que si es o no ventajoso extraer y reparar la soldadura. Su decisión requerirá la aprobación de la Supervisión.
- .3 Los defectos en soldaduras, los cuales serán reparados, deben ser esmerilados hasta el metal ileso, tratados con magniflux, o probados ultrasónicamente para asegurar que el material defectuoso ha sido extraído completamente antes de la reparación de la soldadura. Se le informará a la Supervisión y se le dará la oportunidad de hacer un examen después de que haya sido extraído el defecto y antes de que comience la reparación de la soldadura. Las reparaciones deben realizarse de acuerdo a las normas DIN correspondientes y con la aprobación de la Supervisión. El Contratista será completamente responsable de la ejecución en servicio de todo el trabajo de soldadura.

#### **4.4. BALANCEADO**

Todas las partes rotatorias y giratorias deberán ser fielmente balanceadas estáticamente, y cuando sea apropiado, dinámicamente de modo tal que a cualquier velocidad hasta la velocidad máxima de empalamiento no ocurran vibraciones o ruidos excesivos.

**5. TRATAMIENTO DE SUPERFICIES Y PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN**

**5.1. ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES**

- .1 Esta sección cubre los requerimientos estándar para la protección el pintado de superficies de acero o estructuras y equipos electromecánicos e hidromecánicos.
- .2 Las siguientes especificaciones son requerimientos mínimos. El Contratista deberá aplicar las mejores prácticas recomendadas y reconocidas para la ejecución del trabajo. El Contratista puede seleccionar otro sistema de pintado si él estima que es más adecuado que el especificado para ciertas superficies o condiciones. Cualquier modificación o desviación de estas especificaciones deben ser aprobadas por la Supervisión. Además, todos los sistemas de pintado propuestos deben ir de acuerdo con las especificaciones el fabricante de las pinturas. Sin embargo, el Contratista tiene, en todo caso, la completa responsabilidad por el trabajo efectuado.

**5.2. NORMAS ESPECIALES**

Se aplicarán los siguientes códigos, Standard y especificaciones:

CEI Pub. Nº 68,		
721-1,2,3	Comisión Electrotécnica Internacional	
SIS	0559001967	Swedish Corrosion Institute
SSPC	Steel Structures Painting Council	
DIN	55928	Deutsche Industrie Normen
DIN 50976		
DIN	53151	
BS	4232	British Standards
RAL	Color Schedules	

**5.3. GENERALIDADES**

- .1 El equipo y las partes de acero (excepto las superficies cubiertas o empotradas en concreto y de acero inoxidable) deben ser pintadas, galvanizadas tratadas con capas protectoras para prevenir su corrosión y para proporcionar una apariencia sutil y agradable. Este trabajo debe abarcar al tratamiento de las superficies, las primeras manos, y la aplicación de pintura o revestimientos metálicos en los talleres y en el sitio, incluyendo todo trabajo de reparación que pudiera ser necesario.
- .2 Las partes empotradas en concreto no deben ser protegidas contra la corrosión. Sin embargo, las zonas de transición de revestimientos y tuberías de acero serán pintadas en una extensión de 1 m dentro del concreto, todas las otras superficies de acero en concreto en una extensión de 200 mm dentro del concreto.
- .3 Las partes trabajadas a máquina y superficies de soporte del equipo mecánico, las cuales no deben ser pintadas, deben ser limpiadas y protegidas temporalmente contra la corrosión en los talleres del fabricante mediante la aplicación de una laca preventiva antiherrumbre o una película plástica aprobada. Allí donde los métodos de protección contra la corrosión, antes mencionados, sean impracticables tales partes deben ser cubiertas eficazmente con grasa de alto punto de fusión. Después de la instalación, tales partes deberán ser limpiadas con solvente y pulidas.
- .4 El revestimiento debe ser realizado de acuerdo a la mejor práctica profesional requerida para el logro de un acabado eficiente y duradero del material suministrado.
- .5 Se tendrá especial cuidado en la adecuación relativa a las condiciones locales, del equipo de arenado, del control contra el polvo y para la extracción de la arena.
- .6 Antes del pintado y protección de las superficies, el Contratista debe remitir a la Supervisión para su aprobación el método de pintado que ha elegido incluyendo todas las hojas de datos de las pinturas. Esta información debe ser remitida a más tardar seis meses antes el inicio de los trabajos de pintado.
- .7 Deberá prestarse la máxima atención, APRA la protección de todos los materiales, tomando en consideración las condiciones durante el transporte por mar hacia el puerto de destino, el transporte terrestre al sitio y su almacenamiento en el sitio.



- .8 Los colores de las superficies externas pintadas del equipo y de las estructuras deberán estar de acuerdo con un Código de Colores aprobado.
- .9 Los revestimientos deberán ser especialmente resistente a los golpes mecánicos, variaciones de presión, temperatura y vibraciones, etc. Para las superficies internas, el Contratista deberá evitar el uso de revestimientos que contaminen los fluidos con los cuales estén en contacto.

#### **5.4. MATERIAL Y MANO DE OBRA**

##### **5.4.1. Almacenamiento y manejo**

Los materiales de pintado deberán ser almacenados y mezclados por el Contratista en concordancia estricta con las instrucciones del fabricante. Los materiales de pintado deben ser usados antes de la fecha de expiración indicada por el fabricante. Todas las precauciones necesarias de seguridad deben ser tomadas en cuenta, especialmente en relación al peligro de fuego.

##### **5.4.2. Equipo del Contratista**

- .1 El Contratista deberá observar todas las precauciones de seguridad y salud para sus trabajadores y terceros. El equipo necesario, tales como ventiladores, unidades de aire acondicionado, máscaras de seguridad, redes, etc. deben ser proporcionados por el Contratista. Todo el equipo deberá estar de estricto acuerdo con los respectivos códigos de seguridad y regulaciones asegurando un trabajo eficiente de alta calidad.
- .2 El Contratista será responsable de la eliminación adecuada de los recipientes vacíos, trapos sucios y otros desperdicios. Será también de entera responsabilidad del Contratista el cuidar que no sean pintadas las paredes de los equipos y estructuras que no deben ser pintadas tales como placas de designación, instrumentos, paneles, pisos, paredes, etc. y deberá proporcionar e instalar todas las telas, pantallas, etc. para evitar el salpicado de la pintura.

##### **5.4.3. Material de pintura**

El material de pintura debe ser entregado en recipientes originales sanos, que porten la etiqueta de fábrica y la designación del color instrucciones de almacenamiento de su manejo. Todo el material para pintura deberá ser suministrado por solo un fabricante, el cual deberá garantizar la compatibilidad y la calidad del material de pintura. Se le remitirá a la Supervisión una lista completa del material de pintura propuesto. Para sistemas de pintado multicapas cada capa deberá tener un color diferente.

##### **5.4.4. Preparación del material de pintado**

- .1 Las pinturas deberán ser distribuidas a los lugares de trabajo, en lo posible, ya preparadas. La adición de agentes disolventes y la mezcla de dos sistemas multicomponentes deberá ser realizado en la Obra de acuerdo a las direcciones del fabricante. El mezclado y homogenizado del material de pintado deberá ser hecho por una mezcladora mecánica o agitadora en el recipiente original. Después del mezclado de la pintura, ésta debe ser vaciada en un recipiente limpio para evitar que las pigmentaciones asentadas se acumulen en el fondo.
- .2 El equipo del pintor deberá ser de una calidad perfecta y deberán ser garantizados el servicio y mantenimiento. La limpieza del equipo deberá ser realizada consistentemente en cada intervalo de trabajo.

##### **5.4.5. Aplicación**

- .1 Los métodos más comunes de aplicaciones son la pintura a la brocha, rodillo proyectada por presión o por soplete de aire comprimido. La selección del método de aplicación depende de la superficie que va a ser pintada. La calidad de la pintura de ninguna manera deberá estar negativamente afectada. Las direcciones del fabricante deben regir para la selección de método de aplicación. Las superficies inaccesibles deberán ser pintadas antes de la instalación de las estructuras con capas primarias y de acabado de acuerdo a la especificación. Las áreas inaccesibles para el equipo de pintado a soplete deberán ser pintadas a brocha. Las esquinas y bordes deben ser precubiertas, los pernos, tornillos, tachones, ribetes, etc. deberán ser pintados como un todo después de la erección.

- .2 La pintura base deberá ser aplicada solamente a una superficie absolutamente limpia y seca. La temperatura y el tiempo de secado deberán estar de acuerdo con las direcciones del fabricante. En lo posible deberá aplicarse la capa base y una capa intermedia en el taller del Contratista y en lugares internos.
- .3 Durante el pintado la temperatura del aire deberá ser de por lo menos 5 grados centígrado y la temperatura de las estructuras deberá ser de 3 grados centígrados por encima del punto de humedad. Durante el secado de la pintura, la temperatura no deberá ser inferior a los 0 grados centígrados. Para todas las pinturas, la temperatura superficial del metal no debe ser mayor de 50 grados centígrados durante el pintado. En relación a pinturas especiales, deberán seguirse los requerimientos del fabricante.
- .4 El trabajo de limpieza y pintado será interrumpido en áreas externas y en lugares no acondicionados bajo las siguientes condiciones: lluvia, niebla, rocío, temperaturas bajas, vientos polucionados, arena y otros polvos. La preparación de la superficie y la aplicación de la primera capa de pintura son operaciones paralelas a ser realizadas con un máximo retraso de 4 horas.
- .5 Toda la pintura deberá estar libre de imperfecciones, fisuras y burbujas. Goteos deben ser igualados inmediatamente. Después de la última capa, todo el pintado deberá también estar libre de porosidades. Después de la instalación del equipo se deberán reparar todos los daños a las superficies pintadas. Las soldaduras, manchas por oxidación, escorias, etc. deberán ser reparadas y repintadas. Para este retoque, se usará el mismo material de pintura. Las capas reparadas deberán tener en su acabado, la misma apariencia que el original.

#### 5.4.6. Inspección

- .1 El Contratista informará a la Supervisión antes del inicio del trabajo de pintado. La Supervisión o el representante de la Supervisión tendrán libre acceso al taller de pintura durante el curso del trabajo para inspeccionar lo siguiente:

Inspección visual de la preparación de superficies; bases de comparación: índice fotográfico dado en la norma SIS 055900.

Inspección de la mano de obra y conformidad con las especificaciones.

Inspección de superficies pintadas incluyendo la medición de espesor de capas secas y pruebas de adhesión.

- .2 Todas las áreas de pruebas para pruebas destructivas (ej. Extracción de pintura, pruebas de cortes, etc.) deberán ser reparadas correctamente por el Contratista.
- .3 Para asegurar la conformidad con las especificaciones en relación a espesor de la capa seca, el Contratista realizará un número suficiente de pruebas. El espesor de la película seca deberá ser medido por la Supervisión. Las tolerancias admisibles de espesores de películas secas de todas las partes inspeccionadas estarán de acuerdo a DIN 55 928; ej. Solamente un 5% de todas las medidas realizadas serán permitidas de ser inferiores al 20% del espesor de película seca nominal especificado.

#### 5.4.7. Garantía

La calidad de la superficie debe ser suficiente buena como para garantizar un grado de corrosión menor que Re 1 de acuerdo a DIN 53 210 después de cinco años.

### 5.5. PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES

#### 5.5.1. Limpieza

Todas las superficies a ser pintadas deberán ser cuidadosamente limpiadas de suciedad, polvo, grasa, escamas de cemento o aceite antes de la aplicación de la pintura. El aceite y la grasa deberán ser quitados con solventes no nocivos a la superficie. Si es requerido por el sistema de pintado, la superficie debe ser finamente limpiada por agua. Las superficies deberán estar secas a menos que se requiera de humedecimiento para un material particular de acabado. Cualquier superficie contaminada durante la aplicación de la pintura deberá ser limpiada al grado especificado antes de continuar con el pintado.

### 5.5.2. Extracción de Herrumbre

- .1 El herrumbre grueso en las superficies de acero deberá ser eliminado antes de continuar, de acuerdo a las normas mencionadas en la sección 5.2.
- .2 El grado requerido de preparación de las superficies para el sistema de pintado a aplicarse está asignado y descrito en SIS 055900. El grado de preparación debe ser comparado con las fotos índice, dadas en las normas antes mencionadas.
- .3 En lo posible, la extracción mecánica (chorro de arena, chorro instantáneo y/o cepillado de acero) de herrumbre y escamas deberá ser realizada en los talleres del fabricante.

#### 5.5.2.1. Desherrumbramiento por rascamiento, cepillamiento o amolamiento

Grado st3 de acuerdo a SIS 055900 (EQUIVALENTE A SSPC SP-3, DIN 55928-st3):

El cuidadoso rascamiento y cepillado (con cepillo de acero, máquina cepilladora, máquina amoladora o equivalente) hasta que todas las escamas de forjadura, herrumbre y materias extrañas sean extraídas. La superficie deberá ser luego limpiada con una aspiradora de aire seco comprimido o con un cepillo limpio. Después de la limpieza, la superficie deberá tener un lustre metálico y deberá corresponder al foto índice para st3.

#### 5.5.2.2. Desherrumbramiento mediante chorro de arena

- .1 No se efectuará el arenado a temperaturas cercanas al punto de rocío (no menos de 3 grados centígrados por encima del punto de rocío). No se permitirá tocar las superficies arenadas con las manos desnudas.

Grado Sa 2 ½ de acuerdo a SIS 055900 (equivalente a SSPC – SP 10 – SA 2 ½, BS 4232 Segunda calidad)

- .2 Las escamas de forjadura y las materias foráneas deberán ser cuidadosamente eliminadas a chorro de arena de tal manera que los restos aparenten ser decoloraciones de brillo. La superficie deberá ser luego limpiada ya sea por un aspirador, aire comprimido seco y sin aceite o con un cepillo limpio. Después de la limpieza las apariencias de la superficie deben corresponder al foto índice para Sa 2 ½.

Grado SA 3 de acuerdo a SIS 055900 (equivalente a: SSPC – SP 5, DIN 55928 – SA3, BS 4243, Primera Calidad):

- .3 Arenado hacia metal blanco. Toda la escama del forjado, herrumbre y materia foránea deberán ser totalmente extraídas. La limpieza del polvo se efectuará como se ha descrito arriba para Sa 2 ½. Después de la limpieza la superficie deberá ser puramente metálica y corresponder al foto índice para SA 3.

## 5.6. PRIMERA CAPA

### 5.6.1. Preparación de la superficie

La limpieza y la extracción de polvo se efectuarán en la forma descrita en las subcláusulas 5.5.1 y 5.5.2.

### 5.6.2. Material de Primera Capa

El primario (material de primera capa) sirve, en primer lugar, como protección contra la corrosión. En adición se logra la adherencia entre las pinturas base, primaria y de acabado. Las primarias tienen solamente una resistencia limitada al clima. El espesor de película seca especificado deberá ser aplicado a todas las superficies del equipo como sea requerido. Después de efectuado lo anteriormente mencionado, el equipo o partes de él, pueden ser almacenadas al aire libre por un tiempo limitado solamente, hasta que la capa de acabado sea aplicada. Se usará solamente un primario de 2- componentes de epoxy resina con zinc en polvo para tal efecto en superficies tratadas por chorro de arena "A 2 ½ - 3).

### 5.6.3. Metalización

- .1 Mientras no se afecte la calidad de la fabricación de construcción, el primario puede ser reemplazado por una capa de zinc metálico. Si la pieza de construcción no llevara

pintura de acabado, la cobertura de zinc deberá tener un espesor mínimo de película seca como se indica en el párrafo .3 siguiente. Se deberá garantizar una perfecta adherencia entre la capa de zinc y la superficie del acero.

- .2 El método usual es el de galvanizado en baño caliente. Esto no requiere una preparación de la superficie como se especifica en la subcláusula 5.5.2. Generalmente las superficies galvanizadas requieren una capa primaria delgada para ofrecer una adherencia perfecta, si la superficie galvanizada subsecuentemente recibirá un pintado de acabado.
- .3 Según la Norma DIN 50976, el espesor de la capa de zinc será la siguiente:  
  
Espesor de la chapa 3 a 6 mm: 0.070 mm = 500 gr/m<sup>2</sup>  
Espesor de la chapa mayor a 6 mm: 0.085 mm = 610 gr/m<sup>2</sup>
- .4 Si son usadas capas de zinc aplicadas con pulverizador, se requiere el tratamiento de limpieza con chorro de arena hasta metal blanco (SA3 Swedish Standards) para asegurar la adherencia metálica del zinc. La capa deberá tener un espesor mínimo de 0.08 mm pero no mayor a 0.12 mm. Solamente un zinc puro, con una pureza del 99.95% deberá ser usado. La cantidad de zinc deberá ser de 500 g/m<sup>2</sup> para corresponder a una capa de 0.100 mm.

#### 5.6.4. Superficies que no deben ser pintadas

Antes de despachar partes con tales superficies, éstas serán protegidas por un recubrimiento de Tectyl 506 o equivalente. Esta protección deberá ser removida durante la instalación.

### 5.7. PINTADO DE ACABADOS

#### 5.7.1. Preparación de superficies de primera capa, galvanizadas o de acero inoxidable

- .1 Todas las superficies a ser pintadas deberán ser limpiadas cuidadosamente por medios adecuados antes de la aplicación de la pintura. Después de la limpieza de las superficies éstas deben ser enjuagadas para que no queden residuos.
- .2 Las superficies que deben ser imprimadas y que han sido contaminadas con grasa o aceite deberán ser desengrasadas de tal forma que no sea afectada la calidad del primario.
- .3 Capas de dos componentes con más de 6 meses de antigüedad, deben hacerse rugosas antes de la aplicación de la siguiente capa.

#### 5.7.2. Capas de acabado

- .1 Donde se requiera coloración específica o cuando el imprimado no es suficiente para proteger contra la corrosión se aplicará una capa de acabado. Las capas de acabado deberán ser solamente aplicadas a superficies imprimadas si no se especifica de otro modo. La superficie imprimada deberá ser preparada como se ha especificado arriba en la sección 5.7.1. La calidad y cantidad de las capas de acabado deberán ser regidas por las condiciones ambientales y su efecto sobre la superficie pintada.
- .2 La Supervisión seleccionará el tipo y tono de coloración de acuerdo a un código de color Standard (ej. VSLF, RAL, JPIA, MUNSELL, etc.). El Contratista remitirá tarjetas de color o muestras de color. A todo requerimiento de la Supervisión la muestra de color será aplicada a las superficies designadas.

#### 5.7.3. Cortado y soldado de estructuras pintadas

- .1 Todas las estructuras de acero pintadas que tienen que ser cortadas por autógena u otros métodos para fines de ajuste y soldadura y todas las soldaduras efectuadas en la obra deberán ser preparadas como se muestra en la Sección 5.7.5 "Preparación de Zonas de Cortes y Soldaduras".
- .2 La razón para este procedimiento es la formación de residuos agresivos cuando se quema la pintura. Estos residuos no pueden ser extraídos y así no es posible una preparación adecuada de superficie.

- .3 La reparación de la pintura se efectuará según lo descrito en la subcláusula 5.7.4 "Reparación de las capas primarias y de acabado".

**5.7.4. Reparación de la primera capa y acabado**

5.7.4.1. Preparación de la Superficie

Cuidadosa limpieza de toda la superficie a ser pintada mediante cepillos de acero, máquina amoladora, etc. hasta el grado ST 3 SIS 055 900).

5.7.4.2. Capa Primaria

- .1 Antes de la aplicación de las capas intermedias y de acabado todos los daños de la capa primara (primaria polvo zinc) o al galvanizado deben ser retocados con una primaria de 2-componentes basada en epoxy de zinc-cromado.
- .2 Donde la pintura de alquitrán epoxy sea usada para capas de acabado no será necesario una primaria en lo que concierne al trabajo de reparación.
- .3 El espesor de la película seca, el número de capas aplicadas y el tipo de capas de acabado deberán ser las mismas que las especificadas en los cuadros siguientes.

## 6. COMPONENTES MECÁNICOS

### 6.1. NORMAS

Al menos que se especifique de otra forma, las normas, códigos o recomendaciones bajo las cuales el equipo será diseñado, construido, manufacturado, probado e instalado deben ser las indicadas en la Sección 2.1.2.

### 6.2. DISEÑO

- .1 El diseño y la construcción de todo el equipo deberá estar de acuerdo con la mejor práctica actualizada de la ingeniería. Se pondrá énfasis en la resistencia, simplicidad y confiabilidad para asegurar un servicio continuo duradero con costos de mantenimiento reducidos.
- .2 El equipo y componentes deberán ser de diseño estándar del fabricante, a condición de que este diseño esté siempre de acuerdo con las especificaciones. En lo posible, se usarán componentes los cuales hayan probado ser satisfactorios por previa experiencia.
- .3 Todo el equipo, incluyendo accesorios auxiliares, deberán ser construidos e instalados previniendo acceso expedito interno y externo para facilitar la inspección, limpieza, mantenimiento y trabajos de reposición. El equipo deberá ser diseñado en lo posible de tal forma de que se pueda realizar inspección, mantenimiento y reposición de cualquier componente particular o equipo sin el requerimiento del desmantelamiento previo de otro equipo o componentes permanentemente instalados.
- .4 Las partes removibles del equipo deberán ser fijadas con elementos no corrosivos. El tipo, material y medida de todos los elementos de fijación deberán ser seleccionados para resistir en forma adecuada las cargas máximas directas superpuestas, alternadas, cinéticamente y térmicas y todas las cargas a las cuales pudieran estar sujetas durante la instalación y traslado de los elementos de fijación durante la vida útil del equipo.
- .5 El diseño, dimensiones y materiales usados para todas las partes deberán ser de tal forma que los pesos o tensiones que pudieran estar sujetas estas partes no estén propensas a desviación, distorsión, desgaste indebido, vibración o daños, los cuales afectarían la operación y resistencia del equipo bajo las condiciones de operación más severas y dentro de un área de terremotos.
- .6 Los mecanismos deberán ser construidos de tal forma que eviten atascamientos debidos a la suciedad o corrosión. La formación de agua de condensación en equipo eléctrico y de medición debe ser prevenida.
- .7 El equipo debe ser diseñado para minimizar el riesgo de incendio y propagación de incendios; para prevenir el ingreso de insectos; para la prevención de contactos accidentales como partes vivas; para minimizar el ingreso de polvo o suciedad y la corrosión. El agua no deberá acumularse en ningún punto.

### 6.3. MATERIALES

- .1 Todos los materiales sujetos a presión máxima en la tubería deben tener una resistencia al impacto de no menos 60 J/cm<sup>2</sup> (a 0 grados centígrados). Este valor representa la resistencia mínima de cada una de 3 especímenes probados. Para planchas de acero esta figura se aplicará para la dirección transversal.
- .2 Los materiales para uso en ítems específicos deberán ser las siguientes calidades y deberá cumplir con las siguientes normas DIN:

Rodetes	G-X5 Cr Ni 134	(DIN Nº 1.4313)
Ejes	Ck 35	(DIN Nº 1.1181)
Fierro Fundido	GG-20	(DIN Nº 0.6020)
(dependiendo de	GG.25	(DIN Nº 0.6025)
aplicación	GG-30	(DIN Nº 0.6030)
	GG-35	(DIN Nº 0.6035)
Fierro Fundido		
Nodular	GGG-40	(DIN Nº 0.7040)
(dependiendo de	GGG-50	(DIN Nº 0.7050)

aplicación)	GGG-60	(DIN Nº 0.7060)
	GGG-70	(DIN Nº 0.7070)
Fierro Fundido Maleable	GTW-35 como para el Standard DIN 1962	
	GTW-40	
Acero Fundido de Carbón	GS-45.3	(DIN Nº 1.0446)
	GS-52	(DIN Nº 1.0551)
	GS-20 Mn 5	(DIN Nº 1.1133)
Bridas de Acero		
Forjado hasta 20 bar	R St 37-2	(DIN Nº 1.0114)
Más de 20 bars	R St 42-4	(DIN Nº 1.0134)
Bridas de Acero Fundido	GS-45	(DIN Nº 1.0134)
Material para Pernos	5.6	
	8.8	
		como para el standard (DIN 267)
Material para Tuercas	4.8 para pernos 5.6 6.8 para pernos 8.8	
Pernos y Tuercas de Acero Inoxidable		
Pernos	X20 Cr 13	(DIN Nº 1.4021)
Tuercas	X10 Cr13	(DIN Nº 1.4006)
Planchas de Acero: Alta Presión	St 37-3 N	(DIN Nº 1.0116)
	TT St E 26	(DIN Nº 1.0463)
Baja	R St 37-2	(DIN Nº 1.0038)
Presión		
Tubos de Acero soldados	St 33-1	(DIN Nº 1.0033)
sin suturas	ST 35	(DIN Nº 1.0308)
Tubos Inoxidables sin costura	X5 Cr Ni 1989	(DIN Nº 1.4301)
	X20 Cr 13	(DIN Nº 1.4021)
	X10 Cr Ni Ti 189	(DIN Nº 1.4541)
Bronce estaño	Sn Bz 6	(DIN Nº 2.1020)
	Sn BZ 8	(DIN Nº 2.1030)
	G-Cu Sn 10	(DIN Nº 2.1050.01)
	G-Cu Sn 12	(DIN Nº 2.1052.01))
Aleación Bronce	G-FeAlBzzF50	(DIN Nº 2.0940.01)
	G-Ni Al BZ F 60	(DIN Nº 2.0975.01)
Metal "Gun" (Bronce Hecho de Cu, Sn y Zn)	G-CuSn 5 ZnPb	(DIN Nº 2.1096.01)
	G-CuSn 10 Zn	(DIN Nº 2.1086.01)
Cañerías de latón	So ms 58 A1 1	(DIN Nº 2.0560)
Metal Babbitt (aleación Sn, Cu, Sb)	Lg Pb Sn 10	Como para el standard
(para cojinetes)	Lg Pb Sb 12	(DIN 1703)
	Lg Sn 80	(DIN Nº 2.3770)

- .3 Muestras de prueba de los materiales propuestos para su incorporación en el equipo, juntamente con capacidades de trabajo y otra información relevante relativa a los materiales serán proporcionadas a la Supervisión par su aprobación. Los materiales instalados en la obra y usados sin tal aprobación serán sujetos a rechazo subsecuente.
- .4 El costo de ejecución de todas las pruebas de material será a cuenta del Contratista.

#### 6.4. TENSIONES DE TRABAJO

- .1 Se usarán factores adecuados de seguridad a través de todo el diseño de equipo, especialmente en el diseño de partes y componentes sujetos a tensiones alternadas, vibración, impacto o golpe.
- .2 Bajo las condiciones máximas de operación normal y presión hidrostática con condiciones de pruebas respectivamente, la tensión de trabajo en el material no excederá los siguientes valores:50% de la tensión de

Partes bajo tensión estática	50% de la tensión de fluencia 50% de la tensión de fluencia fl
------------------------------	--

Partes bajo tensiones dinámicas alternativas y partes rotatorias	30 % de la tensión de fluencia
Partes bajo presión de prueba hidrostática	70 % de la tensión de fluencia (durante las pruebas)
Partes rotatorias bajo condiciones máximas de fuga	75% de la tensión de fluencia
Fierro fundido bajo tensión	10% de la tensión de fluencia

- .3 El Contratista asumirá la completa responsabilidad en el diseño y usará tensiones más bajas donde sea necesario (conforme a las mejores prácticas aceptadas de la ingeniería).
- .4 El Contratista suministrará información completa en relación a las máximas tensiones usadas en el diseño del equipo, si así lo requiera el Ingeniero.

## 6.5. TUBERÍAS

### 6.5.1. General

- .1 Todo el entubado deberá ser planificado de manera que se obtenga una disposición clara y económica de las tuberías, acortando en lo posible la longitud de los tubos y empleando el mínimo posible de accesorios.
- .2 El entubado será ordenado de tal forma que proporcione un fácil acceso para el mantenimiento del equipo o para el traslado o cambio de equipo con el mínimo de desarme de tuberías.
- .3 Todas las tuberías, bridas, sockets, juntas, sellos, acoples, etc. deberán ser de material capaces de resistir las condiciones de presión y temperatura que se tendrán durante la operación del equipo bajo todas las condiciones de operación (incluyendo golpe de ariete con un factor adecuado de seguridad).
- .4 En cualquier sistema o red de tuberías, todos los tubos y sus accesorios deberán ser del mismo material o a menos que se especifique o apruebe lo contrario por la Supervisión.
- .5 Las cañerías deben ser cortadas adecuadamente en tamaños propios y deberán ser trabajadas en el sitio sin resortear o forzar. Se dará la tolerancia adecuada para la expansión y contratación de las cañerías. Cuando se forme codos, no se aceptarán aplanamientos de la cañería.

### 6.5.2. Tuberías

- .1 Todos los tubos, codos y tes serán de sección normalmente circular y de paredes de espesor uniforme con el mínimo necesario de uniones, para un mantenimiento eficiente del equipo. Las tes y codos deberán ser de dimensiones normalizadas. El doblado de tubos por calentamiento, con estopa puede ser usado en diámetros más grandes de acuerdo a las facilidades disponibles.
- .2 A menos que sea especificado de otra manera, toda tubería de agua, empotrada, deberá ser de acero inoxidable. La tubería que estará sujeta a presiones internas excediendo los 10 bars, ya sea por agua, aceite o aire, será sin costuras. Las cañerías de 50 mm de diámetro interno y mayores deberán ser de acero a menos que se especifique de otra forma.
- .3 Las tuberías de gran diámetro que cruzan cielos rasos y paredes portante deberán ser instalados con collares de anclaje soldados, para su empotramiento en el concreto.
- .4 Las cañerías que llevan agua serán protegidas externamente contra la humedad (condensación) mediante una envoltura o funda no agresiva.
- .5 Las cañerías de diámetro pequeño y tuberías para aceite deben ser cuidadosamente limpiadas y cerradas con bridas ciegas temporales o tacos antes de ser embalados y despachados.



### 6.5.3. Bridas y uniones

- .1 Las uniones de cañerías deberán ser ya soldadas tipo brida perno, o acoples roscados internamente.
- .2 En lo posible y cuando haya problemas con el galvanizado de las tuberías e agua con diámetros superiores a 60 mm, se deberán usar uniones flexibles deslizantes con empaquetaduras de goma (resistente a la corrosión). El diseño o fabricación de tales acoples serán de aprobación de la Supervisión.
- .3 Las bridas deben ser trabajadas a máquina en todo su diámetro y deben ser ajustadas al diámetro de la cañería. Los bordes deben ser tratados a máquina de modo tal que las cabezas de los pernos, arandelas y tuercas sean ajustadas adecuadamente. Las bridas en lo general cumplirán con los requerimientos relevantes de los estándares DIN correspondientes.
- .4 El soldado en sitio de bridas, debe ser aprobado por la Supervisión. Después del soldado, las caras de las juntas deben ser esmeriladas para asegurar la eliminación de cualquier distorsión. El Contratista proporcionará maquinaria o herramientas adecuadas para el esmerilado de las bridas soldadas en el sitio.
- .5 Las cañerías menores a los 30 mm de diámetro podrán ser unidas por coplas tarrajadas. Las cañerías tarrajadas deberán estar libres de superficies ásperas. No más de tres hilos en la cañería deben permanecer expuestos después de la instalación. Las juntas atornilladas deberán ser hechas con lubricantes aplicado al acople macho.
- .6 La unión de cañerías de alta presión (60 bars o más) serán efectuadas con acoples de seguridad de cañerías con aros preformados de corte y seguridad (tipo - ED o su equivalente). Las cañerías serán sin costura.
- .7 El material de la junta debe ser tal que cuando la unión sea apretada, ninguna parte de ella sobresalga del diámetro de la cañería.

### 6.5.4. Soportes de cañería y colgadores

- .1 Todos los accesorios y soportes de las cañerías deben ser montados y apoyados de una manera segura y limpia.
- .2 Todos los puntales, sostenes, armazones, colgadores y soportes para las cañerías, incluyendo sus cerrojos, serán incluidos en el suministro y completados por el Contratista en el sitio. Las válvulas pesadas, en lo posible, deberán ser apoyadas independientemente de las cañerías con las cuales se conectan, y a satisfacción de la Supervisión. Las cañerías y sus accesorios deberán ser apoyadas en lo posible en las juntas o cerca de ellas. Los soportes y suspensotes deberán ser diseñados y colocados de tal forma que cualquier cañería pueda ser desmontada sin molestar a otras.
- .3 El Contratista proporcionará dibujos indicando la ubicación de cada ancla mayor y soporte, y el peso que será resistido por el soporte.

### 6.5.5. Identificación de los sistemas de tuberías

- .1 Todos los componentes de los variados sistemas de tuberías deberán ser claramente identificados.
- .2 Para las cañerías, el color en la capa superior de la pintura debe cumplir con el código de colores de cañerías que se detalla más adelante. En lugares donde no es necesaria pintura para proteger la corrosión, se suministrará la identificación de cañerías mediante marcas de color acreedor de las cañerías que cumplan con el mismo código de colores, aplicadas en lugares bastante visible desde pisos y plataformas y como sea indicado por la Supervisión.

Agua cruda	celeste
Agua de enfriamiento de servicio	azul oscuro
Aguas servidas y de drenaje	plomo claro
Aceite limpio	verde claro
Aceite limpio	verde claro
Aceite a presión	verde medio
Retorno de aceite y drenaje	verde oscuro

Aire comprimido

amarillo

- .3 la dirección del flujo deberá ser marcada por flechas sobre las cañerías, válvulas y accesorios, en el lugar y donde la Supervisión lo requiera.

#### 6.6. VÁLVULAS

- .1 Todas las válvulas deben ser arregladas de tal forma que el volante se mueva en dirección del sentido del reloj para el cerrado de la válvula. La cara de cada volante deberá estar claramente marcada con las palabras "open" y "close" y se le preverá de una flecha para la indicación de la dirección de abertura y de cierre. En lo posible, las válvulas no deberán ser ajustadas en una posición invertida. Se proporcionará un indicador para cada válvula grande para indicar claramente la posición de la válvula.
- .2 Las válvulas y otros accesorios especiales deberán ser identificados con marcadores negros, llevando el mismo número de componentes que el indicado en los diagramas y planos de instalación.
- .3 Las válvulas en lo posible serán de fácil accesibilidad para su mantenimiento y operación. Los ejes se extenderán de manera que el volante de maniobra quede situado a un nivel de operación conveniente.
- .4 Las válvulas grandes deberán tener sus partes de desgaste atornillables de materiales resistentes a la corrosión. Sus sellos y asientos deberán ser de proporciones amplias y materiales adecuados para asegurar que no se produzcan rozamientos y sobrecargas en cualquier condición de servicio, incluyendo a apertura parcial. Las ruedas o engranajes usados para transmitir movimiento deberán ser de acero fundido o de una fundición de calidad aprobada trabajada a máquina. No se transmitirá esfuerzos de la válvula a los ejes de extensión.
- .5 Se proporcionarán los medios de protección adecuados para los mecanismos de operación de las válvulas contra daño, polvo o suciedad. Se tomarán precauciones para prevenir la corrosión de los ejes de las válvulas en contacto con las empaquetaduras.
- .6 Se pondrá particular atención a una correcta lubricación de los mecanismos de operación de las válvulas contra daño, polvo o suciedad. Se tomarán precauciones para prevenir la corrosión de los ejes de las válvulas en contacto con las empaquetaduras.
- .7 Se dispondrán válvulas de cierre (shut-off) para la apertura y cierre contra completa presión no balanceada, incluyendo el cierre contra descarga libre. Si es necesario, se suministrarán desvíos para cumplir con estos requerimientos.
- .8 Todas las válvulas de más de 30 mm de diámetro o para presiones que excedan de los 10 bars serán de acero forjado o fundido. Las válvulas para tales presiones pero de 30 mm de diámetro o menores pueden ser de bronce. Las válvulas para presiones inferiores pueden ser de acero fundido nodular.
- .9 Las válvulas para agua de más de 50 mm de diámetro deberán ser de tipo de eje externo saliente. Las válvulas para aceite deberán ser del tipo de eje no saliente.
- .10 Las válvulas de tamaño grande deberán estar provistos de dispositivos para bloquearlas en cualquier posición.
- .11 Todos los brazos, sostenes, armazones, soportes, etc. necesarios para el soporte de válvulas y su estabilización deberán ser incluidos en la provisión del equipo e instalados por el Contratista. Las válvulas operadas a motor deberán tener dispositivos de limitación de torque, protección del motor y permitir una operación manual.

#### 6.7. PERNOS, TUERCAS, POSTES Y TORNILLOS

- .1 Todos los tornillos, pernos, tuercas y roscado de cañerías deberán estar de acuerdo con las normas pertinentes más actualizadas de la Organización Internacional para la Estandarización y estar en conformidad con los estándares del sistema métrico.
- .2 Todos los pernos, tuercas y tornillos (incluyendo sus arandelas) deberán estar completamente protegidas contra la corrosión o fabricados de acero inoxidable, si es que se requiere de ese modo en las Especificaciones. Adicionalmente, tuercas, roscas y

similares serán protegidas contra la condensación de agua por capas protectoras no metálicas con borde seguro y sello (de 5.5 mm SW o más).

- .3 Las longitudes de los pernos deberán ser tales que se asegure que por lo menos sobresalgan dos hilos después de que la tuerca haya sido ajustada.
- .4 Todas las tuercas deberán ser suministradas con arandelas, planas o de presión, como sea adecuado. Se suministrarán dispositivos mecánicos de enclavamiento, de forma aprobada, donde exista la posibilidad de que las tuercas se aflojen debido a la vibración. Las arandelas de presión no se permitirán en lugares donde pudieran dañar cualquier capa protectora. Componentes de enclavamiento especiales pueden ser usados como una alternativa para dispositivos mecánicos sujetos a la aprobación de la Supervisión.

#### **6.8. BOMBAS**

- .1 Todas las bombas a ser suministradas, deberán ser de marca de prestigio reconocida y del tipo que mejor se ajuste al propósito y características o servicio.
- .2 Todas las bombas a ser suministradas, deberán ser capaces de mantener su operación continua por largos períodos sin el requerimiento del reemplazo del rodete y/o laberinto y anillas de desgaste. Ellas deberán ser capaces de operación continua sin sobrecalentarse, sin cavitación, excesivo ruido o vibración, vibración o inestabilidad al funcionar en forma aislada o en paralelo. La fijación de rodete de impulsión al eje deberá ser efectuado mediante chave o por cualquier otro medio que ofrezca una operación segura.
- .3 El Contratista será completamente responsable por las instrucciones y características proporcionadas por el fabricante de la bomba y de las condiciones de entrada y salida e instalación de cada bomba.

#### **6.9. MISCELÁNEO**

##### **6.9.1. Drenajes**

- .1 Los sistemas de cañerías, recipientes, recibidores, tanques, enfriadores, cubiertas de filtro y drenaje y equipo similar sujeto a lavado periódico u ocasional, limpieza o rellenado deberán ser complementadas con tubos de drenaje o tapones. Todos esos tapones o drenajes deberán estar ubicadas en el punto más bajo del equipo de modo tal que en conjunción con los venteos, se garantice la evacuación completa.
- .2 Todos los drenajes deberán ser equipados con válvulas de sellado de fácil acceso y herméticas, grifos o tapones roscados. Los materiales usados deberán ser no-pegajosos.

##### **6.9.2. Venteo**

Los grifos de venteo y de purga de aire o tapones deben ser proporcionados en todos los lugares donde se acumula aire en el sistema de tuberías. Tales grifos y tapones deberán ser fácilmente accesibles, y los materiales usados deberán ser no-pegajosos.

##### **6.9.3. Impermeabilización**

El Contratista proporcionará todos los accesorios necesarios para impermeabilizar el paso de las tuberías a través de paredes y techos externos, juntamente con el suministro de todos los elementos necesarios para la protección contra las inclemencias del clima en esos pasos, los métodos de protección deberán ser aprobados.

##### **6.9.4. Protecciones**

Los acoples de ejes rotatorios, como los de guías, bombas, sopladores, compresoras y aquellos que están entre las turbinas y los generadores deberán ser provistos de protectores de plancha diseñados de tal forma que sea imposible el contacto accidental.

#### **6.10. HERRAMIENTAS**

- .1 En adición a las herramientas y equipo de mantenimiento normal descritos en las especificaciones de equipo, las cuales el Contratista deberá proporcionar, el Contratista deberá también proporcionar todas las otras herramientas, equipo, accesorios, etc.

necesarios para un montaje apropiado y expedito, pruebas, operación y mantenimiento del equipo instalado. Todas estas herramientas serán entregadas al Propietario.

- .2 Las herramientas, equipo y dispositivos deberán ser de la más alta calidad y deberán ser entregados al Propietario en perfectas condiciones. Los ítems de baja calidad o defectuosos serán reemplazados con ítems nuevos de calidad apropiada y aceptada por el Propietario.
- .3 Las herramientas especiales deberán ser marcadas para su identificación y deberán estar a disposición del Contratista durante el montaje. Las herramientas especiales por lo tanto serán embarcadas con la primera entrega del equipo a ser montado.

#### **6.11. ACEITES Y OTROS LUBRICANTES**

- .1 Todas las partes rotatorias, movibles o deslizantes deberán ser eficientemente lubricadas con aceite, grasa u otros lubricantes aprobados.
- .2 El Contratista deberá remitir para la aprobación de la Supervisión una lista completa de los lubricantes recomendados para cada parte del equipo. La lista deberá mostrar el tipo y grado de cada lubricante, en detalle suficiente para permitir el abastecimiento del lubricante correcto a través de los recursos comerciales normales en Bolivia.
- .3 El Contratista proporcionará todo el aceite de lubricación necesario, grasa y aceite de enjuague y realizará todo el engrase inicial y el primer llenado de aceite del equipo (incluyendo servomotores y el sistema hidráulico) como parte de la instalación del equipo. Además el Contratista proporcionará al Empleador lubricante adicional en un a cantidad equivalente al cinco (5) por ciento del requerimiento total de lubricantes para el equipo.
- .4 Los puntos que requieren lubricación a grasa serán acondicionados con graseras fácilmente accesibles o cajas de engrase. Las graseras deberán preferentemente ser dispuestos en grupos en una plancha común ubicados convenientemente para el uso de pistola engrasadora.
- .5 El Contratista consultará con la Supervisión, con el objeto de estandarizar todos los aceites y grasas y la medida y tipo de graseras empleadas.
- .6 El Contratista informará al Propietario de las cantidades de aceite, grasa y otros lubricantes que deben ser mantenidos en stock para tres años de operación.

**7. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

**7.1. VOLTAJES NOMINALES**

**7.1.1. General**

Se usarán los siguientes voltajes nominales:

- para sistemas de C.A.: 115 – 24.9 – 10.5 kV 380/220v
- para sistemas de C.C.: 125 – 48 V

**7.1.2. Frecuencia del sistema**

La frecuencia nominal de todo el equipo deberá ser de 50 Hz.

**7.1.3. Número de fases del sistema y conexión del punto neutro**

115 kV, 50 Hz	3-fases, 3-hilos, sistema de conexión estrella con neutro efectivamente puesto a tierra. Los puntos neutros de todos los transformadores serán puestos a tierra.
29.9 kV, 50 hz	3-fases, 3-hilos, sistema de conexión estrella con neutro a tierra.
10.5 kV, 50 Hz	3-fases, sistema de 3-hilos con neutro a tierra a través de una resistencia de alto ohmmiaje (para los generadores)
380/220 V, 50 Hz	3-fases, 4-hilos, neutro a tierra, sistema estrella.
125 V, c.c.	2-hilos, sistema aislado.
48 V, c.c.	Sistema de 2 –cables (posiblemente con polo positivo a tierra-dependiendo del sistema de control adaptado por el contratista.

**7.1.4. Designación de niveles de voltaje**

.1 Para los varios grupos de niveles de voltaje se usa la siguiente designación en estas especificaciones:

- Baja Tensión (BT1): Por debajo de 50 V
- Baja Tensión (BT2): De 50 V hasta 1000 V
- Alta Tensión (AT): de 1000 V CA adelante

.2 Para los transformadores la designación AT/BT no significa los niveles mencionados arriba, esto es usado solamente para la denominación de los arrollamientos.

**7.2. SISTEMAS AUXILIARES**

**7.2.1. Sistema de corriente alterna de 380/220 V**

- Tipo de sistema 3-fase, 4 hilos, 50 Hz
- Voltaje Nominal entre fases 380 V
- Voltaje Nominal entre fase y neutro 220 V
- Límites de voltaje de suministro entre los cuales un dispositivo de operación en C.A. o equipo auxiliar será capaz de operación correcta continua -10, -15%
- Límites de frecuencia entre los cuales un dispositivo de operación en C.A. o equipo auxiliar será capaz de operar correctamente en operación normal -5%, -5%
- transitoriamente + 10%, -10%
- Punto Neutro a tierra

El suministro trifásico se usará para sistemas de fuerza auxiliar y de iluminación.

**7.2.2. Corriente continua para sistemas de mando y protección y para la iluminación de emergencia**

- Tipo de sistema	2-hilos
Voltaje Nominal	125 V C.C.
Límites de voltaje entre los cuales un dispositivo de operación en C.C. o equipo auxiliar será capaz de operar correctamente	
en circuitos de disparo	+10%, -25%
en circuitos de cierre y apertura de un seccionador o seccionador de tierra	+10%, -20%
en todos los otros circuitos	-10%, -15%

El sistema deberá ser aislado de tierra y equipado con detección de falla de tierra

**7.2.3. Corriente continua para sistemas de señalización, convertidores de medida y sistemas de telecontrol**

Tipo de sistema	2-hilos
Voltaje Nominal	48 V
Límites de voltaje entre los cuales un dispositivo de operación en C.C. o equipo auxiliar será capaz de operar correctamente	+10%, -15%

El sistema será aislado o puesto a tierra. (Dependiendo del sistema de control usado).

**7.2.4. Sistema de C.C. para teléfono**

Tipo de sistema	2-hilos
Voltaje Nominal	48 V
Límites de voltaje de entre los cuales un dispositivo de operación C.C. o equipo auxiliar será capaz de operar correctamente	+10 / +15%
Polo positivo	sólidamente a tierra

Todas las fuentes de Corriente Continua (125, 48 VCC u otras), deberán contar con rectificadores en conexión redundante N+1, a la entrada de Alterna contarán con un transformador de aislamiento galvanico y protectores contra transientes.

Las redes de alimentación AC, contarán con proteccion contra transientes primarios y secundarios

**7.3. NIVELES DE AISLAMIENTO**

Los datos básicos de diseño concernientes al aislamiento del sistema y su coordinación están resumidos en las tablas 7-1 y 7-2

**7.4. NIVELES DE FALLA**

- .1 Los niveles de falla a ser tomados en consideración usados para el equipo y los cables están resumidos en la tabla 7-3. Los valores indicados están calculados, tomando en cuenta el posible desarrollo futuro (líneas adicionales) y las características normales de los equipos para los niveles de voltaje correspondientes.
- .2 Los valores mencionados deberán ser verificados por el Contratista después del conocimiento de los datos finales de equipo (impedancias, etc.) y calculados para el sistema auxiliar de la planta después de que las secciones de los cables y sus longitudes sean determinadas. Estos cálculos y dimensionamiento final del equipo, estarán sujetos a la aprobación de la Supervisión.

## 8. COMPONENTES ELÉCTRICOS

### 8.1. MOTORES

- .1 Los motores eléctricos deberán ser seleccionados para su correcta operación con la máquina que acciona y sus características deben estar determinadas de acuerdo con las publicaciones CEI aplicables. En lo posible, solamente se usarán motores de inducción de Jaula de Ardilla. Otros motores tales como motores a rotor bobinado y motores de CC, serán aceptados solamente si uno del tipo de Jaula de Ardilla no fuese apropiado.
- .2 El arranque de los motores de inducción deberá ser directo y su arranque garantizado en el rango de 0.75 a 1.10 de voltaje nominal medido en los bornes del motor. Por lo menos se garantizarán tres arranques y subsecuente operación continua sin calentamiento indebido y sin exceder los límites de temperatura para todos los motores a ser operados en servicio continuo.
- .3 Para los motores a ser usados en ciclos de trabajo diferentes a la operación continua, deben ser garantizados los límites de temperatura especificados y no ser excedidos al operar bajo el ciclo de trabajo propuesto.
- .4 Las capacidades y dimensiones de los motores eléctricos deberán estar de acuerdo con las publicaciones CEI nº 72 y 72 A para asegurar su intercambiabilidad.
- .5 Todos los motores eléctricos deberán ser de alta calidad y adecuados para uso industrial mayor, adecuadamente impregnado contra la humedad y hongos y deberán tener un grado adecuado de protección de acuerdo a su ubicación (grados de protección requeridos: ver Anexo 1). Los motores instalados al aire libre, deberán tener una cubierta protectora de metal adecuadamente ventilada y protegida contra la luz solar y la lluvia. Todos los motores, en lo posible deberán ser equipados con calentadores para su protección contra condensación durante largos períodos de parada.
- .6 Cuando la máquina accionada por el motor requiere características especiales con respecto al ciclo de operación, arranque, exceso momentáneo del torque, sobrevelocidad, o momento de inercia, éstas deben ser tomadas en cuenta con ocasión de la selección del motor, el cual en tales casos, puede tener características diferentes de los requerimientos normales.
- .7 Los motores deben tener aislamiento clase "F", pero los valores permisibles de incremento de temperatura deberán cumplir con las correspondientes para aislamiento clase "B".
- .8 Todos los cojinetes de los motores deberán ser del tipo bola o rodillo, con un sello interior para prevenir el ingreso de grasa a los embobinados.
- .9 Para la protección adicional contra sobrecargas térmicas de motores por encima de los 30 kw, éstos serán provistos de detectores térmicos con elementos sensores del tipo de conductor frío insertados en el bobinado del estator y conectadas en serie a dos terminales extras. La señal recibida será usada para la desconexión del motor o para activar una señal de alarma, en los casos donde la interrupción repentina del motor no se requiere o es peligrosa. Una caja de control separada, contendrá los dispositivos auxiliares necesarios.
- .10 En lo posible, los motores deberán ser montados juntamente con la máquina que accionan en una base común.
- .11 El acoplamiento del motor con la máquina accionada deberá estar protegida contra contactos accidentales.
- .12 Cada motor deberá ser probado en fábrica para determinar las características de vacío y de corto circuito, además se medirá la resistencia del bobinado y del aislamiento, seguido por una prueba de alta tensión de los bobinados y la repetición de la medición de la resistencia del aislamiento. Se emitirán certificados de estas mediciones. Las vibraciones permisibles máximas deberán estar entre los límites "bueno" de las Recomendaciones Alemanas VDI Nº 20546.
- .13 El "Manual de Operación" deberá incluir información de por lo menos las siguientes características de cada motor:

- uso y número de código SDE
- fabricante
- tipo
- potencial nominal
- velocidad
- rendimiento a plena carga
- voltaje nominal
- factor de potencia
- corriente nominal
- corriente de arranque
- torque de arranque
- grado de protección
- tipo de protección
- clase de aislamiento

## 8.2. TABLEROS Y PANELES

### 8.2.1. Arrancadores

- .1 A menos que se especifique lo contrario, los arrancadores deberán ser adecuados para motores de arranque directo.
- .2 Los arrancadores para motores de más de 30 kw deberán estar equipados con todos los medios necesarios para ser accionados mediante los sensores de temperatura instalados en los embobinados del motor.
- .3 Todos los arrancadores instalados en los centros de control, deberán cumplir con las siguientes características:

Cada arrancador, debe consistir de un contactor multipolar con contactos principales y auxiliares, con no menos de dos relés térmicos contra sobrecarga de rango ajustable a la corriente nominal del motor, una bobina de disparo en 220 V.C.A. y un interruptor a aire con dispositivo de protección contra corto circuitos.

Se proporcionará medios adecuados para la restitución manual de rele térmico.

Los arrancadores inversores (válvulas motorizadas, etc.) deben estar mecánicamente (o eléctricamente) enclavadas de modo tal que solamente un juego de contactos principales pueda ser cerrado al mismo tiempo.

Un total de cuatro contactos auxiliares, dos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados, serán proporcionados en cada contactor (los contactos auxiliares deberán ser reversibles). Todos los enclavamientos deberán ser independientemente cableados hacia el bloque de terminales.

### 8.2.2. Control de los arrancadores

- .1 Generalmente los contactores deberán ser accionados a distancia desde los sistemas centrales o locales de control, trabajando en 125 ó 48 V c.c. Para convertir las señales de control hacia el voltaje de operación de los contactores (220 V c.a.) c.a./c.a. serán instalados relés de acople para cada contactor.
- .2 El "control local" de los motores mediante botoneras colocadas cerca del motor (si fuera el caso) también operará con los voltajes arriba indicados y accionarán los dispositivos indicados en el punto anterior.
- .3 Una alternativa adicional podrá ser el control directo desde los tableros usando tensión alterna, si así es requerido por el uso del Contratista.
- .4 En caso de pérdida de tensión en las barras, con una duración mayor a la admisible, todos los motores deberán ser desconectados automáticamente. Mayores detalles relativos al control, protección de mínima tensión, etc. están incluidos en las especificaciones del equipo.

### 8.2.3. Construcción de los tableros

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar todos los tableros y paneles de control, de relés y de medición de acuerdo a lo indicado en los dibujos, en las especificaciones y a



las necesidades particulares para lograr una operación completa y adecuada de los equipos. El equipo que se ha mencionado deberá ser proporcionado completo con todos los accesorios y dispositivos requeridos para su instalación y subsecuente operación.

- .2 Los tableros, paneles de relés y de medición deberán ser robustos, de diseño y manufactura tipo industrial, utilizando un armazón de acero revestido externamente con planchas de acero. El armazón de acero deberá permitir un fácil amarre firme al contrapiso o piso estructural, como sea requerido. La plancha de acero deberá ser lo suficientemente gruesa y adecuadamente rígida para evitar deformaciones. Las puertas de acero suspendidas deberán tener bisagras, picaportes, y deberán ser asegurables mediante cerraduras probadas. Las cerraduras deberán ser del mismo tipo para todos los tableros y paneles.
- .3 Se diseñarán cubículos para un fácil montaje y se tomarán provisiones para futuras ampliaciones del tablero o panel mediante la adición de unidades similares.
- .4 Todos los cubículos deberán ser completamente encapsulados y protegidos de acuerdo a la clase de protección especificada. A menos que se especifique lo contrario el grado de protección debe ser de acuerdo con las indicaciones en el Anexo 1
- .5 Todos los tableros deberán ser provistos con una barra de tierra de no menos de 16 mm<sup>2</sup> de sección de cobre. Todas las partes metálicas de los tableros y todos los hilos de protección de los circuitos que salen del tablero serán conectados a esta barra de tierra.
- .6 Los cuadros de distribución serán del tipo extraíble. Todo el equipo (interruptores, contactores, relés, etc.) deberán ser instalados adecuadamente en secciones separadas y ajustables en tres posiciones:

"Operación"(Ambos circuitos el principal y auxiliar conectados con los contactos fijos del tablero).

"Prueba"(Solamente los circuitos auxiliares conectados).

"Mantenimiento"(Todos los circuitos desconectados, el cajón extraído aún fijado en el tablero)

El número de diferentes tipos de las construcciones extraíbles usados deberá ser el mínimo para asegurar la intercambiabilidad entre ellos. Los diseños de los tableros, paneles y cuadros de distribución serán sujetos a la aprobación de la Supervisión.

#### **8.2.4. Dispositivos de cerradura**

- .1 Se proporcionarán dispositivos de cerradura en las puertas de los tableros, paneles y cubículos.
- .2 Todas las cerraduras y chapas deberán ser de bronce y cuando sean instalados en las puertas de acceso serán cromadas.
- .3 Las chapas deberán ser de tal tipo y ubicadas de tal manera que se mantengan en buen estado de servicio en las condiciones climáticas especificadas y sin mantenimiento durante periodos continuos de dos años de servicios o indefinidamente con mantenimiento adecuado.
- .4 Las chapas y las llaves deberán ser grabadas con un código adecuado de identificación. Para cualquier juego de llaves previsto para una sección particular de la plancha, se suministrará una llave maestra adicional.

### **8.3. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN**

#### **8.3.1. Instrumentos de detección**

##### **8.3.1.1. Detectores de temperatura tipo resistencia**

- Detectores de temperatura, de tipo resistencia de platino tipo pt-100.
- Las partes del detector de temperatura que están en contacto o sumergidos en aceite deben ser protegidos por termopozos, los cables que están en contacto con aceite lubricante, deben ser recubiertos con cobre o plomo y cubiertas con fundas de Neopreno.
- Cableado

Cada detector deberá estar conectado por tres conductores a un bloque Terminal, es decir que la forma de conexión de los sensores serán por el método de los 3 hilos. Un hilo de cada detector deberá ser conectado a un punto común en el bloque Terminal.

#### 8.3.1.2. Termómetros tipo capilar

- Tipo de tensión vapor
- Los termómetros deberán tener cajas cuadradas negras de 96 mm con diales blancos y escala negra.
- El tubo deberá ser aislado donde sea necesario, para evitar el flujo de corrientes inducidas a través de los cojinetes.

#### 8.3.1.3. Relés termostáticos

- Los elementos de ajuste deberán ser operables desde afuera.
- Los relés deberán tener dos juegos de contactos de conmutación, eléctricamente independientes, con dispositivos individuales de ajuste para alarma y disparo.
- Los contactos deberán tener una capacidad de no menos de 4A para 125 V c.c.
- Los relés deberán ser montados en ubicaciones accesibles, el tubo capilar debe ser aislado, si es necesario, para evitar corrientes del eje
- Las cajas deberán ser diseñadas para servicio industrial pesado.

#### 8.3.1.4. Interruptores-flotadores de nivel de aceite

- Los interruptores-flotadores deberán ser ubicados en lugares accesibles.
- Los interruptores de nivel de aceite deberán tener dos juegos de contactos para niveles altos y bajos para 4A/125 V c.c.
- Los contactos para niveles altos y bajos deberán ser fácil e individualmente ajustables.

#### 8.3.1.5. Indicadores de flujo

- Los indicadores de flujo serán para instalación directa, con vidrio frontal, de tipo de medición por diferencia de presión, para la instalación en circuitos de agua o aceite.
- Deberán tener dos juegos de contactos ajustables para A/125 V c.c.
- Para los circuitos de agua deberán ser de industria ASEA.
- Para otros circuitos, pueden ser de otro fabricante sujeta a aprobación de la Supervisión.

#### 8.3.1.6. Manostatos

Los manostatos deberán tener dos juegos de contactos ajustables, para 4A/125 V c.c.

#### 8.3.1.7. Interruptores de fin de carrera

Los interruptores de fin de carrera deberán ser montados de manera que permitan un ajuste fácil y una permanencia segura en su posición después de haber sido ajustados. Deberán ser adecuados para servicio industrial pesado y deberán tener dos contactos para 4A/125 V c.c.

#### 8.3.1.8. Transmisores de posición y convertidores de medida

Los transmisores de posición para la indicación continua de posición y los convertidores de medida deberán tener una corriente de salida de 0-20 mA- 4-20 mA (+/- 10 mA respectivamente) y alimentación de 125, 48 o 24 V c.c. (si se requiere).

### 8.3.2. Elementos del Equipo

#### 8.3.2.1. Componentes electrónicos

1. Todos los componentes electrónicos deberán cumplir con normas internacionales aceptadas en relación al diseño, calidad de los materiales y manufactura. Todos los componentes, en lo aplicable, serán tropicalizados.
2. Se preferirán los circuitos integrados donde sea posible.

#### 8.3.2.2. Capacitores

El número de capacitores electrolíticos usados deberán ser reducidos al mínimo. Ellos deberán ser del tipo electrolito seco, encerrados en una cubierta herméticamente sellada, sin

costura. Deberán ser claramente marcados con el valor de su capacidad, voltaje nominal de servicio, número de código, etc. Los capacitores variables deberán ser asegurados contra posibles movimientos debidos a la vibración.

8.3.2.3. Relés

- .1 El número de tipos de los diferentes relés deberá ser el mínimo posible y deberán cumplir con una especificación uniforme. El ajuste de cada relé, deberá ser claramente especificado en los manuales de operación y mantenimiento
- .2 Ajustes que no estén especificados no serán permitidos. Los embobinados no se realizarán con alambre más delgado que 0.08 mm de diámetro sin aprobación específica.
- .3 Los relés polarizados del tipo telegráfico deberán ser enchufables.
- .4 Todos los relés deberán ser claramente marcados con su designación esquemática y con etiquetas que muestren su código.
- .5 Los relés deben ser protegidos contra el polvo ya se mediante cubiertas individuales o comunes.

8.3.2.4. Resistencias

Todas las resistencias deberán ser adecuadamente dimensionadas y llevar marcas para la identificación de su valor y potencia

**8.3.3. Instrumentos indicadores**

- .1 Todos los instrumentos indicadores deberán ser para montaje empotrado de conexión posterior, a prueba de polvo (para servicio industrial pesado donde sea necesario) y para montaje en tableros. Las placas de escalas deberán ser blancas con marcas y números negros.
- .2 Todos los instrumentos indicadores deberán tener una dimensión aproximada 96 x 96 mm, 72 x 72 mm 46 x 46 mm de acuerdo a su aplicación con una escala de aproximadamente 270°. El máximo error no deberá ser más de uno y medio (1.5) por ciento del rango mayor del instrumento.
- .3 Los instrumentos indicadores para medición remota, serán adecuados para su conexión con los convertidores de medida que tienen una salida de corriente de 0 – 20 mA, 4 – 20 mA ó +/- 10 mA.

**8.3.4. Lámparas indicadoras, botoneras conmutadores de mando**

- .1 A menos que se especifique de otra forma, las lámparas indicadoras, conmutadores y botoneras de mando deberán tener calotas de color apropiadamente rotuladas. Las calotas deberán ser fabricadas de un material que no se deteriore por el calor de las lámparas.
- .2 Los contactos de las botoneras o conmutadores de mando deberán tener una capacidad de corriente adecuada para los dispositivos controlados.
- .3 Un pulsador de prueba para el control de las lámparas deberá ser proporcionado para cada tablero que contenga lámparas señalizadoras.
- .4 Los colores deberán ser como sigue:

Botoneras o conmutadores con indicación de posición	rojo para "Parar/parado verde para "en marcha/ servicio"
Otras lámparas indicadoras	blanco
Posiciones anormales	azul
Indicadores de alarma: prioridad 1 prioridad 2 prioridad 3	rojo naranja amarillo
Botón para disparo de emergencia	rojo con tapa protectora

- .5 El voltaje nominal de las lámparas (para los sistemas de 125 ó 48 V c.c.c deberá ser 150 ó 160 V respectivamente).

**8.3.5. Conmutadores selectores y conmutadores de prueba**

- .1 A menos que se especifique lo contrario, estos conmutadores deberán ser adecuados para su montaje en tablero, provistos de indicadores de posición. En caso de necesidad tendrán contactos adicionales para indicación remota de posición.

**8.3.6. Protección de Circuitos auxiliares**

Todos los circuitos de control, auxiliares y circuitos secundarios de los transformadores de tensión deberán estar protegidos por interruptores miniatura (de corte automático) y de capacidad adecuada. Los interruptores miniatura deberán tener un contacto auxiliar anulación de alarma.

**8.4. CABLES ELÉCTRICOS Y CABLEADOS**

**8.4.1. Cables de energía y control**

- .1 Los cables serán unipolares o múltiples de acuerdo a lo que se requiera. Los conductores deberán ser de cobre. El aislamiento y el recubrimiento del cable deberán ser de PVC resistente al calor y a la humedad.
- .2 La sección mínima transversal de los conductores deberán ser de 1.5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de control y señalización. Los cables de energía deberán tener una sección transversal mínima de 2.5 mm<sup>2</sup>.
- .3 Para secciones de 70 mm<sup>2</sup> o mayores, se usarán cables monopolares. Todos los conductores deberán ser cableados excepto los alambres de 0.5 mm<sup>2</sup> para y comunicación. Para circuitos de las instalaciones domésticas, conductores sólidos hasta 4 mm<sup>2</sup>. Los conductores individuales serán identificados por números impresos en el aislante a intervalos cortos o por código de color. Los cables de energía deberán tener un código de color que esté de acuerdo con lo establecido en la sección 8.5 (Códigos de color y designación).
- .4 Todos los cables de control que salgan a espacios exteriores deberán ser provistos de una pantalla de cinta o alambre de cobre y además de una cubierta exterior de PVC. La pantalla de los cables deberá ser puesta a tierra en ambos extremos o solamente en un extremo del cable dependiendo del sistema de control usado.
- .5 Cables blindados deberán ser usados para las conexiones a la subestación y otras conexiones a instalaciones exteriores.
- .6 Todos los cables de control y de medición deberán tener por lo menos un 20% de hilos de reserva (min. 2 hilos).
- .7 Los cables de control y de medición deberán ser normalizados al máximo posible para el empleo del menor número de tipos.
- .8 Cada hilo del cable (incluyendo los hilos de reserva) serán terminados en el respectivo bloque de terminales. Ambos extremos de cada hilo deberán ser permanentemente y claramente identificados.
- .9 Todos los soportes y dispositivos de fijamiento de cables (si son de acero) deberán ser galvanizados.

**8.4.2. Tendido de cables.**

- .1 Los cables para el suministro de energía deberán ser tendidos en canaletas, bandejas o ductos, separados de los cables usados para medición y control. Todos los cables deberán ser tendidos en una sola longitud sin empalmes. El Contratista diseñará las canaletas, ductos y bandejas de cables y suministrará a la Supervisión los detalles del diseño para su aprobación.
- .2 La instalación, tendido y manejo de los cables deberán ser realizados en concordancia con las recomendaciones de la cláusula 13 de la norma IIE "Grupo de Trabajo para el Diseño e Instalación de Sistemas de Cables en Plantas Generadoras de Energía".

**8.4.3. Cableado interno de tableros y paneles**

- .1 A menos que se especifique lo contrario la sección mínima transversal de los conductores para el cableado deberá ser:

Para conexiones con intensidades del orden de miliamperes en c.c.	0.5 mm <sup>2</sup>
Para circuitos de control y señalización	1.5 mm <sup>2</sup>
Para circuitos secundarios de transformación de tensión	2.5 mm <sup>2</sup>
Para circuitos secundarios de transformación de corriente	4.0 mm <sup>2</sup>

- .2 Conductores de cobre trenzados, con aislamiento de PVC deberán ser usados para todo el cableado interno. Los extremos de los alambres deberán ser equipados con terminales de cobre a presión, los alambres deberán ser colocados en canales adecuadamente dispuestos y todos los circuitos que salen de los tableros deberán ser conectados a las terminales.
- .3 Todos los alambres y cables deberán ser conectados de Terminal a Terminal sin uniones.
- .4 Todos los contactos libres de los aparatos deberán ser conectados a los bloques de terminales para su uso futuro.

**8.4.4. Bornes terminales**

Los bornes en los tableros, deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Los bornes deberán ser del tipo moldeado y diseñados para una tensión de no menor de 600 V.

Se usarán bornes simples montados en soportes comunes. Cada alambre deberá tener su propio borne.

Las terminales deberán ser de fácil acceso con espacio suficiente para la instalación y conexión de cables externos.

Los bornes simples deberán ser fácilmente reemplazados sin necesidad de desmontar los bornes adyacentes.

Se suministrarán barreras adecuadas para la separación de los cables de energía de los de control.

Los bornes deben estar provistos con un eslabón de desconexión que pueda ser usado para desconectar un circuito en caso necesario.

Los bornes usados para circuitos de relés e instrumentos deberán ser equipadas con clavijas de conexión para los cables de prueba.

Los bornes para circuitos secundarios de transformadores de corriente deberán ser provistos de elementos de puente para corto circuito.

Bandas blancas o de color claro deberán ser previstas en cada Terminal para el marcado de la designación de circuitos de acuerdo a los diagramas de cableado.

Los bornes deberán ser los suficientemente fuertes y asegurados de tal forma que no salten por efecto de vibraciones inherentes al equipo en que van a ser instaladas.

**8.5. CÓDIGOS DE COLOR Y DESIGNACIÓN**

**8.5.1. Códigos de color para designación de fases**

Se usarán las siguientes designaciones y colores:

(i) Sistemas CA		
Fase	Designación	Color
1	R (L1)	negro
2	S (L2)	blanco

3	T (L3)	rojo
Neutro	N	celeste
Conductor de tierra	PE	verde/amarillo

(ii) Sistemas CC		
Fase	Designación	Color
Positiva	+ (L+)	Negro
Negativa	- (L-)	rojo

Estas designaciones de fase deberán ser empleadas y mostradas en todos los dibujos y diagramas.

#### 8.5.2. Códigos de color para el cableado

Los siguientes colores serán usados para el cableado de todos los paneles, cubículos, gabinetes, etc., tanto en instalaciones interiores como exteriores

Color de Cable	Particularidades de Circuito
Negro	Conexiones de la fase L-1 en circuitos de transformadores de corriente y de voltaje solamente.
Blanco	Conexiones de la fase L-2 en circuitos de transformadores de corriente y de voltaje solamente
Rojo	Conexiones de la fase L-3 en circuitos de transformadores de corriente y de voltaje solamente
Verde/ Amarillo	Conductores de tierra
Celeste	Conexiones del neutro
Café	Conexiones en circuitos de CA diferentes a los circuitos de transformadores de corriente y de voltaje
Plomo	Conexiones en todos los circuitos auxiliares

Se usarán números de identificación en ambos extremos de cada conexión, los cuales deberán corresponder a las indicaciones en el esquema de cableado.

#### 8.5.3. Códigos de color para los cables

Para las envolturas exteriores de los cables se recomiendan los siguientes colores (o por lo menos bandas fijadas sobre el aislamiento):

- (i) Cables A.T., rojo
- (ii) Cables B.T., amarillo
- (iii) Cables de control y de medición, plomo claro (los hilos numerados en blanco sobre su aislamiento negra).

#### 8.5.4. Códigos de color para esquemas sinópticos

Los colores para todos los esquemas sinópticos serán

Sistema	Color
CA 115 Kv	amarillo
24.9 kV	azul
10.5 kV	verde
380/220 V	negro
CC 125	café
48 V	violeta

#### 8.5.5. Designación del equipo eléctrico y aparatos

Todos los componentes eléctricos, cables, etc. serán provistos de placas/etiquetas adecuadamente marcadas de acuerdo al sistema de designación de equipo descrito en la Sección 2.3.

#### 8.5.6. Sistema de Tierra

- .1 Se deberá disponer un sistema común de tierra instalado en la central y la subestación.

- .2 Los conductores de tierra principales de 120 mm<sup>2</sup> de sección determinados de acuerdo a las corrientes de corto circuito correspondientes (ver la secc. 7.4), serán usados para la puesta a tierra del equipo eléctrico principal. La longitud total de los conductores que forman la malla y la resistencia de la malla de tierra será determinada también de acuerdo a requerimientos de corrientes de cortocircuito y de seguridad de personal.
- .3 Mayores detalles del sistema de tierra están incluidos en las especificaciones del equipo.

## 9. ENTREGA

### 9.1. GENERAL

- .1 Los materiales y equipo para su incorporación permanente a la obra deberán ser manufacturados y suministrados cuando sean requeridos y de acuerdo a la versión actualizada del cronograma de trabajos del Contratista.
- .2 Las entregas de materiales permanentes y equipo al sitio deberá ser realizado, con una anticipación de no más de tres meses de la fecha planificada para su incorporación en las obras.

### 9.2. EMBALAJE

- .1 El Contratista deberá preparar, embalar y despachar todos los materiales, partes y equipos de un modo profesional y de manera que ellos puedan fácilmente ser identificados, manejados y protegidos contra daños. Las partes pequeñas que pudieran perderse o separarse durante el transporte serán amarradas con alambres y claramente marcadas con los números de ítems, destino y cualquier otra designación necesaria que permita una identificación positiva, desembarque y almacenamiento. El Contratista será responsable por cualquier pérdida o daño resultantes de un embalaje inadecuado.
- .2 Cuando sea necesario, las piezas deberán ser montadas en bastidores. Todas las partes que excedan de 100 Kg. De peso bruto deberán ser preparadas para su embarque, de tal modo que sean fácilmente levantadas por grúas, mediante agarradores o ganchos adicionales, para su carga sobre camiones trailers especiales o en la cubierta del barco. Las partes encajonadas, donde la instalación de ganchos al embalaje no sea segura, las piezas deberán ser provistas de bandas y ganchos de izaje adecuados.
- .3 Todas las partes eléctricas y mecánicas delicadas, sujetas a daño por humedad deberán ser embaladas en contenedores metálicos herméticamente sellados, con envolturas de plástico o en otros recipientes aprobados con sus respectivas fundas y con todas las superficies tratadas a máquina fuertemente cubiertas con un componente preventivo contra la herrumbre. Cada embalaje deberá ser claramente marcado y su contenido identificado para un adecuado almacenamiento.
- .4 Los ítems que estarán sujetos a almacenamiento a la intemperie por varios meses, deberán ser adecuadamente empacados y protegidos contra la acción del clima.
- .5 El exterior de todos los envases, cajas, etc. deberá ser marcado claramente con el peso total, y posición correcta para la instalación de ganchos de izado y cables y deberán portar marcas de identificación relativas a los documentos de despacho. Cuando sea necesario, las cajas y cajones deberán portar instrucciones especiales tales como "Top", "handel with care" ("arriba", "Manéjese con cuidado"), "keep dry" ("Manténgase seco"), etc.
- .6 Cada envase o caja deberá incluir una lista de embarque en un sobre a prueba de agua, un duplicado de la lista será enviado a la Supervisión antes del embarque. Todos los ítems del equipo deberán ser marcados claramente para facilitar la identificación y su verificación con la lista de despacho. Las listas de embarque deberán dar el número, industria, medida, peso y contenido de cada caja o embalaje.
- .7 Los repuestos deberán ser embalados separadamente y designados como se ha especificado en la sección 2.3 y deberán ser entregados propia y adecuadamente embalados para su almacenamiento de varios años. El material de embalaje será de propiedad del Propietario.
- .8 Cuando son enviados documentos técnicos junto con un embarque de materiales, en un solo embalaje no podrá haber más de un juego de tales documentos.

### 9.3. MARCADO

- .1 Antes del embarque, cada lote completo será asignado con un número o letra de identificación del fabricante o suministrador y cada parte marcada en forma legible y adecuada usando placas de acero o pintura. Cada ítem o ensamblaje deberá también ser etiquetado con el número de ítem apropiado mostrados en los catálogos de precios. Cada pieza de equipo, embarcada separadamente de las piezas pequeñas embaladas



dentro de una misma caja o cajón, deberá ser claramente marcada para mostrar la unidad de la cual forman parte. Las marcas hechas con pintura o marcas perforadas deberán mostrar la posición correcta en los ensamblajes.

- .2 Las marcas deberán ser hechas con tinta indeleble en por lo menos dos lados de cada envase de embarque de idio español en la forma siguiente

EMPRESA MISICUNI  
PROYECTO MULTIPLE MISICUNI  
Cochabamba, Bolivia  
Código de identificación  
(Referencia de acuerdo a los ítems del formulario de propuesta)  
Consignatario.....  
SRW.....

#### 9.4. EMBARQUE

##### 9.4.1. Programa de embarque

En una fecha adecuada y anticipada, pero en ningún caso menos de treinta días antes de la fecha real de embarque de cualquier equipo a ser embarcado, el Contratista deberá notificar al Propietario de la naturaleza de los ítems a ser embarcados, la ruta de transporte, fechas aproximadas de embarque y entrega, y peso aproximado del embarque.

##### 9.4.2. Documentos de embarque

Después de haber sido internados, el Contratista suministrará al Propietario un original y tres copias de todos los documentos de embarque y listas de empaque correspondientes a los ítems de cada embarque de equipo. Todas las listas de empaque deberán contener el nombre del Contratista o suministrados y las marcas completas de cada caja de embalaje o cajón que hubiera sido embarcada. Listas de empaque separadas deberán ser preparadas para cada embarque. Una copia de la lista de empaque deberá ser colocada dentro de cada embalaje, y una copia insertada en un sobre a prueba de agua fijado afuera de cada caja. Las listas deberán contener información detallada del contenido embarcado de la siguiente forma:

- a) Número de caja o embalaje
- b) Descripción del contenido
- c) Los ítems identificados por lista de material, nombre del Contratista o proveedor, número de dibujo o plano de referencia y otra información pertinente de identificación
- d) Peso bruto, peso neto y tara en kilogramos
- e) Dimensiones (en metros)
- f) Compañía de seguros, cobertura y número de póliza

Todos los materiales y equipo deberán ser marcados adecuadamente para su identificación antes del embalaje.

Esto incluirá para cada parte mayor por lo menos los siguientes datos:

- g) Nombre del proyecto
- h) Nombre del Contratista o proveedor
- i) Número de fabricación
- j) Número de parte (Código EDS) incluyendo número de unidades, si es necesario.
- k) Dimensiones (en metros) y peso bruto en kilogramos de la caja o embalaje.

##### 9.4.3. Transporte y almacenamiento

- .1 Los embalajes o cajas deberán ser lo suficientemente fuertes para acomodar cabestrillos para ser izados por grúas y para proteger el contenido de todo daño durante su transporte desde el punto de fabricación hasta la entrega en los lugares designados y protegidos para condiciones que requieran operaciones tales como el traslado, almacenamiento, exposición a la humedad y la posibilidad de robo o vandalismo.
- .2 Todo el equipo importado ya sea para instalación o montaje temporal, pruebas o puesta en marcha del equipo deberá ser embarcado hacia el puerto de Antofagasta (para transporte adicional en ferrocarril) o puerto Matarani en el Perú (para transporte adicional por carretera). El Contratista será completamente responsable de un pronto y

- rápido embarque del equipo (ya sea de fuentes locales o suministrados de países extranjeros y realizará todos los arreglos necesarios para tal efecto.
- .3 El Contratista realizará sus propios arreglos para el control y el registro de arribos de embarques en los puertos. El Contratista será completamente responsable de una descarga segura y de los trámites requeridos en la liberación de todos los materiales, equipos y componentes que arriben de países extranjeros ante las aduanas bolivianas. Si es necesario, el Contratista suministrará almacenamiento temporal seguro y a prueba de la acción del clima.
  - .4 No se realizará ningún pago adicional al Contratista por cualquier costo directo o indirecto y otros gastos por demora, manipuleo, almacenamiento, etc. de los embarques.
  - .5 El Contratista será enteramente responsable de todo el transporte por carretera, ferrocarril y otros medios desde el puerto de desembarque hacia el sitio. Los arreglos correspondientes incluirán la carga y descarga del equipo, lo mismo que el adecuado y seguro almacenamiento del mismo en el sitio.
  - .6 Los detalles generales y la superficie de las áreas de almacenamiento en el sitio tanto abiertas como cubiertas propuestas por el Contratista, y el peso del embalaje más grande que será descargado y almacenado en el sitio deberán ser indicadas por el Contratista en su propuesta.

## **10. INSTALACIÓN**

### **10.1. REQUERIMIENTOS GENERALES**

- .1 El Contratista incluirá, en su propuesta, una lista completa del personal, equipo e instalaciones, que propone usar para el montaje del equipo y su puesta en marcha, lo mismo que los planos mostrando la disposición del taller de montaje, almacenes, campos y otras instalaciones.
- .2 El Contratista remitirá por anticipado un programa detallado para el ensamblaje, instalación y puesta en marcha de su equipo, en la forma especificada anteriormente.
- .3 El Contratista realizará todo el trabajo en relación con el ensamblaje, instalación y puesta en marcha del equipo suministrado, incluyendo la instalación de toda la tubería y accesorios de acuerdo a los planos aprobados del Contratista y los manuales de instalación y puesta en marcha del Contratista. Los manuales deberán ser usados como una guía general y pueden ser modificados o complementados por el superintendente del montaje del Contratista, con la aprobación de la Supervisión.
- .4 El Contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipo, estructuras temporales y andamios requeridos para la ejecución de la instalación y los trabajos de puesta en servicio de los equipos.
- .5 Todo el trabajo realizado en el sitio deberá ser hecho de tal manera que no interfiera con los trabajos de cualquier otro Contratista.
- .6 La Supervisión solamente proporcionará los ejes centrales y niveles principales. El Contratista será responsable del replanteo de los datos necesarios de acuerdo a planos y documentos de la propuesta. El Contratista debe emplear un topógrafo competente para el replanteo de líneas y niveles, incluyendo el control constante y mantenimiento de ellos, hasta el acabado de sus trabajos.
- .7 El Contratista suministrará todas las estacas necesarias, plantillas y líneas centrales y deberá poner todas las marcas permanentes y marcas de control cuando así sea requerido por la Supervisión para el control de los trabajos del Contratista. El Contratista será responsable de incluir rectificación y a todo el trabajo rechazado por la Supervisión debido a errores en el inicio del trabajo será ejecutado a costa del Contratista.
- .8 Todas las marcas topográficas mayores, estacas y señales en la superficie de alineamiento y las similares colocados por la Supervisión con el propósito de controlar el trabajo del Contratista o como marcas topográficas permanentes estarán bajo el cuidado del Contratista durante el periodo del Contrato. Él deberá a su propio costo, tomar todas las precauciones para preservarlos y mantenerlos en su posición verdadera, cuando tales marcas estén dentro o adyacentes a su área de trabajo. En caso de perturbación o alteración, por cualquier motivo, de las marcas éstas podrán ser reemplazadas por la Supervisión así por el Propietario a costo del Contratista.
- .9 Donde estén siendo instalados cables o tubos bajo tierra, el Contratista proporcionará en cada punto de cambio de dirección y a intervalos no mayores de 30 m a lo largo de la ruta, marcadores de superficie, de naturaleza rápidamente identificable y distinguible. Estos marcadores deberán indicar la dirección y función de los servicios relacionados.

### **10.2. ESTRUCTURAS TEMPORALES**

- .1 El Contratista suministrará todas las estructuras temporales y otros dispositivos necesarios para permitir el izado del equipo, su transporte e instalación (incluyendo el cementado) sin daño o distorsión y para garantizar el logro de las tolerancias especificadas.
- .2 Las estructuras temporales y accesorios deberán ser montados y removidos de tal forma que se evite cualquier daño a la base al cual están ellos fijados. Las soldaduras que sobresalgan hacia fuera después de esta operación deberán ser esmeriladas. Las grietas en el metal base deberán ser llenados con soldadura y pulidos.

### **10.3. PIEZAS METÁLICA EMPOTRADAS, CIMIENTOS E INYECCIONES**

- .1 El Contratista realizará todo el trabajo de construcción de anclajes y soportes necesarios para la instalación del equipo suministrado bajo este contrato. Los detalles y métodos para las fundaciones del equipo estarán sujetos a la aprobación de la Supervisión. A este respecto el Contratista suministrará dibujos y diseños como se ha especificado en la sección 4.2.
- .2 El Contratista suministrará información adecuado respecto a todos los huecos, cimientos, paredes aberturas en techos y pisos, tapas, pasajes, huecos en cimientos y paredes, fozos de cables y tuberías.
- .3 El Contratista suministrará e instalará en el concreto de la primera o segunda etapa todas las abrazaderas, anclas, pernos de cimientos, afirmadores, equipo temporal, piezas metálicas empotrados, tuberías y otros elementos requeridos para el equipo que será instalado bajo este Contrato. La colocación de elementos en el concreto, en lo practicable, deberá ser mediante inserciones empotradas de un tipo apropiado y aprobado.
- .4 El Contratista proporcionará todo el equipo de ajuste y nivelación así como otros dispositivos tales como tornos, cuñas, placas, etc. que sean requeridos para un alineamiento y posicionamiento perfecto de todo el equipo. El Contratista realizará todo el nivelamiento, ajuste y alineamiento necesarios.
- .5 El equipo que será montado sobre los pisos (no en bloques de fundación) deberá ser instalado en bases de concreto con el nivel acabado entre 50 y 70 mm, por encima del nivel del piso
- .6 El Contratista mostrará en planos y dibujos la ubicación exacta y los detalles de todos los componentes empotrados y será responsable de la determinación de todas las cargas y fuerzas, y la complementación y exactitud de sus dibujos y otra información en relación a otra información suministrada por otros.
- .7 El Contratista deberá claramente indicar en su programa de construcción cuando serán instalados los componentes empotrados, identificará e indicará la fecha de entrega de todos los componentes empotrados que irán a ser instalados en concreto de primera etapa.
- .8 Después de que cada parte o ítem del equipo esté instalado, se deberá obtener la aprobación de la Supervisión. Esto se aplicará particularmente al nivelado, ajuste y alineamiento de las piezas, acople de las mismas y fijado y alineamiento de bases y otras piezas. Antes de la erección, el Contratista deberá asegurarse de la corrección de cada cimiento y obtener la respectiva aprobación de la Supervisión, pero tal aprobación no liberará al Contratista de ninguna de sus obligaciones. El Contratista deberá mantener registros de todos los controles y mediciones más importantes.
- .9 Después de acabada la instalación de cualquier equipo se deberá realizar una inspección completa y en forma conjunta por personal del Supervisor y del Contratista. Si el equipo ha sido instalado satisfactoriamente se preparará un certificado de montaje que deberá ser firmado por ambos, es decir al representante del Contratista y representante de la Supervisión.

#### **10.4. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

- .1 Antes del inicio de cualquier trabajo el Contratista suministrará y colocará en posiciones cercanas al área de trabajo en cuestión, señales temporales de precaución dando clara advertencia de peligro.
- .2 El Contratista proporcionará todo el andamiaje temporal, escaleras, plataformas y pasamanos que sean esenciales para un acceso seguro y conveniente de los obreros, inspectores y otras personas autorizadas empleadas para los trabajos.
- .3 Todas las zanjas y huecos en los pisos deberán ser protegidos con pasamanos o tapas. Se deberán tomar medidas preventivas para la protección de los obreros contra material que pudiera caer.
- .4 Se debe proporcionar seguridad máxima posible al personal directamente comprometido en el trabajo, a aquellos que frecuenten el área de trabajo o a quienes en el curso normal de su ocupación tienen la necesidad de usar estructuras temporales montados por el Contratista. El trabajo en equipos eléctricos energizados está prohibido.

#### 10.5. PROTECCIÓN DE INCENDIO Y LUCHA CONTRA INCENDIOS

- .1 El Contratista será responsable de la protección contra incendio de sus edificios talleres y equipo y deberá estar preparado para protección contra incendios de los edificios, planta y equipo de otros por personal entrenado y equipo de lucha contra incendios..
- .2 Se deberá proporcionar equipo contra incendios adecuado en el sitio, desde la iniciación de los trabajos hasta la entrega de los mismos al Propietario. El equipo contra incendios, de propiedad del Contratista, deberá ser retirado por él cuando así lo requiera la supervisión.
- .3 El Contratista se asegurará que su personal y sus subcontratistas tomen todas las precauciones para la prevención de incendios. Se deberá tomar las siguientes medidas de prevención contra incendios en particular:

No serán permitidos fuegos abiertos dentro del área de trabajo. La incineración de materiales de deshecho deberá ser realizado en un área especialmente designada y fuera del área de trabajo, y en un lugar aprobado por la Supervisión.

El material inflamable deberá ser almacenado en lugares donde la propagación del fuego esté limitada a un mínimo. Chapas de plástico no inflamables deberán ser usadas para la protección del material.

Todo material inflamable deberá ser evacuado de las áreas de trabajo, especialmente donde se requiere el uso de equipos que producen llamas (ej. Soldadura). Si tal cosa es imposible, el área de trabajo deberá ser especialmente protegida por métodos convenientes de lucha contra incendios.

- .4 Las ubicaciones de los equipos fijos de lucha contra incendios deberán ser determinados por la Supervisión y el Contratista deberá instalar el equipo en el periodo de una semana después de haber sido así instruido. Equipos Portátiles deben estar permanentemente disponibles en el sitio cuando el Contratista tiene personal trabajando y deberá estar siempre a disposición cuando en la zona de trabajo de acuerdo a las instrucciones de la Supervisión.
- .5 El Contratista mantendrá permanentemente el equipo de lucha contra incendios en buenas condiciones de operación y deberá recargar inmediatamente los extinguidores después de su uso, sin tener en cuenta por quien estos hayan sido descargados. Recipientes adecuados de material químico para su uso en extinguidores deberán ser mantenidas disponibles en el sitio.
- .6 El Contratista nominará a ciertos empleados quienes deben estar disponibles cuando la Supervisión lo requiera, por periodos de dos horas para su entrenamiento inicial en la lucha contra incendios y posteriormente para periodos que no excedan de una hora a la semana de instrucción de lucha contra incendios y servicio del equipo. Los empleados nominados deberán estar disponibles en todo momento, durante su turno de trabajo. El número de empleados a ser nominados deberá ser el 5% del total de empleados en el sitio (cuyo total incluirá empleados de los subcontratistas).
- .7 Durante los periodos en los cuales los anteriormente mencionados empleados están ocupados en obligaciones de lucha contra incendios y durante los periodos de entrenamiento e instrucción, ellos deberán obedecer las direcciones de la Supervisión pero seguirán siendo empleados del Contratista o de su subcontratista.

#### 10.6. LIMPIEZA

- .1 A través de la duración del Contrato, el Contratista deberá mantener las obras en condiciones óptimas de limpieza y orden.
- .2 Todos los materiales que no estén en uso y/o que no sean necesarios para los trabajos, materiales de desecho y la basura deberán ser retirados del sitio cuando así lo sea requerido por la Supervisión. Los desechos combustibles, deben ser eliminados diariamente en una forma aprobada y en un área designada por la Supervisión.
- .3 El Contratista deberá asear regularmente el área de trabajo mediante una aspiradora de tipo industrial.

- .4 Después de la consideración de los trabajos, el Contratista deberá remover todos los trabajos y estructuras temporales que haya construido para la protección de la planta o para la ejecución de los trabajos de montaje del equipo, más todos los materiales sobrantes y toda basura que puede haberse acumulado en la ejecución del trabajo y dejando toda el área en condiciones limpia y ordenada.

## **10.7. INSTALACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES ELÉCTRICOS**

### **10.7.1. General**

El equipo, materiales y los diferentes sistemas eléctricos deberán ser ensamblados e instalados de acuerdo a las siguientes especificaciones, dentro lo aplicable, complementados por los requerimientos adicionales como pudiera ser incluido dentro de las especificaciones. El trabajo deberá ser ejecutado de acuerdo a las recomendaciones IEC aplicables.

### **10.7.2. Instalación**

- .1 Todo el equipo y materiales deberán ser instalados de acuerdo a las especificaciones y en las ubicaciones correspondientes de acuerdo a lo indicado en los dibujos. El Contratista colocará en posición, ensamblará, izará, fijará, protegerá, conectará, ajustará, probará y limpiará todo el equipo y materiales.
- .2 El Contratista será responsable por fallas o daños y corregirá mediante reposición o reparación a costo suyo, cualquier daño a los equipos o de partes de equipo o material causados por una mala instalación o ensamblaje.

### **10.7.3. Material de montaje y acabado**

- .1 El Contratista suministrará todas las anclas de expansión y otros dispositivos de anclaje, más todos los ganchos, puntuales y acero misceláneo que se requiera para la instalación de ductos, puesta a tierra, tableros de distribución misceláneos, gabinetes de relays, transformadores misceláneos, barras y todo otro equipo similar.
- .2 El Contratista también suministrará e instalará todos los conectores para los conductores, conectores de presión, grampas de soporte, aisladores, dispositivos de unión y de soporte, suspensores, sujetadores para cables, soldadura, lubricantes para jalado y cintas aislantes; accesorios y componentes para la instalación de todos los conductores aislados simples y múltiples, cables de tierra aislados y desnudos y cables para los tableros de control y maniobra.
- .3 El Contratista deberá proveer e instalar los electrodos, pernos, tuercas, volandas y tornillos que sean necesarios para la ejecución completa de cualquier instalación eléctrica requerida por estas especificaciones.

### **10.7.4. Calefactores**

Allí donde sean instaladas unidades de calefacción para el equipo, el Contratista deber, si así es requerido por la Supervisión, suministrar las conexiones provisionales al voltaje requerido para el calentamiento de los equipos hasta que las instalaciones definitivas de suministros estén disponibles

### **10.7.5. Instalación de máquinas y motores**

- .1 El equipo con partes rotatorias que debe ser almacenado por períodos considerables antes de su instalación deberá ser objeto de un examen cuidadoso, si no están adecuadamente protegidos por un revestimiento de grasa, y otro compuesto conveniente, deberán ser acondicionados antes de su almacenamiento.
- .2 Tan pronto como cada máquina haya sido colocada en su propia posición, los pernos de anclaje deberán asegurarse y ajustarse firmemente en su lugar. Las cuñas metálicas, cuando se usen deben instalarse de tal modo que no se aflojen después de que la máquina hubiera sido colocada en su lugar y puesta en servicio, y que no imposibiliten efectuar las inyecciones cuando sean requeridas.
- .3 Las máquinas que tienen bases con ranuras o deslizantes, para un montaje ajustable, deberán ser instaladas de tal manera que se obtengan las mejores condiciones de ajuste. Las conexiones mecánicas a los equipos asociados deberán ser correctamente alineadas.

- .4 Todas las máquinas eléctricas deberán ser cuidadosamente inspeccionadas y preparadas para su operación antes e ser puestas en servicio, incluyendo la lubricación. Las partes rotatorias deberán ser giradas a mano para asegurarse de que ellas están libres para rotar, y las tolerancias de operación deberán ser debidamente controladas. Cualquier grasa o revestimiento similar deberá ser removido y la superficie cuidadosamente limpiada. Todas las superficies, aberturas de ventilación o partes rotatorias deberán ser controladas para asegurarse de que estén libres de arena, suciedad y obstrucciones. Las superficies de contacto deberán ser cuidadosamente limpiadas por métodos apropiados. Se controlará la correcta rotación de los motores y todos los ajustes de pernos y conexiones deberán ser comprobados.
- .5 Todas las máquinas eléctricas deberán ser verificadas para comprobar la continuidad de sus circuitos. La resistencia de aislamiento entre los bobinados independientes de los motores y entre bobinados y tierra deberán ser probadas por el Contratista antes de la aplicación del voltaje.
- .6 En cada motor se efectuará una prueba de operación en vacío de dos horas de duración, durante ese lapso los motores deberán ser constantemente supervisados. Los motores deberán ser probados para una operación satisfactoria y controlados frecuentemente para determinar posibles recalentamientos indebidos. Luego cada motor será sometido a una prueba de carga, la cual consistirá en un período de ocho horas de operación normal. Durante esta prueba el motor tienen que ser controlado y constantemente atendido para una satisfactoria comprobación de su operación. Se harán frecuentes controles e temperatura para prevenir y evitar temperaturas excesivas.
- .7 Los controles arriba mencionados deberán ser ejecutados por el Contratista, a su costo y en presencia de la Supervisión.

#### **10.7.6. Tableros**

- .1 Los tableros de control de maniobra, centros de control para motores y otro equipo similar deberán ser transportados y manejados en grupos de paneles al ser embarcados. El equipo deberá ser transportado y manipulado con su embalaje o cubierta protectora hasta su montaje en su ubicación permanente. Las bases para los tableros y equipos similares deberán en lo posible ser embarcados con suficiente anticipación respecto a la fecha prevista de instalación.
- .2 El Contratista deberá verificar la verticalidad, nivelar así como alinear todo el equipo, antes del soldado o empernado a las bases. Las secciones separadas del equipo deberán ser colocadas y verificadas en cuanto a su verticalidad, alineación y niveles. Los seguros, bloqueos de los instrumentos y otros mecanismos no deberán ser removidos hasta que el equipo esté apto para el servicio. Todos los dispositivos y equipos, incluyendo sus conexiones, suministrados con o para los tableros, centros de control de motores y otro equipo similar, pero embarcados separadamente, deberán ser instalados por el Contratista, en la forma indicada por la Supervisión. Todas las conexiones deberán ser verificadas para asegurar una correcta conexión, y se controlará la continuidad y resistencia a tierra de los circuitos. El equipo deberá ser minuciosamente limpiado interior y exteriormente de toda materia extraña antes de ser puesto en servicio, y si este trabajo es realizado después de ponerlo en servicio, deberá ser mantenido limpio mediante un cuidado diario. El alineamiento de las partes deberá ser controlado y el equipo probado para una operación satisfactoria.

#### **10.7.7. Equipo de alta tensión**

Los aisladores alto voltaje deberán ser guardados en sus embalajes originales hasta su ensamblaje o erección. Antes de ponerlos en servicio, el Contratista deberá limpiar minuciosamente los aisladores de alta tensión y otras superficies de porcelana en todo el equipo. Todos los aisladores de alta tensión deberán ser instalados en su lugar de acuerdo a las instrucciones del fabricante y como sea instruido por la Supervisión.

#### **10.8. DESIGNACIÓN DEL EQUIPO**

- .1 El sistema de designación está descrito en la sección 2.3 anteriormente detallada.
- .2 Las longitudes expuestas de ductos o bandejas que contienen cables de alta tensión deberán ser adicionalmente marcadas cerca de cada terminación, en cada caja de conexión y en ambos lados de una pared, con dos bandas pintadas de rojo espaciadas

en 200 mm y todo el espacio intermedio pintado de blanco con letras negras de un tamaño adecuado indicando el voltaje del circuito.

- .3 Los cables y ductos para instalaciones domésticas generalmente no necesitan ser designados.



## 11. INSPECCIÓN Y PRUEBAS

### 11.1. GENERAL

- .1 Todo el equipo, incluyendo todos los materiales, componentes, aparatos, etc. citados en estas especificaciones, tanto en el proceso de manufactura como durante la instalación y puesta en marcha, estarán sujetos a las pruebas e inspecciones que sean requeridas por las normas pertinentes, por la práctica normal del fabricante y que sean consideradas necesarias por la Supervisión, para asegurar el cumplimiento con los requerimientos de estas especificaciones.
- .2 La aprobación de ensamblaje, pruebas, inspecciones, procedimientos relacionados, etc. de ninguna forma liberarán al Contratista de sus obligaciones contractuales para el suministro de los trabajos de acuerdo a las provisiones de estas especificaciones.
- .3 El Contratista será responsable de la ejecución de todas las inspecciones y pruebas requeridas para demostrar durante la fabricación y su acabado, que el equipo cumple con los requerimientos de las especificaciones. Los costos asociados con todas estas inspecciones, controles y pruebas deberán ser absorbidos por el Contratista.
- .4 El Contratista preparará un programa de inspección y pruebas, incluyendo todas las pruebas durante y después de la fabricación (excepto para material de stock) el cual formará parte del Contrato y donde se describirán las inspecciones y pruebas para cada ítem y componente mayor. El programa incluirá un programa suficientemente detallado de fabricación, con todas las fechas de inspección y pruebas, una descripción de cada inspección o prueba (incluyendo el método de prueba) a ser realizado y las normas aplicables. Cuando se proponga la aceptación de normas por parte del Contratista, se suministrarán copias de los mismos para la aprobación de la Supervisión.
- .5 El programa de inspección y prueba y el programa relacionado deberá ser actualizado por el Contratista a intervalos de dos meses con indicación clara de las fechas previstas de inspección y pruebas.
- .6 Un aviso escrito de la fecha exacta, a tiempo y lugar de las inspecciones y pruebas a ser supervisadas por la Supervisión será remitido por lo menos 20 días antes de la fecha de tales inspecciones y pruebas.
- .7 El acceso libre e irrestricto a ala fábrica de talleres del Contratista (incluyendo a los talleres de sus subcontratistas) deberá ser garantizado a la Supervisión en todo momento y previo aviso por parte de la Supervisión con un plazo razonable.
- .8 En caso de que una inspección acordada no pueda ser realizada como se haya propuesto, debido a la falta de preparación, negligencia o presentación de material y/o equipo en un estado claramente no aceptable, todos los costos incurridos por el Propietario, para la repetición de dichas inspecciones deberán correr a cargo del Contratista.

### 11.2. CERTIFICADOS DE PRUEBAS

- .1 Los registros de pruebas, certificados de pruebas, curvas de funcionamiento, tablas, etc. de todas las inspecciones y pruebas, ejecutadas en presencia o no de la Supervisión, deberán ser suministradas en cuanto sea posible después de la ejecución de cada inspección o prueba. Después de la terminación de toda prueba, se encuadernarán adecuadamente dos juegos de los documentos mencionados.
- .2 Todos los certificados de pruebas deberán ser endosados con suficiente información para la identificación del equipo y material a los cuales se refieren los certificados. En adición se colocará en la esquina superior derecha las siguientes referencias:
  - EMPRESA MISICUNI
  - PROYECTO MULTIPLE MISICUN
  - Designación del equipo
  - No de dibujo del Contratista
  - Fecha

### 11.3. TIPO DE PRUEBAS

- .1 La inspección y prueba del equipo incluirá todas las inspecciones, pruebas, controles, procedimientos, etc. ya sean mecánicos, neumáticos, hidráulicos o eléctricos, que sean necesarios para asegurar de que el equipo suministrado cumpla con los requerimientos de estas especificaciones.
- .2 La inspección y prueba deberán abarcar, pero no necesariamente limitarse a:
  - Pruebas mecánicas y químicas de los materiales
  - Pruebas destructivas y no-destructivas de los materiales
  - Controles y exámenes de las soldaduras
  - Examen boroscópico de ejes
  - Controles de ajustes y ensamblajes
  - Controles de dimensiones
  - Inspecciones de pintura y revestimientos
  - Pruebas de presión hidrostática y de estanqueidad
  - Pruebas de balanceado
  - Pruebas de empalamiento, ejes
  - Pruebas eléctricas
  - Pruebas en funcionamiento (incluyendo medición de vibración y ruido)
  - Pruebas funcionales
  - Pruebas de rendimiento
  - Pruebas con carga y sobrecarga
  - Pruebas de liberación y de carga
  - Pruebas de aceptación

Estas pruebas serán llevadas a cabo principalmente como:

  - Pruebas tipo
  - Pruebas de rutina
  - Pruebas especiales
- .3 Las técnicas, equipo e instrumentación a ser usados para estas pruebas, controles, inspecciones, exámenes, etc. deberán estar de acuerdo con las normas, regulaciones o códigos internacionalmente aceptados y en particular aquellas que han sido mencionadas en las especificaciones.
- .4 Si en opinión de la Supervisión los instrumentos, aparatos, dispositivos, etc. usados por el Contratista (o su subcontratista) necesitan calibración o recalibración tales instrumentos, aparatos, dispositivos, etc. deberán ser calibrados a costo del Contratista por una autoridad independiente o instituto aprobado por la Supervisión

### 11.4. PRUEBAS POR MUESTREO

- .1 Las pruebas por muestreo serán realizadas en piezas tomadas al azar de los lotes, equipos, partes o materiales. La selección de muestras tomadas será determinada ya sea a discreción de la Supervisión, particularmente para lotes pequeños o deberá conformar con las reglas generalmente aceptadas y normas de pruebas estadísticas.
- .2 En caso de que una muestra falle durante las pruebas, se aplicará lo siguiente:
  - a) Lotes pequeños: todas las piezas deberán ser completamente probadas.
  - b) Lotes grandes: un segundo grupo de muestras de igual número que el primero, deberán ser escogidos y probados. Si este juego pasa todas las pruebas satisfactoriamente, el lote será considerado como aceptable. Si nuevamente una o más muestras fallan, en un o mas pruebas, el lote entero será rechazado o todas las piezas del lote deberán ser probadas completa e individualmente, según determine la Supervisión.

Las piezas de lotes las cuales hubieran sido declaradas no aceptables y las muestras que hubieran fallado en el examen deberán ser marcadas inmediatamente y no deberán ser presentadas a pruebas otra vez.

## 11.5. PRUEBAS EN LOS TALLERES DEL FABRICANTE

### 11.5.1. Generalidades

- .1 Antes de que cualquier material, equipo, aparato, componente, etc. sea empacados o despachados en los talleres del Contratista (o del subcontratista), se deberán efectuar todas las pruebas, inspecciones, controles, exámenes, etc. requeridos por las normas, regulaciones o códigos internacionalmente aceptadas y cumplir con las estipulaciones de dichas normas.
- .2 Todos los materiales, aparatos y otras partes y componentes del equipo a ser sometidos a pruebas, inspección, chequeo, examen, etc. en los talleres del Contratista o el Subcontratista, deberán ser adecuadamente preparados para los trabajos de prueba e inspección. No deberá haber interferencia o molestias con actividades de otros talleres, a tiempo de ejecutar los ensayos, pruebas e inspecciones.
- .3 Todo el equipo, material, aparato y otros componentes deberán ser adecuadamente resguardados y protegidos contra el clima, mientras están siendo probados, inspeccionados, controlados y examinados.
- .4 Las partes y componentes deberán ser ensamblados en su mayor extensión posible y el control de sus dimensiones realizado en todos los ensambles mayores, subensamblajes, partes y componentes especialmente cuando las tolerancias y ajustes son importantes (tolerancias de ejes, espacios entre partes estacionarias y en movimiento, dimensiones necesarios para el ensamblaje con otros elementos y suministros, funcionamiento combinado de equipo eléctrico, etc.).
- .5 Los componentes y partes que serán ensambladas con soldadura en el sitio, deberán ser punteadas en los talleres para permitir los controles de dimensión y visuales de los ajustes y uniones. Los componentes y partes, deberán ser adecuadamente marcados en partes correspondientes para asegurar el correcto ensamblaje y soldado en el sitio.
- .6 Si los controles de dimensiones muestran discrepancias en las mediciones efectuadas, las cuales afectarían el ajuste, el ensamblaje o el desarmado de la parte respectiva o componente las correcciones o modificaciones que se efectúen de ninguna forma deberán sacrificar la confiabilidad de operación o intercambiabilidad y deberán ser solamente ejecutados con la aprobación de la Supervisión. Si la corrección o modificación no puede ser llevada a cabo de acuerdo a los términos arriba mencionados, la parte o componente en juego será rechazada.
- .7 Las pruebas de taller incluirán, las pruebas, de presión hidrostática del equipo, que puede ser completamente ensamblado en el edificio del Contratista o de su Subcontratista.
- .8 La prueba en taller también incluirá pruebas de operación en ensamblajes parciales o completos en su mayor extensión posible y como se determine de acuerdo con la Supervisión. Tales pruebas, en lo posible serán realizadas en condiciones lo más similares posibles a las condiciones de operación finales. Cuando sea requerido por la Supervisión, las pruebas funcionales deberán ser repetidas o ampliadas hasta que se haya obtenido la certeza de que los ensamblajes funcionarán de acuerdo con las especificaciones.
- .9 Las bombas, ventiladores, compresoras, intercambiadores de calor y otros aparatos asociados, deberán ser probados en los talleres del fabricante. Si el suministro comprende dos o más equipos idénticos tales como bombas, ventiladores, compresoras, se realizará una prueba completa en la primera unidad solamente. Tal prueba de operación abarcará la verificación de la capacidad de descarga contra la presión de descarga, consumo de potencia y eficiencia y otros datos. Los diagramas de las pruebas efectuadas serán suministrados a la Supervisión. Las demás unidades necesitarán ser probadas solamente si los resultados de las pruebas, obtenidos de la primera unidad de prueba, son dudosos o insatisfactorios.
- .10 En lo posible, las pruebas en bombas en los talleres del fabricante deberán ser realizadas con condiciones similares a las condiciones finales de operación.

- .11 Los cubículos, gabinetes y tableros de control deberán, antes de su inspección y prueba, estar completa y adecuadamente ensamblados, equipados y con su cableado interno, en los talleres del Contratista o del sub-contratista.

#### **11.5.2. Pruebas tipo**

Las pruebas tipo se realizarán para establecer las principales características del equipo y que ellas cumplan con los requerimientos estipulados en las especificaciones. Las pruebas tipo deberán ser realizadas en una sola muestra de aparatos o ensamblaje de cada tipo y capacidad y deberán ser testimoniadas y debidamente autenticadas por una entidad o institución independiente de reputación internacional. Si existe evidencia de pruebas tipo realizadas exitosamente en aparatos idénticos, en un laboratorio independiente, los respectivos certificados podrán ser aceptados. Los certificados de las pruebas tipo serán remitidas a la Supervisión.

#### **11.5.3. Pruebas de rutina**

Las pruebas de rutina son requeridas para probar que el producto está de acuerdo con el equipo que ha sido satisfactoriamente sometido a una prueba tipo y para revelar fallas o defectos en materiales o equipo, debidas a una supervisión inadecuada o insuficiente durante la fabricación, ensamblaje, etc.

### **11.6. PRUEBAS EN EL SITIO**

- .1 El equipo será sometido a pruebas en sitio durante y después del trabajo de instalación. Las pruebas en sitio abarcarán, pero no se limitarán a las pruebas, controles, inspección y examen de todo el equipo ensamblado, soldado y colocado en el sitio. El periodo de las pruebas y comprobación en el sitio abarcará hasta la aceptación provisional de todo el equipo.
- .2 El Contratista proveerá a su costo el suficiente personal competente (incluyendo los de sus Sub-contratistas) lo mismo que todo el equipo, materiales y otros servicios requeridos para la ejecución de las pruebas en forma completa y adecuada y la puesta en operación comercial de todo el equipo. Si en la opinión de la Supervisión, el personal es inadecuado; el Contratista, a petición de la Supervisión, y sin ningún costo adicional, proveerá personal apropiadamente competente en el número requerido por la Supervisión.
- .3 Todas las pruebas y controles deberán ser realizados en presencia de la Supervisión. Si la ejecución de las pruebas o los resultados no son satisfactorios, la Supervisión tendrá el derecho de exigir pruebas adicionales o la repetición de las mismas.

### **11.7. PRUEBAS NO – DESTRUCTIVAS**

- .1 Se ejecutarán pruebas radiográficas, ultrasónicas, de partícula magnética o pruebas de penetración de líquido en los componentes de acuerdo a necesidades. Allí donde las pruebas ultrasónicas o de partículas magnéticas indiquen la posibilidad de una falla, la parte sospechosa deberá ser probada por radiografía. Todos los defectos se removerán mediante procesos térmicos o mecánicos y reparados mediante soldadura. Las soldaduras de reparación y partes contiguas a la soldadura original, si la hubiera, deberá ser luego probada radiográficamente. Todas las radiografías quedarán en propiedad del Propietario.

## **12. OPERACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL**

### **12.1. OPERACIÓN EXPERIMENTAL Y PERIODO DE CONFIABILIDAD**

- .1 A tiempo de la presentación por parte del Contratista de todos los documentos y certificados demostrando la operación satisfactoria, durante la puesta en servicio y las pruebas de los diferentes equipos y la aprobación de estos documentos y certificados por la Supervisión y sus representantes y después de que el Contratista hubiera notificado a la Supervisión o a su representante y recibido del mismo el acuerdo de que el equipo está listo para operación, este será sujeto a la operación experimental de (72) setenta y dos horas.
- .2 Durante la operación experimental todo el equipo suministrado deberá operar bajo condiciones comerciales y cumplir con todos los requerimientos estipulados en los documentos de Contrato y garantizados por el contratista.
- .3 Inmediatamente después de la certificación de la operación experimental exitosa del equipo éste será sujeto a un período de confiabilidad de (3) tres meses bajo condiciones comerciales ya sea en forma continua o intermitente como pudiera ser más conveniente para el Propietario, sin que se presenten daños e interrupciones indebidas de ninguna clase, causados por defectos en el equipo suministrado bajo el contrato
- .4 El equipo será operado por el personal del Propietario con la asistencia y asesoramiento del Contratista y su personal, durante dicho período de confiabilidad. El Contratista podrá pedir los ajustes menores que puedan ser necesarios, siempre y cuando tales ajustes no interfieran con el uso del equipo por parte del Propietario, o afecte adversamente la operación o disminuya la eficiencia.
- .5 Si ocurre cualquier falla o interrupción debido a fallas de diseño, material a mano de obra en cualquier equipo suministrado bajo este contrato, suficiente como para impedir el uso completo del equipo, el Contratista remediará este defecto y luego el período de confiabilidad empezará nuevamente.

### **12.2. ENTRENAMIENTO E INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL DEL PROPIETARIO**

- .1 Para facilitar una operación confiable de la planta y su mantenimiento, después de la aceptación provisional, el personal responsable del Propietario será entrenado por el Contratista para la operación de todo el equipo suministrado e instalado en la obra. Para lograr este fin el personal involucrado deberá ser adecuadamente entrenado durante la fabricación del equipo (en los talleres del Contratista) y después durante la instalación puesta en servicio y operación comercial de la planta (período de confiabilidad) bajo el control y la administración del Contratista.
- .2 El tipo y horarios de entrenamiento en los talleres y el número de personas a entrenarse serán determinadas por recomendación del Contratista y los costos correspondientes serán incluidos en su propuesta.
- .3 Durante el período de instalación del equipo, el personal técnico del Propietario deberá ser instruido por el Contratista y autorizado a seguir todas las operaciones de ensamblaje, en cooperación cercana con los técnicos del Contratista y personal de instalación. Este procedimiento de instrucción incluirá el montaje del equipo, la operación experimental, la puesta en servicio y el período de confiabilidad. Los costos de tales instrucciones deberán ser también incluidos en el precio de la propuesta.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES ANEXO 1

### SISTEMA DE DESIGNACIÓN DE EQUIPO (SDE)

#### 1. GENERAL

- .1 Para la designación del equipo generalmente se usará un sistema basado en la Pub. IEC N° 113 o DIN 40719.

(Aparte de este sistema habrá un segundo código usado para la designación de todos los interruptores de alta tensión de acuerdo a los requerimientos del Sistema Nacional de ENDE. Estos símbolos especiales están indicados en los diagramas unifilares correspondientes y serán indicados en los tableros de control de los interruptores nombrados.

- .2 Como usar los estándares mencionados, se explica más adelante, especialmente para el equipo eléctrico y su representación en diagramas eléctricos para plantas hidroeléctricas.

#### 2. SISTEMA DE DESIGNACIÓN

##### 2.1. ORDENAMIENTO GENERAL

- .1 Las marcas de equipo están compuestas de la siguiente forma:

Bloque 1. Alto Nivel asignación mostrando la correlación con otras partes del equipo, respecto a su ubicación y/o función.

Bloque 2. Ubicación del ítem.

Bloque 3. Identificación del ítem:

A=Clase de ítem

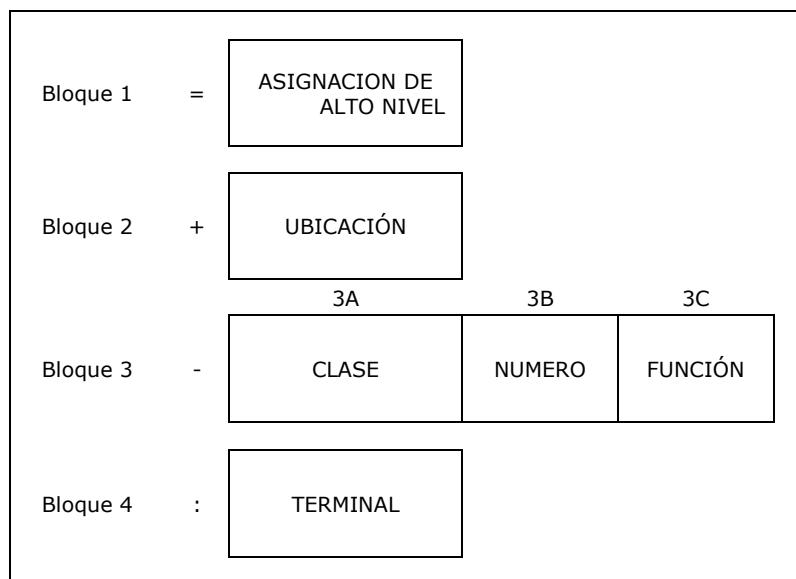
B=Número de ítem

C=Función del ítem.

Bloque 4. Marcas de terminales y conductor

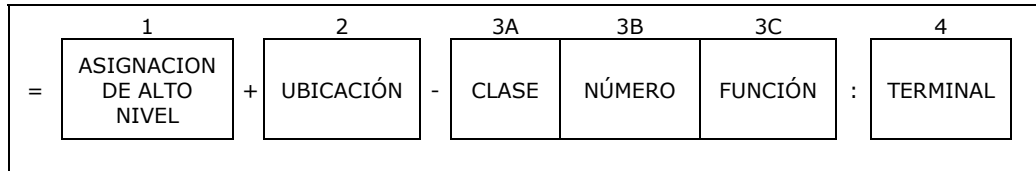
Símbolos calificativos son usados para la distinción de los bloques 1, 2, 3, y 4 de una designación de completa.

Los diferentes bloques con sus símbolos de calificación se muestran abajo:



El símbolo de calificación puede ser omitido si no hay ambigüedad. Puede haber otros símbolos usados frente al bloque 4 para designar por ejemplo señales ("I"), etc.

- .2 Se preferirá la siguiente secuencia para la designación de bloques.



Los bloques de identificación 1 ("planta") y 2 ("ubicación"), están siempre incorporados en el título del diagrama esquemático, pero generalmente son mostrados solamente en los ítems de equipo, si esto es necesario para propósitos de orientación (El bloque 2 "ubicación" puede ser omitido si no hay confusión posible).

Esto se aplica, por ejemplo, si la representación parcial del equipo pudiera ser mostrada - de acuerdo a su función - en una ubicación diferente y/o en relación con una planta diferente.

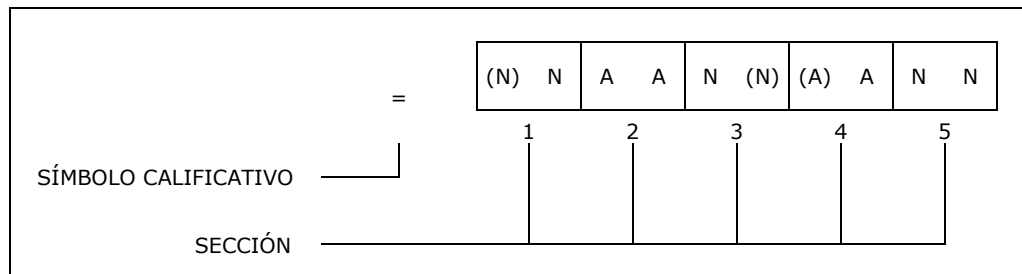
**2.2. ASIGNACIÓN DE ALTO NIVEL**

- .1 En este bloque será indicada la "Identificación Planta" general. El bloque de identificación de "Planta" está precedido por el signo igual (=), estando la identificación principalmente en línea con la estructura funcional, a la cual también corresponde la designación de los diagramas esquemáticos.

Si la función de un circuito es mostrada en muchas hojas de diagramas, todas estas llevan la misma identificación de código de planta. La representación alfanumérica de este código generalmente refleja el método usado para diagramas de llenado y de ubicación.

El código de identificación de planta, el cual también identifica el diagrama esquemático es introducido en el bloque de diagrama.

- .2 El bloque de identificación 1, está subdividido en las siguientes 5 secciones.



Dentro de las casillas, A, representa una letra de identificación y N, un número.

Las secciones individuales pueden ser reconocidas por un ordenamiento alternado de números y letras.

El bloque de identificación tiene un máximo de 10 posiciones de datos alfanuméricos.

El número de datos de identificación depende del tamaño de la planta o del sistema. Los datos de posiciones alfanuméricos tienen siempre un significado específico, el cual es mostrado en las tablas.

- .3 Un significado particular de secciones-claves:

Sección 1:            N° de unidad (1-9), 0 para equipo común

Sección 2: Conjunto de equipo, juegos, grupos funcionales, etc.  
 Primera Letra: Tensión de operaciones de interruptores, máquinas, paneles, etc.

A - 115	kV	A.C.
B - 24.9	kV	A.C.
C - 10.5	kV	A.C.
D - 50-1000	V	A.C.
E - Mayor a 50	V	A.C.
F, G - libre		A.C.
H - 125	V	C.C.
K -48	V	C.C.
L - mayor a 48	V	C.C.
M, N, P - libre	a)	C.C.
Q - Equipo para medición		
R - Equipo para protección		
S - Equipo para control/monitoreo		
T - Equipo común en la sala de control		
U - Equipo de computación		
W - sistemas de comunicación		
X, Y, Z - Libre		

Segunda Letra: Designación de varias barras del mismo nivel de voltaje, montaje, máquinas, componentes principales (seleccionadas libremente de acuerdo a la tabla 2, página 90)

Nota: Ambos títulos pueden también ser utilizados solamente para identificación de los componentes mecánicos pertenecientes a varios.

El siguiente caso puede ser utilizado para plantas hidroeléctricas:

GP	Gobernador de presión de aceite
TF	Foso de ventilación de la turbina
CW	Agua de refrigeración
DW	Agua de drenaje
UW	Sistema de desagüe
TC	Gobernador de aire - comprimido
GC	Aire comprimido para uso general
WM	Taller
VE	Sistema de ventilación
AE	Sistema de aire acondicionado
EL	Elevador
b)	etc.

Sección 3: Campo/zona número de sub ensamblajes

Sección 4: Grupo funcional (de acuerdo a la Tabla 1 - Véase la página A1-7)

Sección 5: Número de grupo funcional (alimentador, etc.)

.4 Ejemplo

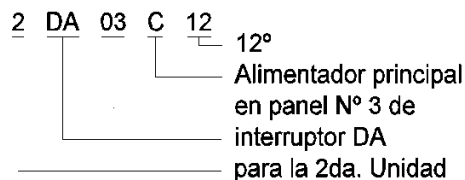


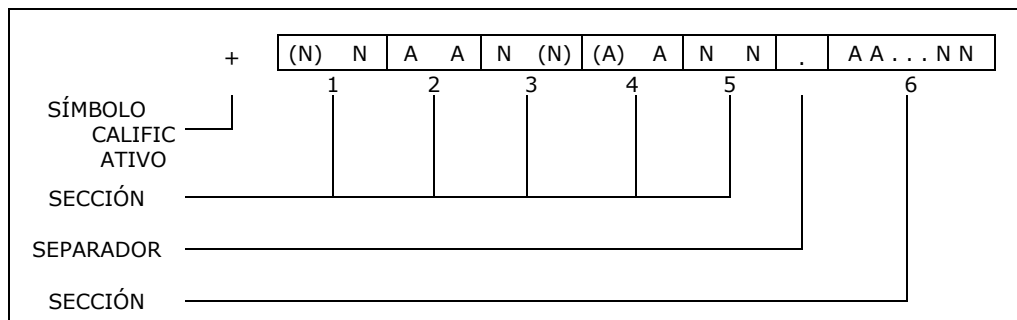


Tabla 1

CODIGO LITERAL	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS PARA EL EQUIPO DEL SECTOR DE POTENCIA
A B	General	General, funciones súper ordenadas
C D E F	Circuitos de potencia que funcionan en la línea frecuencia	Conmutación, transformación / conversión, transmisión de electricidad a alto, medio o bajo voltaje y línea de frecuencia Conducción de CA, sistemas de distribución. La secuencia literal esta ordenada para indicar un decremento de voltaje o potencia.
G		Conmutación, transformación / conversión, transmisión de electricidad a alto, medio o bajo voltaje y línea de frecuencia, con excepción de la línea de frecuencia.
H J	Circuitos de potencia que no funcionan en la línea frecuencia	Conducción de CA, armadura y circuitos de campo. Convertidores de frecuencia estáticos y otros. Hornos de media frecuencia
K		La secuencia literal esta ordenada para indicar un decremento de voltaje, potencia o nivel de frecuencia.
L		Conmutación, transformación / conversión, transmisión de señales.
M		Monitoreo, protección, almacenamiento, automatización
N P Q R	Señalización de control	Sistemas de control orientados (por ejemplo: arranque estrella delta). Y sistemas de tecnología orientada (por ejemplo: desconexión preferencial)
S	Medición	Mediciones eléctricas u otras variables físicas usando métodos analógicos o digitales.
T		Indicadores, grabadores, contadores.
U		Control de bucle cerrado eléctrico y procesos tecnológicos.
V	Control de bucle cerrado	Adquisición de valores actuales, inicialización de valores.
W		Proceso de datos, procesos de computadoras.
X Y Z	Otras funciones	

2.3. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE UBICACIÓN (BLOQUE 2)

- .1 El bloque de identificación de "Ubicación" está precedido por un signa más (+). Este código de identificación indica la ubicación de una pieza del equipo, ej. El edificio, habitación, cubículo, estante o posición de montaje. El bloque de identificación está subdividido como sigue:



Las secciones individuales pueden ser reconocidas por un ordenamiento alterado de letras y números. Una sección generalmente cubre ensamblajes, similares.

Dentro del bloque, son usados no más de 18 posiciones de datos.

El número de posiciones depende del tamaño de la planta o del sistema. Las posiciones de datos sin uso deberán ser eliminadas siempre y cuando una de las secciones está omitida.

El bloque de identificación está subdividido por un punto (.) como separador colocado entre las secciones 5 y 6.

La información en relación a la ubicación (edificio, habitación, fila, etc.) de una unidad de construcción (campo, cubículo, estante) está mostrado hacia la izquierda del separador (.).

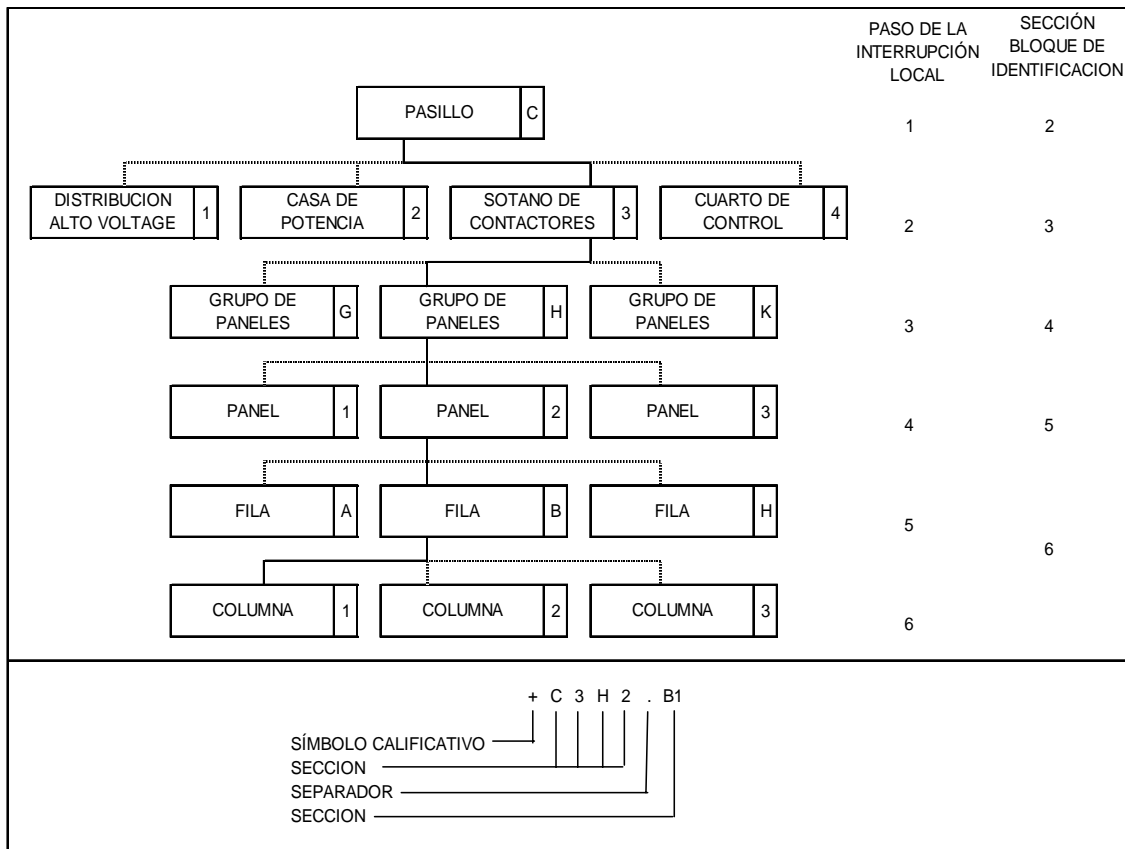
La información en relación a la ubicación (fila, columna, etc.) de un ítem de equipo que forma parte de la unidad de construcción está dado a la derecha del separador (.). En la sección 6, puede ser usado un máximo de 8 símbolos alfabéticos o numéricos en cualquier orden deseado.

- 2. El siguiente ejemplo muestra la información del bloque de identificación de "ubicación", empezando con la sección 2 y guardando la debida relación a las características de construcción de una planta.

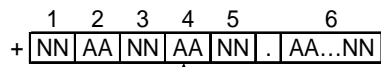
El bloque de identificación empieza a la izquierda con la unidad de construcción más grande y termina a la derecha con la unidad más pequeña. En caso necesario, el detalle y la significación de las posiciones de datos están explicados en los documentos de circuitos.

Si las ubicaciones del equipo mecánico están también incluidas en este bloque de identificación, o en caso de existir marcas de ubicación que tienen que ser permitidas en las secciones 1 a 4, el número total de posiciones no deberá exceder de 10.

Ejemplo: Formación del bloque de identificación de "ubicación".



.3 El significado de una predeterminada posición de datos alfabéticos, para aplicaciones de una potencia es dada en la siguiente tabla:

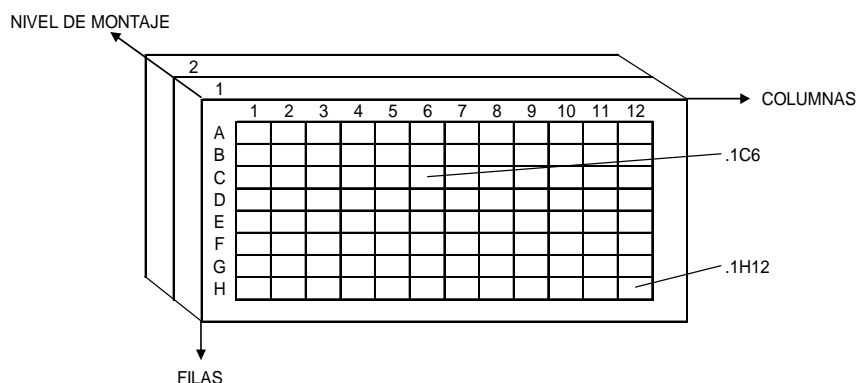


CODIGO LITERAL	UBICACIÓN	EJEMPLOS DE UNIDADES DE CONSTRUCCION
A	DISTRIBUCION DE ALTO VOLTAGE	CUBICULOS, GABINETES, PANELES, BOXES.
B		
C	TRANSFORMADORES, REACTANCIAS, CAPACITORES	CUBICULOS, CUARTOS, POSICIONES DE MONTAJE
D		
E	DISTRIBUCION DE BAJO VOLTAGE	RACKS, TABLEROS, GABINETES
F		
G		
H		
K		
L	DISTRIBUCION DE BAJO VOLTAGE	BOXES
M		
N		
P		TABLEROS
R		
S		EQUIPO ELECTRICO NO CUBIERTO POR LAS LETRAS "A" A LA "R", POR EJEMPLO EN UNA MAQUINA LOCAL
T		
U		
V		
W		
X		
Y	NO ASIGNADO	NO ASIGNADO
Z		

El código literal de la cuarta posición de datos hacia la izquierda del separador para identificación de ubicación y unidades de construcción en el bloque de identificación de "Ubicación".

Ejemplo:

Ubicación (sección 6, a la izquierda del punto (.) como separador).



En el ejemplo de arriba, la sección 6 (en la "ubicación (+) bloque de identificación después del punto (.), empieza con un número, pero en la figura 1 de abajo con una letra. En el diagrama del circuito, el bloque de identificación "ubicación" (+) está mostrado debajo del bloque de identificación de "Planta" (=).

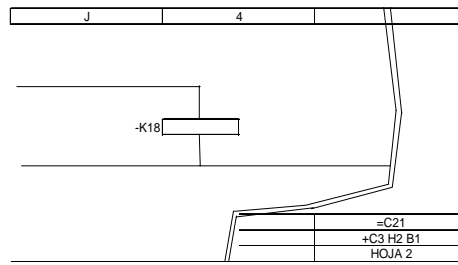
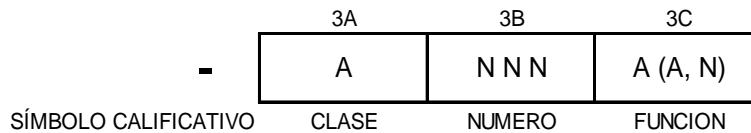


Fig. 1 Diagrama esquemático mostrando los símbolos de "Planta" (=) y "ubicación" (+) en el bloque.

El código de identificación de ubicación está generalmente introducido en el título del bloque de diagrama y en el ítem de equipo solamente en caso necesario.

#### 2.4. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO (BLOQUE 3)

El bloque de identificación de "equipo" está precedido por un signo menos (-): consistente de las partes 3ª, 3B y 3C.



Dentro de las casillas, A significa una letra de código y N un número.

Para identificación de equipo por lo menos la parte 3B debe ser marcada en el diagrama esquemático (si no hay posible confusión) mientras las partes 3A y 3C pueden ser aumentadas a la parte 3B como suplementos.

##### Clase (parte 3A)

La clase de equipo está solamente identificada por una sola letra, ésta puede ser asignada a un ítem individual de equipo y también a una combinación de varios ítems, eje. Un arrancador con interruptor de límite. El significado de las letras está indicado en la Tabla 2.

##### Clase (parte 3B)

Cada ítem de equipo mostrado en un diagrama de circuitos está asignado con un número de 1 a 3 dígitos. Este número está siempre establecido. Puede tener un significado adicional, el cual está explicado luego en la Tabla.

##### Función (parte 3C)

La función de un ítem de equipo puede ser identificada por una o dos letras o por una letra y un número. Las marcas usadas están explicadas en el documento de circuitos. En casos donde es suficiente la información general de la función (ej. Equipo de potencia y dispositivos auxiliares) las letras mostradas en la Tabla 3 son usadas. Esto evita explicaciones mayores en los documentos del circuito. La identificación de función puede ser obviadas si no es necesitada pero nunca es usada por sí misma.

Tabla 2

Códigos literales y sus correspondientes clases de ítems (conforme al Bloque 3A).

<b>Código Literal</b>	<b>Clase de ítem</b>	<b>Ejemplos</b>
A	Ensamblaje, sub-ensamblajes	Amplificador con tubos o transistores, amplificador magnético, láser, maser
B	Transductor de cantidad no eléctrica a eléctrica o viceversa	Sensor termoelectrónico, termo célula, célula fotoeléctrica, dinamómetro transductor de cristal, micrófono, tocadiscos, parlante, sincronizadores
C	Capacitador	
D	Elementos binarios, dispositivos de retardo dispositivos de almacenaje	Elemento de combinación, líneas de retardo, elementos biestables, elementos monoestables, almacenamiento de núcleo, registro, tocacintas magnético, grabador de discos.
E	Varios	Dispositivos de iluminación, de calefacción y otros no especificados en esta tabla
F	Dispositivos protectivos	Fusible, dispositivo de descarga y sobre voltaje, pararrayos
G	Generadores, suministros	Generador rotativo, convertidor rotativo de frecuencia, batería, fuente de potencia oscilador, oscilador a cuarzo
H	Dispositivos de señalización	Indicadores ópticos y acústicos
J	Cables	Cables de energía, control y comunicación
K	Relays, contactos	
L	Inductores	Embobinado de inducción, trampa de línea
M	Motores	
N	Amplificador, regulador	
P	Equipos de medición, prueba	Indicación, registro y dispositivos de medición, generador de señal, relojes
Q	Dispositivos de interrupción mecánicos para circuitos e energía	Interruptor, seleccionador
R	Resistencia	Resistencia variable, potenciómetro, reostato, derivación, termistor
S	Interruptores, selectores	Interruptor de control, botones, interruptor de límite, interruptor selector, contacto dial, paso de conexión
T	Transformadores	Transformador de voltaje, transformador de corriente.
U	Modulares, cambiadores	Discriminador, demodulador, cambiador de frecuencia, codificador, inversor, convertidor, transmisor de telegrafía
V	Tubos, semiconductores	Tubo electrónico, tubo de gas, diodo, transistor, tiristor
W	Sistemas transmisión, guías de ondas	Amortiguadores, barras, guías de ondas, acoplamiento direccional, dipolos, antenas parabólicas.
X	Terminales, enchufes, sockets	Enchufes de desconexión, bandejas de prueba, terminales, bandas de terminales soldadas.
Y	Dispositivos mecánicos operados eléctricamente	Frenos, embrague, válvulas neumáticas
Z	Terminaciones, transformadores hídricos, filtros, ecualizadores, limitadores	Red de cables, filtros de cristal.

Tabla 3

Código literal	Función general
A	Auxiliar
B	Dirección de movimiento (adelante, atrás, elevar, bajar, sentido horario, sentido anti-horario).
C	Contador.
D	Diferenciador.
E	Función "encendido"
F	Protección.
G	Prueba.
H	Señalización.
J	Integración.
K	Activación.
L	Identificación, marcar el conductor.
M	Función principal.
N	Medición.
P	Proporcional.
Q	Estado (inicio, parada, limite)
R	Reinicio, borrado.
S	Almacenaje, grabado.
T	Sincronización, retardo.
U	-
V	Velocidad (aceleración, frenado).
W	Adición.
X	Multipliación
Y	Análogo.
Z	Digital.

Códigos literales y funciones generales correspondientes (conforme al Bloque 3C).

Designación de cables

El código de identificación de equipo puede también ser usado para designación de cables. Para una clara identificación en la parte 3ª la letra "J" siempre se escribirá seguida del número de cable en 3B (NN) y la letra en 3C (A) designando el nivel de voltaje de acuerdo a la Tabla 4.

Código Literal		Nivel de Voltaje
B	H.V. (alto voltaje)	24.9 Kv a-c
C		10.5 Kv a-c
D	L.V. (bajo voltaje)	50-1000 V a-c
E	S.V. (pequeño voltaje)	0-50 V a-c
H		125 V a-c
K		48 V a-c
M	Control y medición	(100 V, 5A)
N	Control y medición	(0-50 V, ≤ 20mA)
P	Comunicación	

Tabla 4

Códigos Literales para la designación de nivel – voltaje de cables (en 3C)

Ejemplos

Códigos de identificación de equipos consistentes de un identificador de clase y número

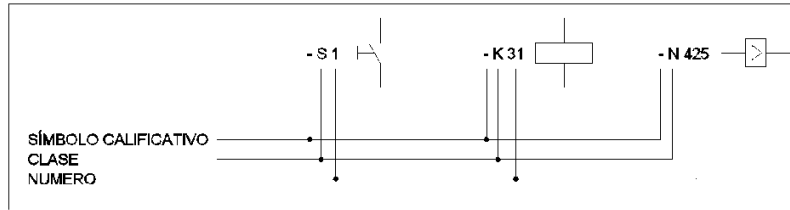


Fig. 2

Códigos de identificación de equipos consistente de un identificador de clase, un número y una función identificadora.

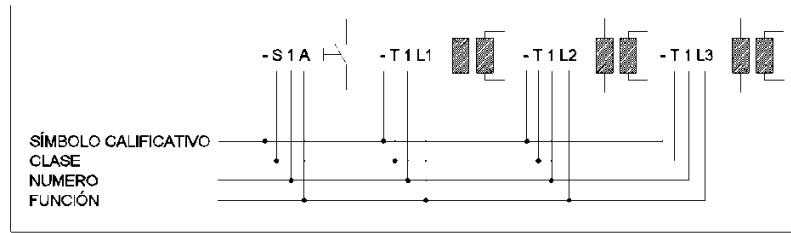
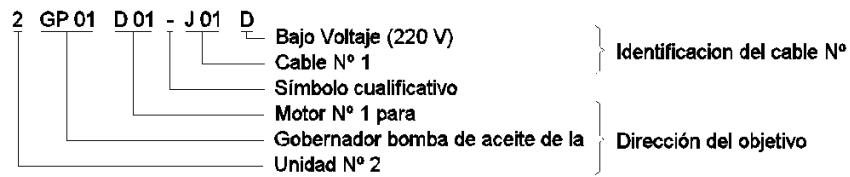


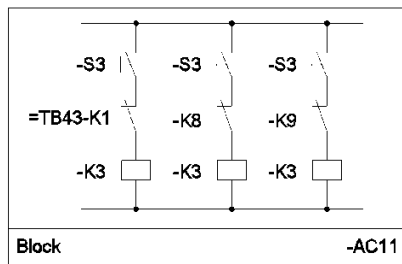
Fig. 3

Designación de cable



La representación del código completo de identificación del equipo. La identificación de bloques (o partes de él) las cuales son los mismos para la mayoría de los ítems de equipo representados en un diagrama esquemático, ej. El bloque de identificación de "planta", es mostrado solamente una vez en un lugar apropiado, en esta parte común y la cual es marcada cerca al símbolo del equipo. Los ítems no cubiertos por la parte común están marcados (en o cerca de sus símbolos) con el código completo (véase en el siguiente ejemplo: Contacto del contactor = TB43-K1 en diagrama = AC11). El marcado en la ubicación del equipo puede proceder de una forma similar.

Ejemplo:



Los códigos completos de identificación de todos los otros símbolos en el ejemplo de arriba se leerían:

=AC11 - K3, = AC11 - K5, = AC11 - K8, =AC11 - K9 Y = AC11 - S3

Los códigos de identificación de equipo se encuentran:

dentro de los recintos, sobre o inmediatamente adyacentes al ítem particular, en la lista de equipo o componentes, completa con información particular en la lista de partes completa con información adicional que es generalmente requerida para el reordenamiento.

Marcado de Componentes integrados

Con componentes integrados, un ítem del equipo forma parte de otro, cada uno tiene sus propias marcas, ej. Ensamblaje modular -A1 (ítem súper ordenado) y transformador -T1 (ítem súper ordenado).

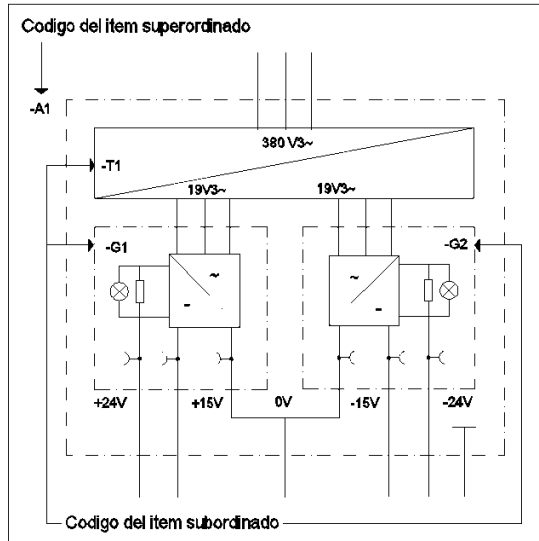


Fig. 4.- Ítem integrado de equipo formando parte de la planta = M3. El paquete modular o potencia -A1 está formado del transformador -T1 y las fuentes de poder -G1 y G2. Los códigos completos de identificación se leen: =M3 -A1, = M3 -A1 -T1, = M3 -A1 -G1, = M3 -A1 -G2.

Para designar un ítem del equipo el cual forma parte de un ítem súper ordenado, los dos bloques de identificación son unidos juntamente (aquel del ítem súper ordenado que está a la izquierda).

Ejemplo: El código completo de identificación de un ensamblaje modular consistente de los bloques de la "Planta" y "Clase", "número" se leen =M3 -A1. el transformador construido dentro de este ensamblaje está designado por el bloque de identificación.

El código completo de identificación de este modo se lee =M3 -A1 -T1.

Nota

Si el código de designación será usado también para procesamiento de datos por computadora (ej. Para preparación de facturación de material, repuestos, lista de cables, etc.), es recomendable usarlo siempre para la designación del equipo en un proyecto en una forma estándar, ej.

=	N	AA	A	NN	-	NN	A
---	---	----	---	----	---	----	---

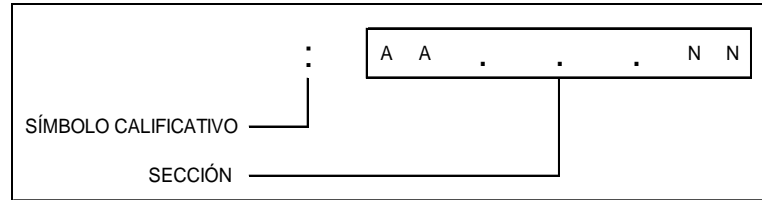
Esto hace posible la realización de un control básico del código de identificación en corrección formal (posición correcta de los dígitos A/N, longitud de palabra, etc.) por la computadora. El procesamiento adicional de códigos falsos (a causa de errores de escritura, etc.) pueden ser evitados con este control.

Si se requiere, el estándar americano para la designación de los relays de protección y aparatos pequeños pueden ser usados en el "bloque3" del código de designación del equipo en lugar de la designación de la sección 2.4 anterior.



2.5. CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES (BLOQUE 4)

- .1 El bloque de identificación de "Terminal" está precedido por dos puntos ( : )



Dentro de la casilla, A significa el código literal y N un numeral.

- .2 El bloque "Terminal" es usado cuando

Las conexiones entre ítems de equipo han sido reemplazadas por líneas cortadas mostrando blancos y otros símbolos similares, como se ilustra en la figura 5.

Las terminales ubicadas en una planta diferente a la cual se aplica el diagrama esquemático, como se ve en la fig. 6.

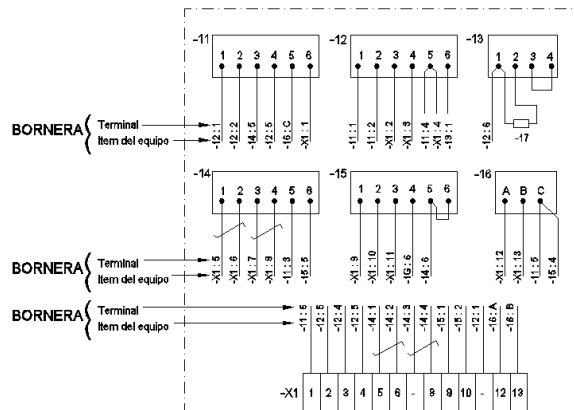


Fig. 5.- Bloque típico de identificación de "Terminal"

- .3 El diagrama esquemático de la fig. 6, lleva la identificación de la planta codificada =IC31 .D2 y el código de identificación de ubicación +3E2. La conexión corre desde la terminal: 9 hacia la terminal: 12 en la ubicación +G3 en la planta =LA21.G2. Terminal: 12 es mostrada en el diagrama esquemático =LA21.G2. En la hoja 2 de la sección del diagrama 7.

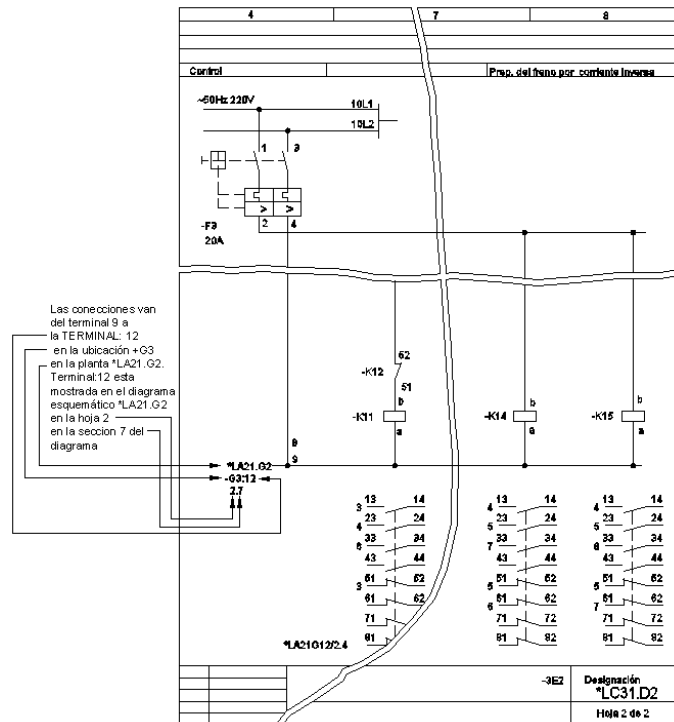


Fig. 6.- Bloque de identificación de "Terminal" en el diagrama esquemático.

.4 Marcas de Terminal de equipo y combinaciones de equipo

Las terminales están marcadas inmediatamente adyacentes a los puntos de terminación del equipo o combinación del equipo, los dos puntos (© generalmente no se usarán acá.

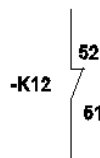


Fig. 7.- Contacto NC con las terminales 51 y 52 del contactor -K12 mostrado en el diagrama esquemático en el estado resuelto.



Fig. 8.- Marcas de terminales mostradas en la representación completa del equipo (contactor).

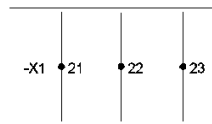


Fig. 9.- Marcas de 3 terminales en el bloque Terminal -X1.

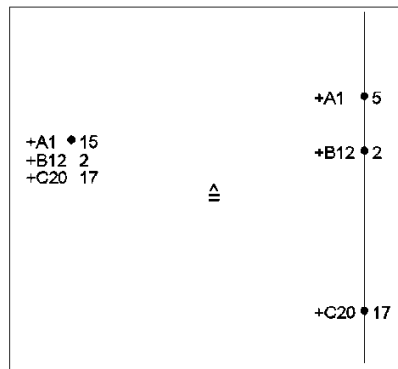


Fig. 10.- Representación alternativa de las marcas de tres terminales en una corrida de conductor.

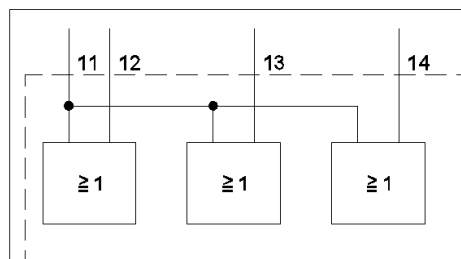


Fig. 11.- Marcas de terminal en una combinación de equipo.

### 3. INDICACIÓN DE DATOS ADICIONALES

#### 3.1. MARCAS PARA LA INDICACIÓN DEL SENTIDO DEL ARROLLAMIENTO

La dirección en la cual un embobinado es enrollado está marcado por un punto (.) si es necesario (véase las figuras 12 y 13).

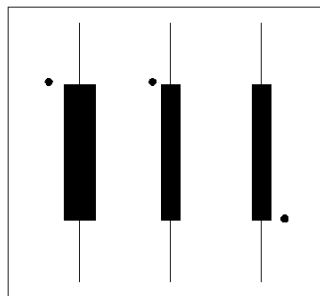


Fig. 12.- Reactor transductor con dos bobinados de control (mostrando la dirección de arrollamiento).

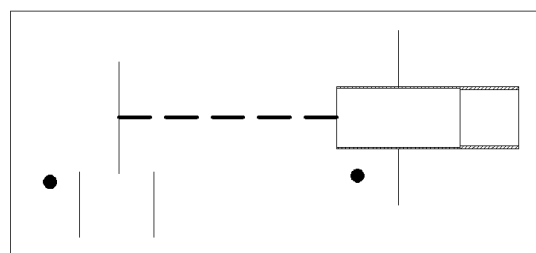


Fig. 13.- Relay polarizado con tres posiciones de interruptores y reposición automática cuando cesa la actividad. Si se aplica un potencial positivo a la Terminal marcada con punto, el contacto del relay cambia sobre el lado correspondiente.

**3.2. DATOS TÉCNICOS Y DESIGNACIONES TIPO**

Los datos técnicos y las designaciones tipo están marcadas debajo del código de identificación del equipo en impresión pequeña (ver las figuras 14 a 17). Las resistencias pueden ser marcada "1K" en lugar "1KΩ".

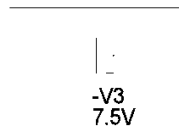


Fig. 14.- Diodo zener y su voltaje de corte.

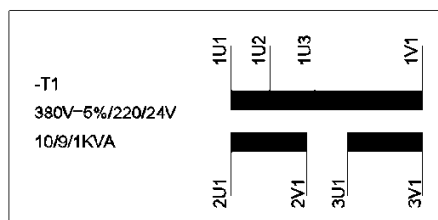


Fig. 15.- Transformador de tres bobinas, se muestran el voltaje nominal y la capacidad de cada bobina.

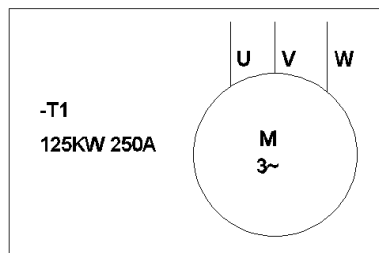


Fig. 16.- Módulo electrónico y su tipo de designación C3010.

**3.3. CRUCES DENTRO DE GRUPOS DE LÍNEAS DE CONEXIÓN**

Las líneas de conexión agrupadas reducidas a líneas simples, por conveniencia y luego continuadas en ordenamiento cruzado son marcadas como se muestra en la figura 18.

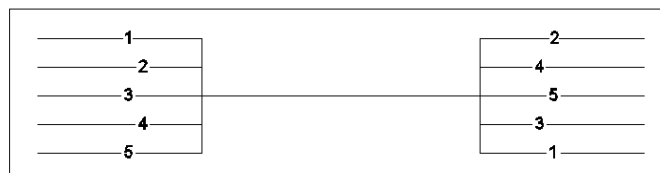


Fig. 18.- Grupos de líneas con conexión cruzada.

**3.4. MÉTODO DE CABLEADO**

El método particular de cableado usado está marcado como se indica en las figuras 19 a 22.

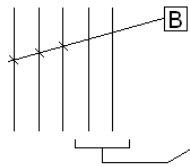


Fig. 19  
 Conexión de los bornes en el cableado B (los no marcados se conectan al cableado A)

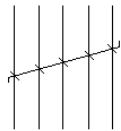


Fig. 20  
 Bornes conectados juntos.

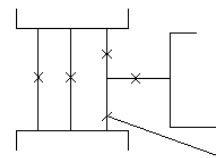


Fig. 21  
 Conexiones directas (no a la bornera)  
 Borne conectado a esta terminal formando una excepción

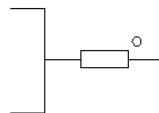


Fig. 22  
 El componente es soldado en el terminal indicado en la bornera.

#### 4. COMO LOCALIZAR ÍTEMS EN DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

Para el rastreo conveniente de líneas interrumpidas e ítems de equipo (lo mismo que partes mostradas en algún lugar del circuito), los diagramas esquemáticos están subdivididos en secciones o cuadrantes (ver fig. 23).

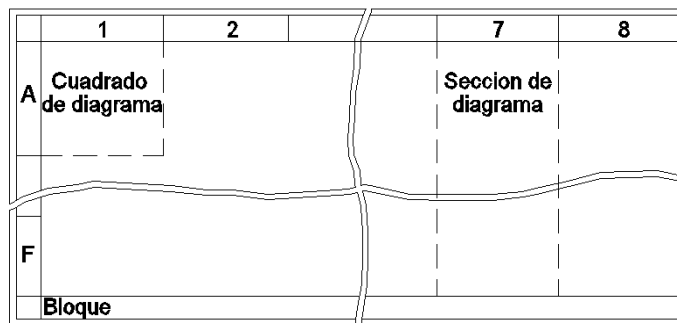
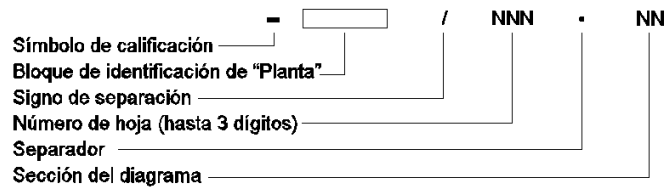


Fig. 23.- Las secciones de diagrama están identificadas por número, por ej. 7, y los cuadrados de diagrama, mediante un numeral y una letra mayúscula, por ej. 1A.

##### 4.1. REFERENCIAS DE SECCIÓN DE DIAGRAMA MARCADOS EN SÍMBOLOS DE CIRCUITO Y CONECTORES

Para localizar los símbolos, particularmente cuando son mostrados en el estado resuelto, se usan códigos de referencia los cuales están contruidos de la siguiente forma:



Lo siguiente no necesita mostrarse:

El bloque de identificación de "Planta", si este es obvio por el código de identificación de equipo,

El número de hoja, si el código de referencia se refiere a una sección de diagrama o cuadrado en la misma hoja.

En el caso del contactor o contactos de relays, se hace referencia a la representación del embobinado si este no es mostrado en la misma hoja (Fig. 25), y con representaciones parciales de otros ítems del equipo para su representación completa.

En caso de una representación completa de ítems de equipo, se hace referencia a todas las representaciones parciales (Fig. 24).

Las terminales están mostradas en la hoja 1 en la sección de diagrama 4.

Las terminales están mostradas en la misma hoja en las secciones de diagrama 5 y 8.

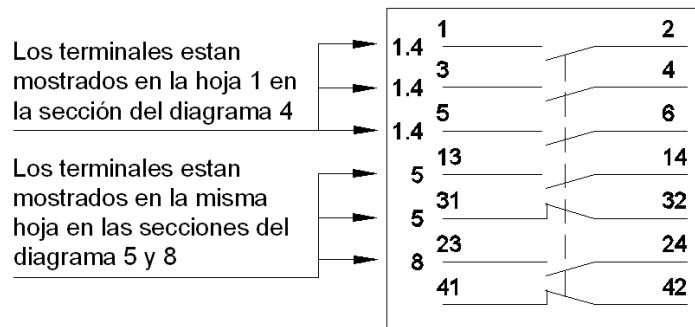


Fig. 24.- Referencias a secciones de diagrama marcadas en o cerca de la representación del equipo.

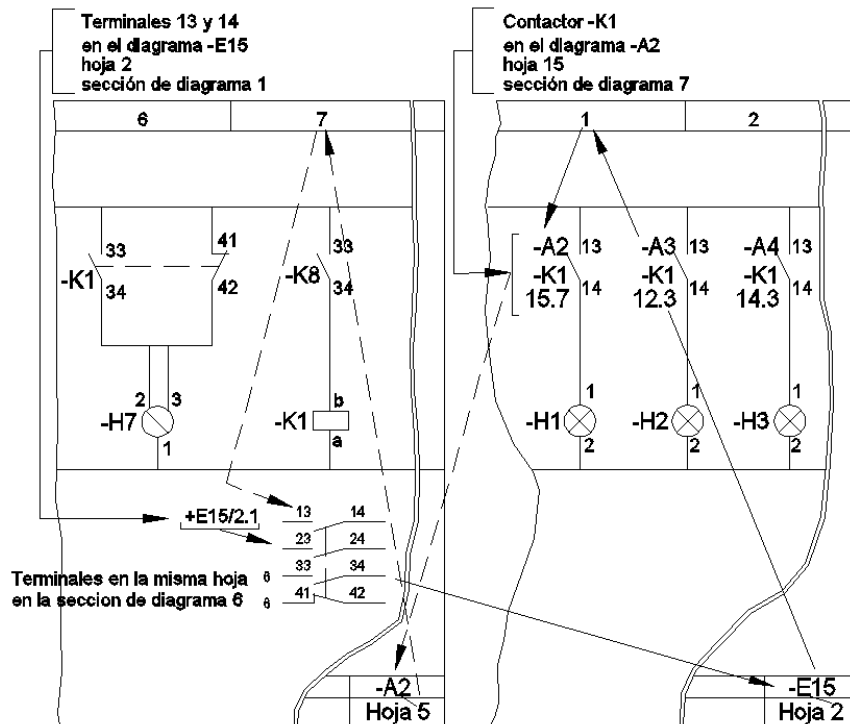


Fig. 25.- Representaciones parciales de un ítem de equipo en diagramas diferentes.

Explicaciones a la Fig. 25:

Las terminales 33, 34 y 41, 24 del contactor -K1 en el diagrama =A2, hoja 15 están mostradas en el mismo diagrama, sección 6, y las terminales 13,14 en el diagrama =E15, hoja 2, sección 1. Estas terminales están marcadas para el efecto de que la representación completa del contactor -K1 esté mostrada en el diagrama =A2, hoja 15, sección 7.

La figura 26 ilustra los conectores, cada extremo de los cuales lleva una nota de indicación donde puede ser encontrada la continuación. Ambos terminales de los conectores están ubicados en la misma planta =C21 (hojas 1 y 2 del diagrama esquemático llevan también este código de identificación de planta). El código de identificación de planta no necesita por lo tanto ser marcado en los terminales del conector, y el conector en la hoja 1 solamente lleva la referencia "2.1": Esto significa que la continuación se encuentra en la hoja 2 en la sección de diagrama 1, y se marca "1.4" en el punto correspondiente en la hoja 2, ej. Se muestra la continuación en la hoja 1 en la sección de diagrama 4.

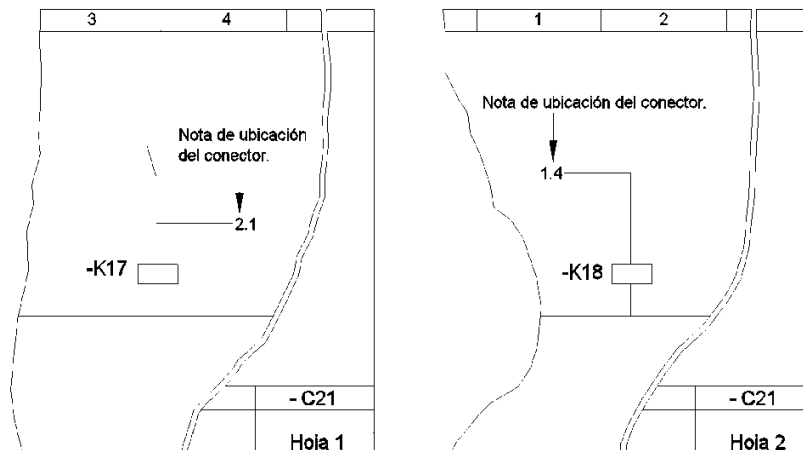


Fig. 26.- Conectores marcados para la indicación del punto de continuación.

La nota, ejemplo la nota de indicación del punto de continuación (ver Fig. 26) puede ser complementada mediante un "identificador", el cual toma una de las siguientes formas:

Código para DIN 42 400, ej. "L1", "L2", "PE", "N"  
 Nota indicando la forma de operación: "Conocimiento", "Emergencia".  
 Caracteres alfanuméricos.

Los terminales correspondientes del conector llevan idénticos identificadores (ver fig. 27).

Si solamente se muestra la nota y existe un riesgo de confusión con el identificador, éste es colocado entre paréntesis.

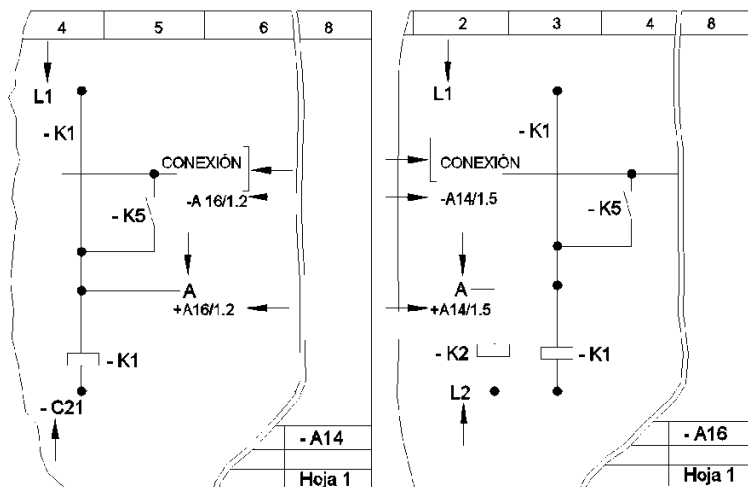


Fig. 27.- Conectores con identificadores y notas marcado.

Las secciones de dos diagramas esquemáticos están pintadas en la Fig. 27. Los bloques de diagrama muestran el código particular de identificación de planta (=A14 en el diagrama de la izquierda) y el número de hoja en la parte baja.

Las notas de marcado en los finales de los conectores están construidos como sigue.

El signo de separación (/) está precedido por el código de identificación de planta (para indicar el diagrama) y seguida por el número de hoja del diagrama particular, siendo seguido - después del punto (.) - por el número de la sección de diagrama.

#### 4.2. REFERENCIA DE SECCIÓN DE DIAGRAMAS PARA SÍMBOLOS DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO ELECTRÓNICO

Los módulos electrónicos generalmente contienen muchos elementos funcionales. Estos son marcados por números consecutivos, ej. Del 1 al 15, como se indica en la Fig. 28.

En el diagrama esquemático - una sección de tal diagrama ha sido reproducida en la Fig. 29 - los elementos funcionales de un módulo electrónico están mostrados en circuitos particulares correspondientes a sus funciones. Ellos llevan el código de identificación de equipo del módulo electrónico (-D3 en el ejemplo), y sus números consecutivos han sido introducidos con figuras pequeñas en la parte del fondo izquierdo.



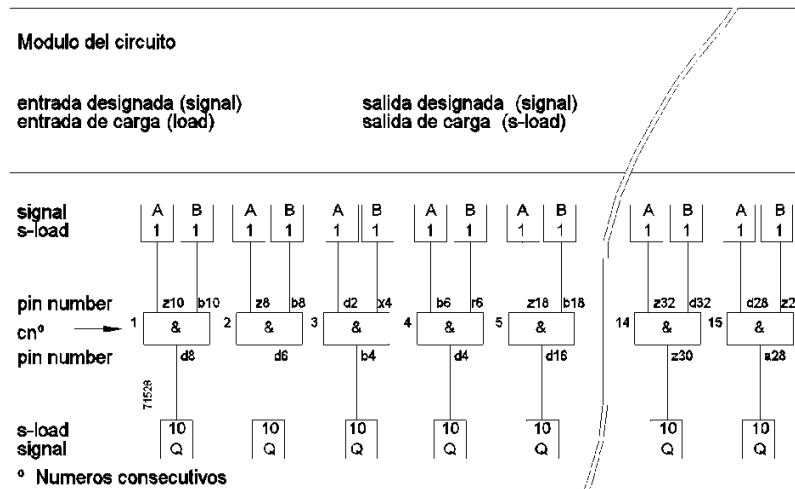


Fig. 28.- Módulo electrónico mostrado por el código -D3 de identificación de equipo en el diagrama esquemático.

Los números de los elementos funcionales están marcados a la izquierda de los elementos.

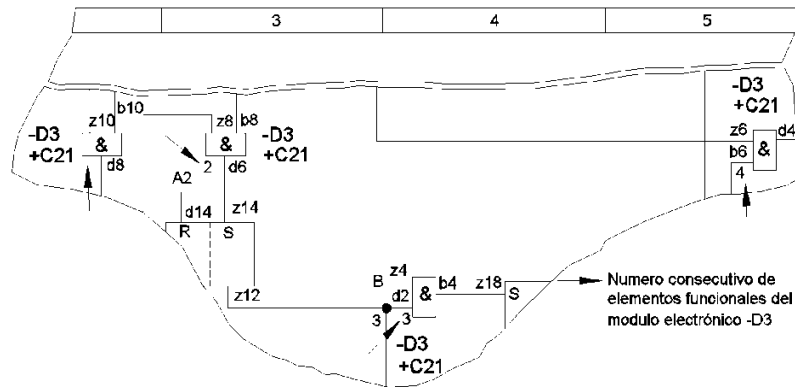


Fig. 29.- Sección de un diagrama esquemático el cual contiene los elementos funcionales del 1 al 4 del módulo electrónico identificado por el código de equipo -D3.

La nota que indica la sección de diagrama la cual contiene el elemento funcional está listada en una tabla. Esta forma parte del diagrama esquemático (Fig. 30).

El encabezamiento de la tabla en la Fig. 30 contiene de izquierda a derecha:

- el código de identificación de equipo
- el tipo de designación o designación tipo abreviada
- los números de los elementos funcionales (del 1 al 14 en el ejemplo)

Ejemplo

El módulo electrónico con el código de identificación de equipo -D3 y tipo de designación 6EC· 000.0A tiene 15 elementos funcionales (Ver Fig. 28), solamente 4 de los cuales están conectados, sin embargo:

- El elemento funcional 1 está en la sección de diagrama 2
- El elemento funcional 2 está en la sección de diagrama 3
- El elemento funcional 3 está en la sección de diagrama 4
- El elemento funcional 4 está en la sección de diagrama 5

Los elementos del 5 al 15 no han sido asignados.

		1	2	3	4	5									
Modulos electrónicos (del tipo enchufe)															
Código	Asignación tipo o abreviacion asignada	Diagrama de sección (cuadros en blanco no estan asignados)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
-D1	6EC3 800 - 0D	1	2	3	4	5	6	7	8						
-D2	010 - 0A	2	5												
-D3	000 - 0A	2	3	4	5										
-D4	660 - 0A	1	2	5	6										
-D5	100 - 0A	3													
-D6	101 - 0A	2	3	4	6										

← Numero consecutivo de elementos funcionales  
 ← ver ejemplo  
 ← Numeros del diagrama de sección

Fig. 30.- Tabla de indicación de las secciones de diagramas

5. NOTAS EXPLICATIVAS

Hay dos formas de mostrar notas explicativas en los diagramas esquemáticos:

Ya sea mediante la introducción de ellas en una o muchas líneas por encima del circuito como se muestra en la figura 31. o mediante el colocado de un número encerrado por un triangulo 3, en un punto adecuado del diagrama esquemático, en conjunción con una tabla mostrada en el lado derecho. Esta da el número y una nota, ej. "pruebas de lámpara" en la Fig. 32.

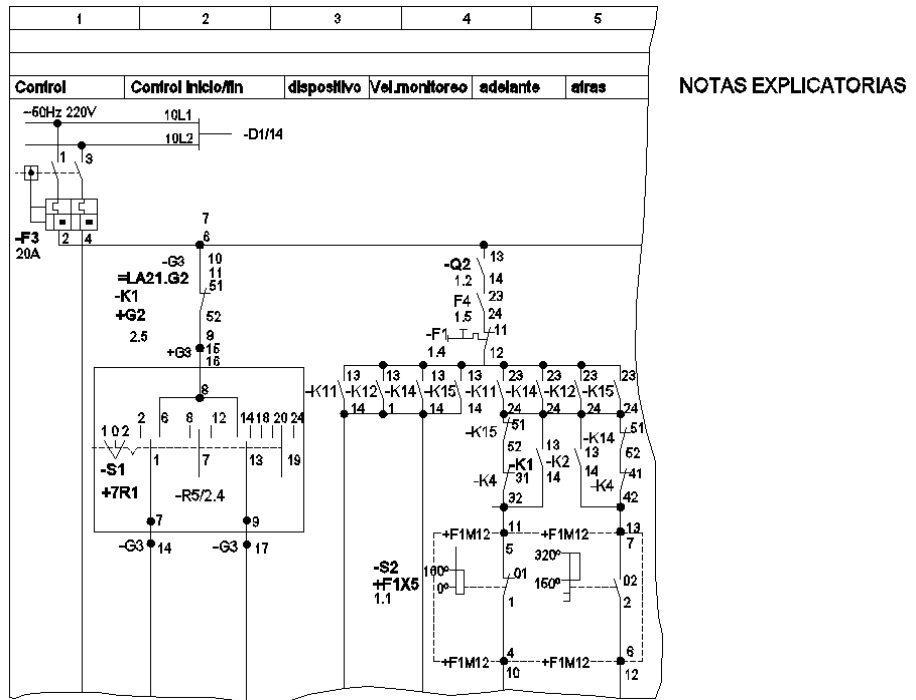


Fig. 31.- Diagrama esquemático con notas explicativas mostradas por encima del circuito.

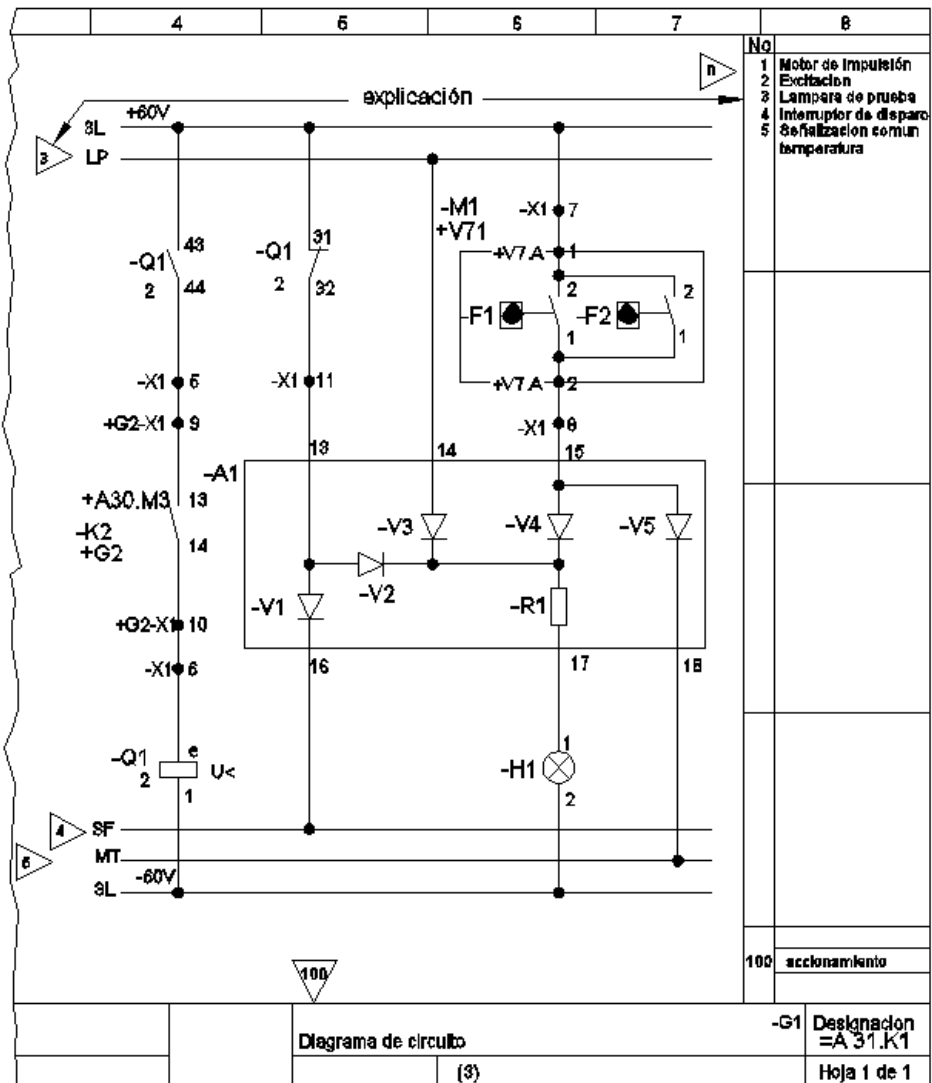


Fig. 32.- Diagrama esquemático con las notas explicativas recopiladas en una tabla.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EQUIPO HIDROMECANICO

### 1. DISEÑO Y CÁLCULO

- .1 El diseño y el cálculo se efectuarán según las normas (alemanas) DIN 19704 y 19705 y las referencias allí mencionadas, o normas equivalentes de la Unión Europea o de los Estados Unidos de América, previa aprobación de la supervisión.
- .2 Además de las cargas de diseño dadas en la norma DIN 19704, se considerará una aceleración sísmica.

$$y = 0.22 \text{ g}$$

- .3 Esfuerzos permisibles:
  - a) Partes metálicas  
Los esfuerzos permisibles deben ser aquellos especificados en las normas DIN 19704 y 19705.
  - b) Hormigón

Cargas	Compresión N/cm <sup>2</sup>	Tracción y esfuerzo cortante N/cm <sup>2</sup>
Normales	600	60
Cargas excepcionales	900	90

**2. MATERIALES**

- .1 Para las partes de acero estructural y para las pruebas y ensayos de materiales se deberá aplicar la norma DIN 17100.
- .2 El acero inoxidable deberá estar de acuerdo con la norma DIN 17440.
- .3 Además de los requerimientos generales mencionados anteriormente, el acero para propósitos específicos deberá ser suministrado según lo siguiente:

Acero en planchas para compuertas y marcos

Partes en tensión o compresión debido a cargas o pesos	17100 St 37-3 Ó 52-3
Partes secundarias	17100 St 37-2
Acero inoxidable	17440 x 12 Cr Ni -8 ó equivalente
Tubos de acero para los servomotores	2448/1629-3
Biela del pistón para los servomotores:	
- en acero inoxidable	17440
- en acero ordinario	17200
Tuberías hidráulicas	
- en acero inoxidable	17440 x Cr Ni 18-9 ó equivalente
- en acero ordinario	2391
Acero Fundido	1681
Sellos de compuertas	rene resistente contra el envejecimiento

- .4 Los materiales deberán ser suministrados con sus correspondientes certificados de fabricación de acuerdo a la norma DIN 50049 – 2.3

### 3. EQUIPOS HIDROMECÁNICOS PARA LA TOMA DE AGUA EN MISICUNI

#### 3.1. ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista deberá suministrar e instalar el equipo de acuerdo con la siguiente lista:

- a) Una compuerta de servicio completa con su marco para la toma de agua, con sus guías y equipo de operación oleohidráulica.
- b) Una ataguía completa con su marco guía y equipo de operación mecánica.
- c) Una reja de protección a la entrada de la toma.
- d) Una grúa monorriel.
- e) Equipos eléctricos, hidráulicos y otros, asociados a la operación y al control.

#### 3.2. CARGAS DE DISEÑO Y ESFUERZOS PERMISIBLES

En las siguientes secciones se deberán considerar cuando sea aplicable, las cargas y casos de cargas que se enuncian mientras no se especifique explícitamente lo contrario

##### 3.2.1. Presión hidrostática en un solo lado

Casos de carga (Norma DIN 19704)	Altura del nivel del embalse (m.s.n.m.)
Caso de operación normal NB	3774.0
Caso de carga específica BB	3778.5
Caso de carga excepcional AL	BB + terremoto

##### 3.2.2. Carga de terremoto (caso de carga excepcional AL)

- .1 La influencia de un terremoto en las cargas del diseño hidrostático W resultan en un incremento de presión ( $\Delta W$ ) que deberá ser calculado como sigue:

$$\Delta W = \pm 0.22 W$$

Donde:

W=Presión hidrostática para el caso de carga respectiva

- .2 La influencia de un terremoto en el peso del equipo G resultará en una fuerza adicional  $\Delta G$  como sigue:

$$\Delta G = 0.22 G$$

Donde:

G=Peso del equipo

- .3 Las fuerzas  $\Delta G$  se deberán aplicar simultáneamente en las direcciones horizontal y vertical, debiendo considerarse para el diseño la dirección más desfavorable.

#### 3.3. COMPUERTA DE SERVICIO

##### 3.3.1. Generalidades

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar una compuerta de servicio completa con equipo de izado hidráulico (de aceite), todo ello tal como se especifica más adelante.
- .2 Durante la operación normal, la compuerta se encontrará totalmente abierta en la posición de espera para el cierre. Esta se cerrará tan solo en caso de emergencia o para los propósitos de mantenimiento de las construcciones aguas abajo. La operación de la compuerta se deberá realizar por medio de un servomotor óleo-hidráulico de accionamiento simple, operado desde el edificio de control. Un cerrado de emergencia deberá también ser posible desde la central.
- .3 Deberá ser posible descender la compuerta bajo la acción de su propio peso con una presión hidrostática máxima en un solo lado (correspondiente al nivel máximo de llenado). Las secciones huecas de la compuerta deberán rellenarse con balastro

- (hormigón) de ser necesario, con el objeto de cumplir este requisito. Las fuerzas de cierre excederán las fuerzas resistentes al cierre de un 25%.
- .4 El diseño de todos los elementos de la compuerta debe ser tal que estén considerados los efectos hidrodinámicos y transitorios durante el cierre de emergencia contra cualquier flujo de agua y a cualquier nivel en el embalse.
  - .5 Después del cierre de la compuerta de servicio, deberá ser posible llenar el túnel principal con agua del embalse manteniendo una abertura de 1 a 10 cm, a cualquier nivel.
  - .6 La compuerta deberá estar equipada de un dispositivo automático de reposición para guardar contra una posible bajada de la compuerta como consecuencia de una pérdida de presión hidráulica.

**3.3.2. Datos técnicos**

Tipo de compuerta	tipo vagón
Número de compuertas	una
Ancho libre de abertura	2000 mm
Altura libre de abertura	2600 mm
Altura máxima de izado	2.800 mm
Elevación aproximada de la solera	3715.86 m.s.n.m
Nivel máximo de crecida	3778.50 m.s.n.m
Elevación del piso de servicio	3784.45 m.s.n.m
Presión dinámica máxima desde aguas abajo hacia Aguas arriba de la compuerta debido a una oscilación En la chimenea de equilibrio durante el cierre de la Compuerta	50 kN/m <sup>2</sup>

**3.3.3. Construcción de la compuerta**

- .1 La compuerta de servicio deberá ser tipo cajón, con soldaduras impermeables al paso del aire, pero deberá estar provista de las aberturas necesarias dejadas para su relleno con balastro (hormigón) y con las caras de aguas arriba y aguas abajo suaves y bien terminadas.
- .2 La compuerta deberá ser operada con poleas fijas a lo largo de sus dos cantos verticales. Los rodamientos deberán estar equipados con un sistema de lubricación y sus ejes deberán ser de acero inoxidable que permita una operación permanente bajo agua.
- .3 El guiado lateral se efectuará por medio de poleas.
- .4 La estanqueidad de la compuerta se logrará con perfiles de caucho sintético resistente al envejecimiento (Neoprene) instalado en la cara aguas arriba de la compuerta.

El perfil de caucho de la empaquetadura frontal debe se fijado por dos lados, no se permite perfil de nota de música fijado por un lado solamente.

En las esquinas se deberán usar piezas prefabricadas las cuales deberán vulcanizarse a los perfiles rectos del sello.

**3.3.4. Construcción del marco y las guías de la compuerta**

- .1 El marco de la compuerta de servicio deberá comprender:
  - a) Una solera rígida horizontal con una placa de acero inoxidable para el contacto con la empaquetadura de la compuerta.
  - b) Robustos soportes de acero verticales equipadas con correderas o rieles, como sea requerido, y con placas de acero inoxidable soldadas a los soportes de la parte de aguas arriba para el contacto con la empaquetadura de la compuerta. Se extenderán desde la solera hasta un punto que tenga por lo menos el doble de la altura de la compuerta.
  - c) Un lintel rígido conectado a los soportes verticales previsto con una placa de acero inoxidable.
  - d) Anclajes para transmitir esfuerzos de operación y presión de agua de infiltración al hormigón.
  - e) Anclajes de regulación y piezas a empotrarse en el primer hormigón.

- .2 Otros equipos a ser suministrados por el Contratista deberán incluir lo siguiente:
- a) Rieles de guía laterales hasta el nivel del piso de servicio a la cota 3784 m.s.n.m.
  - b) Un robusto soporte de acero para el servomotor instalado sobre el pozo de la compuerta.
  - c) Una tapa de cubierta sobre el pozo de la compuerta, empernada del tipo impermeable inclusive su marco de acero y sus sellos (neoprene), diseñada para cargas vivas en ambas direcciones 50 kN/m<sup>2</sup>.
  - d) Un dispositivo simple, fácil de instalar en la plataforma intermedia para colgar la hoja de la compuerta y los vástagos durante los trabajos de instalación o del mantenimiento.
- .3 Todos los pernos, tuercas, tornillos y arandelas que no se encuentren cubiertos de por lo menos 50 mm de hormigón deberán ser de acero inoxidable.

### 3.3.5. Barras de izado de la compuerta

Las barras de izado de la compuerta deberán ser suministradas para conectar la compuerta con el servomotor usado para izar la compuerta. Las conexiones de las barras de izado, deberán ser muy robustas del tipo de horquilla con acoplamiento de pasadores con cojinetes de bronce, auto lubricados y pasadores de acero inoxidable.

### 3.3.6. Servomotor

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar el servomotor de acción simple para el izado de la compuerta de servicio (la bajada de la compuerta debe lograrse bajo la acción del peso propio de la compuerta). El comportamiento del servomotor se especifica como sigue:

Número de servomotores	uno
Corrida máxima del pistón (inclusive 150 mm de longitud adicional)	aprox. 2850 +150 mm
Velocidad de izado	aprox. 500 mm/min
Tiempo de cerrado (ajustable) entre El final del cierre debe ser suave.	15 seg y 15 min

- .2 Los cilindros hidráulicos deberán ser fabricados en tubos de acero sin costuras. Los extremos deberán estar cerrados ya sea con una tapa atornillable o con una tapa empernada. El extremo inferior deberá estar provisto con una prensa estopa y una placa externa a ser empernada a la placa externa a ser empernada a la placa de la superficie superior del soporte del servomotor. Estas placas de conexión deberán ser diseñadas de manera tal que permitan un alineamiento preciso y ajustable del servomotor, el marco de la compuerta y la compuerta misma. La superficie interior del cilindro deberá ser pulida y ambos deberán estar provistos extremos de orificios de purga de aire con tornillos de cierre. Se deberá prever rascadores de sedimentos en la prensa estopa del pistón.
- .3 Todos los pernos de acoplamiento para el servomotor deberán ser elaborados en acero inoxidable. La biela del pistón deberá ser de acero inoxidable (13% de cromo), cromada y bien pulida.
- .4 La capacidad nominal del diseño del sistema hidráulico completo deberá corresponder a la capacidad de operación calculada más un adicional de no menos de 25%.

### 3.3.7. Indicadores de posición

- .1 La compuerta de servicio deberá estar equipada con indicadores de posición, los cuales consisten en una barra robusta de acero inoxidable deslizante, conectada al final más bajo de la biela del pistón y la cual se desplaza a lo largo del cilindro del servomotor.
- .2 Se deberán instalar en las paredes del cilindro del servomotor interruptor de límite magnéticos impermeables para que realicen las funciones y den la información listada más abajo.
- .3 Los interruptores límite deberán ser usados:



- a) Para el control hidráulico de la bomba en posición "compuerta totalmente abierta" y "compuerta totalmente cerrada".
  - b) Para activar el mecanismo automático de reposición de la compuerta en posición abierta.
  - c) Para activar una alarma en caso de que el mecanismo automático de reposición no funcione o falle (1er escalón).
  - d) Para iniciar otra alarma y el cierre de las turbinas en caso de que la alarma "C" no funcione o falle (2º escalón).
  - e) Tener uno siempre en reserva.
- .4 Con los interruptores límite se deberá proporcionar la siguiente información:
- a) Posición de la compuerta:  
Compuerta completamente abierta/fuera de la posición normal (abierta)/completamente cerrada.
  - b) Compuerta bloqueada:  
La señal de alarma "compuerta bloqueada" es activada por los interruptores de presión en el sistema óleo-hidráulico, un relé o de tiempo o algún otro tipo de relé confiable a proponer por el Contratista conjuntamente con los interruptores de límite para los límites de desplazamiento.
- .5 Los cables que van desde el indicador de posición hasta el panel de control deberán ser conducidos por una caja terminal impermeable situada cerca del soporte del servomotor.
- .6 El conjunto del equipo indicador debe ser confiable, robusto e insensible contra cualquier efecto exterior y vibraciones por efectos hidrodinámicos.

### 3.3.8. Válvulas de "By-pass"

- .1 Estas deberán ser instaladas por el Contratista y ser empotradas en hormigón por el Contratista de las Obras Civiles principales, aproximadamente en la cota 3719.62 m.s.n.m. Las válvulas deberán ser instaladas completas, inclusive el sistema de tuberías tal como se especifica a continuación (la presión de diseño será de 10 bar):
- a) Dos válvulas planas del tipo ND 250 mm con servomotor, a operar hidráulicamente que deberá permitir la inundación controlada del túnel principal cuando esté cerrada la compuerta de servicio.
  - b) Una válvula plana del tipo ND 150 mm con servomotor a operar también hidráulicamente para equilibrar la presión entre las compuertas de servicio y la compuerta de mantenimiento.
  - c) Una válvula de mantenimiento plana del tipo ND 150 mm a operar manualmente.
  - d) Tuberías de llenado de acero inoxidable de 250 mm respectivamente 150 mm atornilladas a las válvulas y a ser empotradas en el hormigón de la pared.
  - e) Codos de 250 mm respectivamente 150 mm atornillables a los terminales de descarga.
- .2 La operación de las válvulas de "by-pas" deberá realizarse mediante una bomba óleo-hidráulica de operación manual, la cual estará ubicada en la sala de mando.

### 3.3.9. Garantía de impermeabilidad de la compuerta

Las pérdidas de agua bajo una presión máxima y sin el uso de ningún material de impermeabilización ajeno tal como escorias, etc., no deberán exceder el caudal de 1 l/s.

### 3.3.10. Piezas de repuesto para la compuerta

Para la compuerta de servicio se deberá prever las siguientes piezas de repuesto:

- Dos juegos de empaquetaduras para la compuerta.
- Un juego de juntas y de empaquetaduras para el servomotor.
- 5% de todos los tipos de tornillos, pernos, tuercas y arandelas.
- Un juego de empaquetaduras para cada una de la prensa estopas de impermeabilización, para la biela del pistón y para el indicador de posición.
- Un ducto flexible reforzado entre el servomotor y el sistema hidráulico de tuberías, incluyendo conexiones y abrazaderas.
- Un interruptor de cada tipo inclusive su magneto.

### 3.3.11. Unidad óleo – hidráulica

- .1 La unidad óleo-hidráulica deberá ser una unidad simple y compacta, incluyendo una bomba motor y una bomba manual montadas sobre el tanque de aceite común. El tanque de aceite deberá ser fijado sobre la fundación por medio de soportes con absorbedores de energía o de choque e impacto.
- .2 Las dimensiones de la unidad hidráulica completa deberán ser aproximadamente:

Longitud total	800 mm
Ancho	800 mm
Altura Total	1200 mm

- .3 La bomba motor óleo-hidráulica deberá ser accionada por un motor eléctrico trifásico de 380 V y 50 HZ por medio de un acoplamiento elástico (embrage). El motor deberá poder pararse automáticamente por medio de interruptores de presión tan pronto como la presión máxima haya sido alcanzada. El grado de protección requerido para los componentes eléctricos deberá ser compatible con las condiciones tropicales y además estar de acuerdo con la norma IP54 de DIN 40 050.
- .4 Además de la operación electro-hidráulica la compuerta deberá estar capacitada a ser abierta por una bomba manual, que deberá ser instalada sobre el tanque de aceite.
- .5 El tanque de aceite deberá estar equipado con un medidor de nivel de llenado visual, un interruptor eléctrico de flotación que de alarma cuando se llegue al nivel mínimo de aceite, filtros de succión y de flujo invertido, tapa de filtro con colador, válvula de drenaje, etc.
- .6 La unidad hidráulica deberá estar además equipada con:
  - Una bomba de operación manual montada sobre el tanque de aceite para la operación de las tres válvulas "by-pass".
  - Una válvula de solenoide con operación manual de emergencia para la operación del servomotor en el caso de una falla en la alimentación eléctrica. Una válvula de solenoide que podrá ser operada con corriente 48 V cc, permitiendo un cierre de emergencia de la compuerta mediante un control externo.
  - Dos manómetros de presión con escalas marcadas con la presión de operación máxima.
  - Interruptores de presión para apagar el motor eléctrico cuando la compuerta se encuentre completamente abierta o bloqueada en una posición intermedia.
  - Otras válvulas varias tales como son las válvulas de alivio de presión, de control para las bombas, de control accionadas hidráulicamente para las válvulas de regulación, de evacuación, etc.
- .7 El primer cargado de aceite (del tipo usado en la aviación) para todo el sistema óleo-hidráulico. Preferiblemente se usará un tipo fabricado por YPFB.

### 3.3.12. Tubería hidráulica a presión

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar todas las tuberías necesarias para el sistema hidráulico comprendido entre la unidad óleo-hidráulica y el equipo a ser operado hidráulicamente.
- .2 Las tuberías a ser sometidas a presión hidráulica deberán ser sin costura y de acero inoxidable. Todas las conexiones deberán ser de acoplamientos atornillables, diseñados para una presión mínima de 250 bar. Los acoplamientos y abrazaderas deberán ser todos de acero al carbón y deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión.
- .3 Después de la instalación, el sistema hidráulico completo deberá ser probado bajo una presión correspondiente al doble de la presión de operación máxima pero no excediendo los 500 bar.

### 3.3.13. Juego de herramientas

El Contratista deberá suministrar un juego de herramientas en acero inoxidable para los propósitos de mantenimiento, el juego deberá ser completo, con todas las herramientas necesarias tales como llaves, tenazas, etc. inclusive una engrasadora. Todas las herramientas deberán ser colocadas ordenadamente en un gabinete de acero montado sobre una pared y que pueda ser cerrado con llave. El Contratista detallará las herramientas propuestas.

### 3.3.14. Piezas de repuesto para la unidad óleo-hidráulica

Se deberá suministrar las siguientes piezas de repuesto.

- Un motor con su bomba.
- Un juego de empaquetaduras y prensaestopas de varios diámetros para cada componente del sistema.
- Un juego de anillas y prensa estopas para las bombas manuales.
- 5% de todos los tornillos, tuercas, pernos y arandelas.
- Un juego de escobillas de carbón para el motor.
- Un solenoide para cada tipo de válvula.
- Tres acoplamientos para la tubería de aceite.

### 3.3.15. Tablero eléctrico, cables

- .1 El tablero electrico deberá consistir en un cubículo simple que contenga todo el equipo eléctrico necesario para el servicio de la compuerta.
  - Contactores y relés auxiliares necesarios para el control de la compuerta.
  - Protección del motor contra sobrecarga y cortocircuito.
  - Un transformador de aislamiento galvánico para la alimentación de los circuitos de mando, incluyendo supresor de transientes.
  - Un interruptor selector "automático-manual" con una luz indicadora durante la posición "manual".
  - Una unidad de botones demanda para "abrir-parar-cerrar" para el servicio manual.
  - Un botón "cierre de emergencia".
  - Un indicador de posición que muestre las posiciones "abierto-intermedio-cerrar".
  - Un limitador de tiempo regulable entre 2 y 15 minutos para dar la alarma en el caso de que las compuertas se atasquen.
  - Luces de alarma como:
    - Falla de motor
    - Sobrepresión aceite
    - Compuerta atascada
    - Tendencia de cierre 1er escalón
    - Tendencia de cierre 2do escalón
  - Cableado interno del tablero, bornes.
  - Calefacción.
- .2 Para el control normal se aplica la tensión secundaria del transformador aislador p.e. 110 o 220 V. Para señalizaciones y para el cierre de emergencia 48 V.c.c. Se preverán contactos libres de potencial para las conexiones con el equipo de teletransmisión para la transferencia de la posición de la compuerta y de las alarmas.
- .3 Todos los cables de interconexión "Tablero-Unidad hidráulica" y "Tablero-contactos fin de carrera" se incluirán en el suministro.
- .4 No forman parte del suministro las alimentaciones en 380 V.c.a. y 48 V.c.c. del tablero a partir de la distribución principal eléctrica del edificio y las interconexiones con el sistema de teletransmisión.

### 3.3.16. Grúa monorriel para remoción de las barras de izado (tirantes)

- .1 Para efectuar trabajos de mantenimiento y reparación en las compuestas de la toma de agua desde la plataforma intermedia, por debajo de la sala de mando el contratista deberá suministrar e instalar una grúa monorriel con riel para la remoción y el almacenamiento de las barras de izado de la compuerta. La compuerta será izada a este nivel mediante su servomotor.

- .2 Los soportes del riel deberá ser realizados mediante anclajes a ser empotrados en la laca del techo de la sala de revisión por encima de las aberturas del pozo de compuerta por el Contratista de las obras civiles. El monorriel deberá estar equipado también con una grúa de operación manual.

- .3 Datos técnicos:

Número de grúas	1
Longitud de los rieles	aprox. 10 m
Izado máximo	5.0 m
Capacidad de izado	15 kN

- .4 La grúa monorriel consta en las siguientes partes:

- a) Un riel de viga curvada con sección en I con tapas incluyendo todos los separadores y fijadores necesarios para su soporte a la viga anclada a anclajes existentes empotrados en la placa de hormigón del techo.
- b) Una grúa de operación manual así como un carro de ruedas de operación también manual con cadenas de izado y movimiento lateral involucradas en contenedores metálicos; las ruedas con rodajes sellados, lubricación permanente y cajas para las cadenas de acero galvanizado. Toda la estructura de la grúa deberá ser impermeable y adecuada para su uso en climas tropicales.

### 3.3.17. Estantería de almacenamiento de las barras de izado

- .1 Con la finalidad de almacenar ordenadamente las barras de izado debe preverse una estantería de almacenamiento situada a lo largo de las paredes del cuarto de grúa dentro de una distancia de alcance de la grúa monorriel.
- .2 La estantería deberá ser hecha de una construcción robusta y deberá poder dar cabida a todas las barras de izado de la compuerta. Se deberá prever asimismo un dispositivo de fijación de las barras durante su almacenamiento APRA asegurar que las barras se encuentren en el estante sin poder causar peligro.

## 3.4. COMPUERTA DE MANTENIMIENTO

### 3.4.1. Generalidades

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar una compuerta de mantenimiento completa con su equipo electromecánico de izado tal como se especifica más adelante. Durante la operación normal, la compuerta deberá encontrarse en la posición de "totalmente abierta" por encima de la plataforma intermedia por debajo de la sala de compuertas. La compuerta se podrá cerrar para los propósitos del mantenimiento de la compuerta de servicio. La operación de la compuerta ("stoplogs") deberá ser realizada mediante un malacate electromecánico a ser operado desde la sala de mando.
- .2 La compuerta deberá ser capaz de ser bajada con su propio peso en condiciones de presión hidrostática equilibrada cuando la compuerta de servicio esté cerrada.
- .3 Todos los tornillos, pernos, tuercas y arandelas que no se encuentren completamente recubiertos de por lo menos 50 mm de espesor de hormigón, deberán ser de acero inoxidable.

### 3.4.2. Datos técnicos

Tipo de compuerta	deslizante (stoplog)
Número de compuertas	1
Ancho libre de apertura	2000 mm
Altura libre de apertura	2600 mm
Izado de la compuerta	65 m
Elevación de la solera	3715.86 m.s.n.m
Velocidad de izado	1.50 m/min.
Elevación de la compuerta en almacenamiento	3779.80
Elevación del piso de la sala de compuertas	3784.45

Nivel de retención	3774.0 m.s.n.m
Nivel máximo del agua	3778.5 m.s.n.m.

**3.4.3. Construcción de la compuerta de mantenimiento**

- .1 Los elementos de la compuerta (stoplogs) deberán ser construidos de una o varias piezas soldadas, con guías planas de soporte laterales, a lo largo de sus dos cantos verticales así como de los respectivos dispositivos de guía lateral.
- .2 El sellado hermético de la compuerta se deberá lograr por medio de un perfil de empaquetadura de caucho sintético resistente al envejecimiento (Neoprene) a ser instalado en la parte aguas arriba de la compuerta. En las esquinas se deberá usar piezas prefabricadas y vulcanizadas con los perfiles rectos.

**3.4.4. Construcción del marco y las guías de la compuerta de mantenimiento**

- .1 El marco de la compuerta de mantenimiento deberá comprender lo siguiente:
  - a) Un perfil de solera de acero rígido con la superficie de sellado de acero inoxidable.
  - b) Soportes laterales robustos con superficies de deslizamiento de acero inoxidable donde sea necesario y superficies de sellado también inoxidables.
  - c) Un dintel horizontal de acero rígido soldado a los soportes verticales previsto con una superficie de sellado de acero inoxidable.
  - d) Anclajes para transmitir esfuerzos de operación de presión de agua de infiltración al hormigón.
  - e) Anclajes de regulación y piezas a empotrarse en el primer hormigón
- .2 Otros equipos a ser suministrados e instalados por el Contratista deberán incluir:
  - a) Rieles de guía laterales hasta el nivel del piso de servicio.
  - b) Un dispositivo fácil de instalar para soportar la compuerta permanentemente (cuando no está usada) y durante su montaje y trabajos de mantenimiento.

**3.4.5. Equipo de izado de la compuerta**

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar un cabestrante electromecánico para izar y bajar la compuerta de mantenimiento (stoplogs) el cual constará de:
  - a) Un marco de soporte.
  - b) Tambores cilíndricos con canaletas, ejes y rodetes en acero inoxidable.
  - c) Engranaje de cambios de transmisión, ejes y rodetes en acero inoxidable.
  - d) Un motor trifásico de 380 V y 50 Hz con unidad de reducción. El motor eléctrico y su freno incorporado podrán ser embragados con un tornillo-gusano de reducción con dos velocidades, incluido el baño de aceite.
  - e) Un interruptor selector con los contactos de operación y señalización.
  - f) Un sistema de indicación de posición continua.
  - g) Cable galvanizado.
  - h) Poleas y dispositivo de seguridad contra relajamiento del cable y limitación de sobrecarga.
  - i) Un dispositivo auxiliar de operación manual, con contacto de seguridad.
- .2 Equipos de control eléctrico:

El tablero de control situado en la sala de mando deberá incluir un panel para el malacate electromecánico. El sistema de control eléctrico completo deberá ser del tipo contacto por impulso operando a 48 V de corriente continua. Todos los terminales dentro del sistema deberán estar libres de potencial. Para poder evitar errores operacionales y accidentes, el malacate deberá estar equipado con un dispositivo eléctrico de paradas de emergencia para poder detener todas las operaciones en caso de peligro apretando tan solo un botón de parada de emergencia.

Deberán estar incluidos todos los cables eléctricos del malacate y del dispositivo de control.

El equipo eléctrico deberá incluir principalmente lo siguiente:

- a) Un interruptor selector principal (operado con llave).

- b) Controles que constan de botones de apretado y relés para
  - c) Luces de alarma como para:
    - Falla de tensión
    - Falla del motor
    - Relajamiento del cable
    - Sobrecarga
  - d) Un transformador de aislamiento APRA la alimentación de los circuitos de mando y de señalización (véase cap. 2.3.15).
  - e) Interruptores Fin de carrera para la indicación y los límites superior e inferior del movimiento de la compuerta con contactos magnéticos e impermeables.
- .3 Además de los indicadores de movimiento de la compuerta los indicadores del panel de control deberán proporcionar la siguiente información:
- Compuerta completamente abierta.
  - Compuerta en posición intermedia.
  - Compuerta totalmente cerrada.
  - Compuerta atascada (cable relajado, sobrecarga).

**3.4.6. Garantía de impermeabilización**

Bajo la aplicación de cualquier presión de agua y sin el uso de material de sellado tales como escoria, etc. las pérdidas de agua no deberán exceder el límite de 1.5 l/seg.

**3.4.7. Piezas de repuesto**

Para la compuerta de mantenimiento se deberán suministrar las siguientes piezas de repuesto:

- a) Un juego de empaquetaduras para la compuerta.
- b) 5% de cada uno de los tipos de tornillos, pernos, tuercas y arandelas.
- c) Un interruptor de contacto libre inclusive su magneto.
- d) Un interruptor de contacto de cada tipo.
- e) Un botón de contacto.
- f) Un juego de cintas para el freno.

**3.5. REJA DE LA TOMA**

**3.5.1. Generalidades**

- .1 El contratista deberá suministrar e instalar una (1) reja para la toma completa con su marco para evitar la entrada de desechos en la toma.
- .2 La reja deberá consistir en 1 línea de 5 paneles que estarán soportados por elementos horizontales del marco de la reja en la parte superior y en la solera de apertura de la toma.
- .3 Los paneles de la reja deberán ser construidos de manera idéntica, pudiendo ser intercambiables.

**3.5.2. Datos técnicos**

Numero de aperturas	1
Ancho libre de la apertura	5.25 m
Nivel de la solera	3716.50 m.s.n.m
Nivel mínimo del embalse	3725.00 m.s.n.m
Descarga máxima de operación	14.7 m <sup>3</sup> /seg
Velocidad del agua con descarga máxima de operación	0.70 m/seg
Inclinación de la reja	2 : 1
Ancho Libre entre barras verticales	máx. 36 mm
Dimensiones aproximadas de las barras verticales	16x150mm (forma cuña)
Número de paneles de reja por apertura	5
Ancho de cada panel	1020 mm
Largo inclinado de cada panel	4300 mm
Carga de diseño	50 kN/m <sup>2</sup>

### **3.5.3. Elementos del panel de la reja**

Los elementos del panel de la reja deberán ser soldados y se fijados a las vigas de soporte superior e inferior con pernos. Las barras inclinadas deberán tener secciones de forma especial (de cuña) de acero rolado tal como se indica en los planos. Cinco cordones por panel deberán estabilizar las barras.

### **3.5.4. Construcción del marco de la reja**

- .1 El Contratista deberá suministrar, instalar y fijar en el sitio el marco de la reja.
- .2 El marco de la reja consiste de piezas horizontales en la parte superior e inferior y de piezas inclinadas en los lados. Las piezas podrán ser fabricadas con perfiles estándar roladas, con perfiles especiales o con perfiles soldados.
- .3 Todos los pernos, tuercas y arandelas usadas deberán ser de acero inoxidable, los pernos y tuercas deberán estar asegurados para evitar que se puedan soltar.

### **3.5.5. Piezas de repuesto**

Las piezas de repuesto para la reja consisten en un panel completo con todos sus elementos de fijación.

## **3.6. SISTEMAS CONTROL AUTOMATIZADO**

Se deberán instalar equipos de medición de flujo que permitan determinar el caudal que pasa a través de la sección de la compuerta de servicio de manera continua, el tipo de tecnología será por Ultrasonido de 4 haces, también un medidor de nivel de agua tipo radar que envíen datos continuamente hacia el modulo de registro y control de compuertas, las variaciones de nivel y flujo. Los datos serán almacenados en módulos de memoria no volátil de por lo menos 1 Megabyte de capacidad, la resolución de entrada en el modulo de almacenamiento de por lo menos 14 bits. Los tiempos de muestreo serán programables y se consignara la siguiente información en una interface Hombre maquina con capacidad de despliegue de información numérica y grafica: Nivel y caudal actual, volumen de agua desplazada totalizado, históricos (fecha y hora) . Los datos que proporcionan estos equipos así como la operación de las compuertas deberán formar parte de un sistema SCADA formado por los equipos de control en campo y 3 computadoras (1 servidor y 2 estaciones de trabajo) emplazadas en las salas de control. La visualización de datos en las computadoras, serán en modo grafico y tabular. La operación de compuertas se la podrá efectuar por el sistema de telemando a distancia (desde sala de control) o en sitio, mediante la operación apropiada de los comandos. La comunicación en el sistema SCADA será vía ETHERNET

El contratista deberá presentar a la SUPERVISION una propuesta debidamente respaldada del sistema de control para su aprobación .

La medición y pago de lo indicado en esta sección estará de acuerdo a lo especificado para el ítem 22.3

#### 4. PIEZAS METÁLICAS

##### 4.1. ALCANCE DEL TRABAJO

- .1 El trabajo bajo esta sección comprende toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios para el suministro, fabricación e instalación de diversas piezas metálicas, indicadas en los Planos de Licitación. Todos los artículos deberán suministrarse, fabricarse e instalarse de acuerdo con los Planos de Construcción preparados por el Ingeniero durante el curso de los trabajos. Las especificaciones contenidas en esta sección son aplicables para todas las obras metálicas que realice el Contratista bajo el presente Contrato.
- .2 Esta sección comprende los siguientes artículos:  
  
Tuberías de acero galvanizado.  
Tapas, marcos, parrillas y plataformas,  
Escaleras, pasamanos y escalones  
Ganchos de montaje.  
Instalación de piezas metálicas suministradas por terceros.
- .3 A no ser que se indique o se muestre otra cosa, todas las diversas construcciones de acero se fabricarán con largueros, secciones, viguetas, placas y barras de acero al carbono que cumplan las condiciones de la norma ASTM A 36.
- .4 Salvo que se indique o se muestre otra cosa en los planos, todas las diversas construcciones de acero se pintarán como se especifica más adelante, a excepción de los casos en que se requiera específicamente que las piezas de acero sean galvanizadas en baño caliente

##### 4.2. DOCUMENTOS A PRESENTAR

- .1 El Contratista deberá presentar certificados de cumplimiento de las normas ASTM u otros standards para todos los materiales que se suministren para las Obras. Si el Ingeniero lo ordena, se deberán presentar muestras de los materiales propuestos para su incorporación a las Obras, a fin de que los apruebe.
- .2 Cuando lo exija el Ingeniero, el Contratista deberá presentar copias de sus planos que muestren las secciones y las plantas de todas las piezas, conjuntos montados de las piezas, conexiones y soportes para todas las construcciones metálicas que se representen en los Planos de Construcción.

##### Fabricación

- .1 La construcción de las piezas metálicas se deberá efectuar y montar en el taller del Contratista siempre que sea posible, y deberán ajustarse exactamente a los detalles que aparezcan en los planos del Contratista ya aprobados.
- .2 La experiencia y buena maestría laboral para la fabricación se deberán ajustar a la mejor práctica moderna en el taller y en el campo. Todas las juntas y miembros de intersección tienen que estar ajustados unos a otros con extrema precisión y todas las piezas se fabricarán de forma que estén completamente lanas, y con sus soportes y refuerzos adecuados.
- .3 Todos los soportes, anclajes y accesorios exigidos para la fabricación de las piezas metálicas, se deberán suministrar también junto con las mismas. Se reducirán a un mínimo absoluto los soportes y refuerzos expuestos a la vista, los cuales deberán estar uniformemente espaciados y unidos de forma limpia y lisa. No se permitirán tacos de madera.

##### 4.3. SOLDADURA

- .1 Todos los trabajos de soldadura deberán ser realizados por soldadores experimentados, utilizando el método de arco protegido tal como se describe en el "Manual de Soldadura" de la sociedad Americana, complementado por otras normas pertinentes de la Asociación A.W.S.



- .2 Las varillas para la soldadura serán del tipo de revestimiento pesado, diseñado para todas las soldaduras de posición y el Ingeniero deberá dar su previa aprobación al tamaño, tipo y marca de dichas varillas.
- .3 Todos los aplanamientos o enrasamientos a nivel de los materiales se realizarán tal como se indica en los Planos de Construcción y las piezas metálicas recibirán un acabado superficial para que queden lisas y completamente planas con la ayuda de un cortador automático de gas o una muela de esmerilar. Para utilizar los cortadores manuales de gas se deberá pedir el consentimiento del Ingeniero.
- .4 La superficie de los materiales de trabajo deberá estar libre de escorias, escamas, humedad, óxido, herrumbre, grasas o aceites, pintura y otras impurezas. Las escamas de fundición que no se puedan retirar con un cepillo de alambre duro, se dejarán en el metal.
- .5 La superficie de la soldadura deberá ser lisa y formar una costura uniforme de gotas de soldadura. El tamaño y espesor de la costura de soldadura no deberá ser menor de lo que se haya especificado, ni tampoco deberá existir un amontonamiento excesivo de material de soldadura o irregularidades pronunciadas en la apariencia de la superficie.
- .6 Los agujeros de soplo o golpe, las escorias, las superposiciones, depresiones y fundición insatisfactoria de las juntas de soldadura se retirarán con las muelas de esmeril o por cualquier otro método y se volverán a soldar otra vez las juntas. Hay que poner mucha atención para proteger las piezas de alrededor contra cualquier desperfecto o daño. La deformación de miembros que resulte por la soldadura se reparará con la ayuda de un método mecánico aprobado. La temperatura de calentamiento para corregir las deformaciones no deberá ser nunca mayor de 650 grados centígrados.

#### **4.4. ACABADO DE LAS SUPERFICIES Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVO**

##### **4.4.1. Pintura**

- .1 Todas las piezas componentes de metal que no sean las que se tengan que galvanizar, deberán prepararse, imprimándolas y pintándolas en el taller antes de su montaje.
- .2 Las pinturas utilizadas tanto para las manos de imprimación como de acabado, serán de dos componentes con base epóxica, y se obtendrán del mismo fabricante, debiendo ser de la mejor calidad que se encuentre en su tipo. Dichas pinturas deberán ser aptas para aplicarlas en ambientes donde la humedad relativa puede llegar a ser del 80% (ochenta por ciento). El Contratista presentará muestras de todas las pinturas que se proponga usar, para que el Ingeniero las apruebe, y éste mismo elegirá el color de las manos de acabado.
- .3 Antes de las pinturas, las superficies de acero se deberán pulir con chorro de arena, para quitarles todas las escamas de fundición, salpicaduras de soldadura, herrumbre y cualquier otro material deletéreo. Se quitarán las grasas y el aceite con la ayuda de un disolvente apropiado. Las superficies se deberán limpiar dejándolas completamente libres de polvo, antes de aplicar la pintura de imprimación.
- .4 Inmediatamente después de la limpieza, la pieza de acero recibirá dos manos de pintura de imprimación epóxica de dos componentes, con alto contenido de zinc, cada una de las cuales deberá tener un espesor de capa seca de 0.05 mm. Todas las superficies ya imprimadas que muestren señales de óxido, desprendimiento de escama, polvo de pintura o desprendimiento de la capa de imprimación o de cualquier mano de acabado, se deberá volver a limpiar como se ha explicado antes hasta que quede el metal brillante a la vista y se tendrá que pintar otra vez.
- .5 Después de la imprimación, la pieza de metal recibirá dos manos más de pintura de dos componentes con base epóxica, cada una de las cuales tendrá un espesor de película seca de 0.08 mm. El espesor teórico total de la pintura aplicada, incluyendo las manos de imprimación, deberá ser de 0.26 mm, pero en ningún caso menor de 0.22 mm.
- .6 Todos los trabajos de pintura se realizarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, en un ambiente limpio y libre de polvo, con la temperatura y humedad controladas, para cumplir con estas especificaciones y con las recomendaciones del

fabricante de las pinturas. Todas las demás construcciones y piezas que se encuentren alrededor deberán protegerse de forma adecuada contra la caída de gotas de pintura o pintura pulverizada con la pistola. Todas las superficies ensuciadas o estropeadas deberán limpiarse y repararse convenientemente.

- .7 Tras el montaje de las piezas metálicas diversas ya pintadas, el Contratista retocará y reparará todos los posibles daños que se haya causado a las manos de pintura aplicadas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El Ingeniero podrá ordenar que aquellos artículos que hayan quedado estropeados, se retiren y se devuelvan al taller para volver a pintarlos.

#### **4.4.2. Piezas de acero galvanizadas**

- .1 Todas las construcciones de acero que se tengan que galvanizar deberán limpiarse muy bien primeramente, para que el acero quede completamente libre de herrumbre y escamas y después se galvanizarán de acuerdo con la norma ASTM A 123. Cualquier pieza galvanizada que resulte alabeada durante la operación de galvanización, se volverá a enderezar inmediatamente. Los pernos, tuercas y otros elementos roscados de fijación similares, se deberán limpiar bien y después se galvanizarán de acuerdo con la norma ASTM A 153. Las roscas de los pernos y tuercas galvanizados se formarán después con las terrajas y mordazas apropiadas, de forma tal que mantengan sus tolerancias normales después de la galvanización en baño caliente.
- .2 Tras la instalación en su posición definitiva, todas las áreas de desperfectos en el revestimiento galvanizado deberán limpiarse y prepararse, administrándoles dos manos de pintura rica en zinc, como por ejemplo, "Galvanox", Galvo-Weld" u otra marca similar aprobada. La preparación de la superficie de acero y la aplicación de la pintura deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la misma.
- .3 El Contratista presentará certificados de cumplimiento de las normas ASTM antes citadas para todos los materiales galvanizados que se suministren en la Obra.

#### **4.4.3. Fijaciones**

- .1 Las fijaciones para las diversas piezas metálicas, inclusive pernos, pernos de anclaje, bulones de cabeza redonda y tuercas deberán ser de acero inoxidable, salvo que en los planos se indique otra cosa.
- .2 Los postes de tabiques y anclas de fijación para el montaje de las piezas metálicas al hormigón tienen que ser de acero inoxidable y pueden ser del tipo de "anclaje de expansión", "inyectado" o de "resina", pero siempre sujetos a la previa aprobación del Ingeniero.

### **4.5. PIEZAS METÁLICAS SUMINISTRADAS POR EL CONTRATISTA**

#### **4.5.1. Tuberías de acero galvanizado**

- .1 El Contratista suministrará e instalará tuberías y accesorios de acero galvanizado en las posiciones y con los diámetros indicados en los Planos de Construcción. El material para estas cañerías y armaduras de acero tiene que ser de primera calidad y del peso Standard (Schedule 40) conforme a las normas ASTM A 120 y A 181.
- .2 Las cañerías se fijarán y asegurarán cuidadosamente dentro de los encofrados, a fin de evitar que se muevan al verter el hormigón.
- .3 Las tuberías no empotradas en el hormigón deberán encontrarse adecuadamente sostenidas por palometas de acero dulce galvanizado u otros medios aprobados. La distancia entre los soportes de las tuberías no deberá exceder de 2 m.

#### **4.5.2. Tapas de acceso, tapas para canales de cables, marcos, parrillas y plataformas**

- .1 El Contratista suministrará e instalará todas las tapas para las aberturas de acceso para canales de cables, marcos, parrillas y plataformas de soporte, tales como se indican en los Planos de Licitación y como se especifican en esta sección. Todos los elementos deberán fabricarse e instalarse de acuerdo con los Planos de Construcción.

- .2 Antes de fabricar las tapas de acceso, las tapas de los canales de cables, las parrillas, los marcos y las plataformas de soporte, el Contratista deberá comprobar las dimensiones reales y la forma de las aberturas correspondientes, existentes en el hormigón.
- .3 Las tapas para las aberturas de acceso y canales de cables se fabricarán con chapa acanalada de 6 mm de espesor mínimo, con secciones de refuerzo de acero donde se necesite y con agarraderas de acero para levantarlas.
- .4 Las parrillas de acero consistirán en barras de acero rectangulares de 25 mm de altura por 2 mm de espesor soldadas de forma que resulte un tamaño del entramado de 30 mm x 30 mm.
- .5 Los marcos y las secciones de acero como soportes para las tapas y las parrillas consistirán en secciones angulares o acanaladas de acero fijadas en el hormigón. Los marcos y las plataformas se ajustarán durante la instalación para asegurar que encajen y se adapten bien entre sí, proporcionando un soporte adecuado, regular y plano para la tapa o parrilla de que se trate. Tanto las tapas como las parrillas se tienen que instalar de forma que no sobresalgan y queden al ras con los suelos acabados donde se encuentren.
- .6 Las tapas de las aberturas de acceso, tapas de los canales de cables, marcos y elementos de refuerzo, y por último las plataformas de acero para las parrillas de soporte, se pintarán como se ha especificado antes en esta sección. Las parrillas se galvanizarán con baño caliente y se fijarán a las plataformas de soporte utilizando para ello pernos y elementos de fijación de acero inoxidable.

#### **4.5.3. Escaleras, pasamanos y escalones**

- .1 El Contratista suministrará e instalará escaleras metálicas con jaulas de protección contra caídas, pasamanos y escalones de subida empotrados en los muros, fabricados con barras de sección rectangular o redondas lisas, tal como se muestre en los Planos de Licitación. Las piezas de montaje y fijación y las armaduras serán de acero inoxidable. Todos estos elementos deberán fabricarse y fijarse de acuerdo con los Planos de Construcción.
- .2 Las escaleras, pasamanos y escalones empotrados se pintarán de la forma antes especificada en esta sección.

#### **4.5.4. Ganchos de montaje**

- .1 El Contratista suministrará e instalará ganchos de montaje de acero para el montaje del equipo hidromecánico y electromecánico, como se indique en los Planos de Licitación. Los ganchos de montaje estarán formados con barras lisas de acero laminado, grado 300, según la norma ASTM A 615 M. Los ganchos de montaje se doblarán y curvarán en caliente y se galvanizarán como se ha especificado antes en esta sección.
- .2 Se colocarán en el encofrado en los lugares que indiquen los Planos de Construcción y se mantendrán rígidamente inmóviles durante la colocación y vertido del hormigón.

#### **4.6. PIEZAS METÁLICAS SUMINISTRADAS POR TERCEROS**

- .1 Los anclajes y conducciones suministradas por los proveedores del equipo hidromecánico y electromecánico, serán instalados por el Contratista en los lugares que se indiquen en los Planos de Construcción o en los planos de instalación preparados por terceros y que hayan sido aprobados por el Ingeniero.
- .2 Las piezas que deban empotrarse en el hormigón se suministrarán y depositarán en el almacén del Contratista en el Sitio de Obras. Cada una de las piezas recibidas por el Contratista estará provista de una guía de entrega que deberá mencionar lo siguiente:

Ubicación en las Obras.

Número de Piezas.

Número de referencia en los planos correspondiente.

Peso de las piezas suministradas, sin embalaje (peso neto).

Condiciones especiales de colocación, si fuese necesario.

- .3 El Contratista deberá transportar las piezas desde su almacén hasta el Sitio de colocación y fijarlas rígidamente y con precisión detrás de los encofrados antes de efectuar los

hormigonados. Es responsabilidad del proveedor, controlar y chequear la fijación correcta de estas piezas en el encofrado, antes de que se efectúe el hormigonado.

#### 4.7. EQUIPO DE MEDICIÓN HIDRÁULICA Y DE CONTROL DEL EQUIPO HIDROMECAÁNICO.

##### 4.7.1. Objeto

- .1 La presente especificación comprende los datos básicos para el sistema de mediciones hidráulicas que deberán ser propuestos por el contratista de acuerdo a lo indicado en las especificaciones del ítem 24. El equipo contiene los aparatos para:

Medición del nivel del embalse Misicuni.  
Medición de gradiente de reja.  
Medición del nivel mínima en el embalse (para cierre de emergencia).  
Medición del caudal que ingresa por la Bocatoma

- .2 Todas las partes del equipo deberán ser construidas para usarse en condiciones tropicales.  
.3 El Contratista asumirá la garantía sobre el material y el buen funcionamiento del sistema de medición hidráulica durante un período de dos años a partir de la recepción provisional del equipo.  
.4 El equipo de medición hidráulica debe ser un sistema completo formando una unidad integra entre ellos, debiendo ser suministrado e instalado por una sola compañía especializada.  
.5 El esquema No. 10039 – Fig. 1 “Sistema de Medición Hidráulica” forma parte de estas especificaciones.

##### 4.7.2. Embalse Misicuni – obra de toma

###### 4.7.2.1. Medición del nivel en el embalse

- .1 Sistema de medición de nivel, tipo neumático con una balanza de precisión para medición de la presión y los accesorios para la transmisión de la presión neumática.

Nivel máximo de operación	3779.0 m.s.n.m.
Nivel mínimo de operación	3725.0 m.s.n.m.
Rango de medición	60 m $\approx$ 3720.0 – 3780.0 m.s.n.m.
Precisión	$\pm$ 5 cm $\geq$ $\pm$ 0.1%
Cota del tubo de embocadura	3717.50 m.s.n.m.
Cota del aparato	Aprox. 3785.0 m.s.n.m.

- .2 La balanza deberá suministrarse en armario metálico con dispositivo para deshumedecer el aire y equipado con indicador local continuo de nivel y teleindicador (sistema digital con codificador).

La balanza será instalada en un tablero en la sala de mando de la toma.

- .3 Accesorios:

- Caja de embocadura de acero galvanizado, empotrada en el hormigón con tubo de embocadura.
- Tubo de medición armado con doble manguera de material plástico (PVC), dentro de un tubo de protección de acero galvanizado, de 80 mm de diámetro. Este último será suministrado e instalado por los constructores de las Obras Civiles. Longitud total de la tubería aproximadamente 240 m.
- Equipo automático de aire comprimido para las mediciones del nivel, del nivel mínimo y del gradiente de reja con electromotor de 380 V/50 Hz, trifásico y tanque del aire con una capacidad mínima de 100 litros.  
El equipo incluirá manómetro y manostatos para trabajo automático y para alarma en caso de baja presión.
- Juego de accesorios con válvulas de reducción de presión y dosificación del aire, equipo de purga para los tubos de medición, tuberías y juntas roscadas.

.4 Alarmas:

- 1 alarma aproximadamente en la cota 3750.0 m.s.n.m
- 1 alarma aproximadamente en la cota 3726.0 m.s.n.m.

4.7.2.2. Medición del gradiente de reja (pérdida del nivel de agua)

.1 Sistema de medición de presión diferencial, tipo neumático con un transmisor de presión y los accesorios para la transmisión de la presión neumática.

.2 Datos Técnicos

Rango de medición	100 cm
Punto de contacto (alarma máxima)	Aprox. 50 cm
Precisión	$\pm 1\% = \pm 1$ cm
Cota del tubo de embocadura	3717.50 m.s.n.m.
Cota del aparato	Aprox. 3785.0 m.s.n.m.

.3. El transmisor de presión con interruptor para el valor máximo (alarma deberá suministrarse en armario metálico con dispositivo para deshumedecer el aire y equipado con indicador local del índice de medición.

.4 Accesorios:

- Caja de embocadura de acero galvanizado, empotrada en el hormigón con tubo de embocadura.
- Tubo de medición armado con doble manguera. La tubería deberá instalarse en el tubo de protección que será montado por el Contratista de las Obras Civiles (ver medición del nivel de la presa). Longitud de la tubería de medición aproximadamente 235 m.
- Juego de accesorios con válvula de dosificación del aire, dispositivo de purga de la tubería de medición y juntas roscadas.

4.7.2.3. Medición del nivel mínimo en el embalse (pozo de compuertas)

.1 Sistema de medición de nivel, tipo neumático con un transmisor de presión y los accesorios para la transmisión de la presión neumática.

.2 Datos técnicos

Rango de medición	m
Cota de contacto (nivel mínimo)	3725.0 m.s.n.m.
Presión máxima a la embocadura	55 m
Precisión	$\pm 1\% = \pm 3$ cm
Cota del tubo de embocadura	3724.0 m.s.n.m.
Cota del aparato	3785.0 m.s.n.m.

.3 El transmisor de presión con interruptor para el nivel mínimo que efectúa el cierre de emergencia de la compuerta de servicio deberá suministrarse en armario metálico con dispositivo para deshumedecer el aire.

.4 Accesorios:

- Caja de embocadura de acero galvanizado, instalado en el pozo de compuertas, montaje aparente, con tubo de embocadura.
- Tubo de medición armado con doble manguera de material plástico (PAVC), dentro de un tubo de protección, diámetro 60 mm. Longitud de la tubería de medición aproximadamente 65 m.
- Juego de accesorios con válvula de dosificación del aire, dispositivo de purga de la tubería de medición y juntas roscadas.

El costo que involucra la realización las actividades descritas en este punto deberá estar incluido en el ítem de pago 22.3 así como su medición y pago se realizará de acuerdo a lo especificado para el ítem 22

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LAS OBRAS CIVILES

### 1. ALCANCE DEL TRABAJO

- .1 El trabajo bajo esta sección comprende toda la mano de obra, materiales, equipos y la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de las obras civiles dentro y fuera de la Casa de Mando del Pozo de Compuertas tal como se indican en los planos a3\_4, a3\_5 y a3\_6, bajo el presente contrato.
- .2 Esta sección comprende los siguientes artículos:
  - Puertas de acero.
  - Paneles de bloques de vidrio.
  - Techumbre de planchas onduladas.
  - Entretecho en la cámara de la válvula mariposa
  - Enlucido de mortero de cemento.
- .3 La extensión, tipos y dimensiones de los trabajos de acabado se indican en los Planos de Licitación
- .4 Todos los materiales y equipos que formarán parte de las Obras Permanentes serán nuevos, de buena calidad y contarán con la previa aprobación del Ingeniero.

## 2. DOCUMENTOS A PRESENTAR

El Contratista preparará planos que muestren detalles de varios elementos, métodos de colocación y anclaje y otros detalles pertinentes y los presentará para que sean aprobados por la SUPERVISION, junto con listas y tablas de materiales que se tengan que adquirir, con detalles y catálogos de los fabricantes, para los diversos artículos especificados en esta sección. Antes de pasar los pedidos de compra, se presentarán muestras de los materiales y herrajes.

### 2.1. PUERTAS DE ACERO

#### 2.2. FABRICACIÓN

.1 El Contratista suministrará e instalará puertas de acero como se muestre en los Planos de Licitación y como aquí se especifique. Las puertas se instalarán de acuerdo con los planos del Contratista aprobados por el Ingeniero.

.2 Antes de la fabricación de los pedidos de las puertas de acero, el Contratista deberá controlar las dimensiones reales y forma de las aberturas existentes en el hormigón.

.3 Las hojas de las puertas de acero huecas se fabricarán con chapas de acero laminado en frío. Los espesores de la chapa metálica serán los siguientes:

Marco 1.6 mm  
Chapa de los rigidizadores y anclajes 2.3 mm

Las hojas de las puertas deberán ser del tipo de tablero sin costuras y completamente plano al ras, de 40 mm de espesor, salvo que se especifique otra cosa. Los cuatro cantos estarán herméticamente sellados y esmerilados. Las hojas de las puertas tendrán los refuerzos adecuados para que queden rígidas y para fijar los herrajes, y deberán estar provistas de aislamiento acústico con un núcleo de kraft poroso.

.4 Los marcos de las puertas deberán ser construidos con chapa de acero laminado en frío. Salvo que se especifique otra cosa, los espesores de la chapa metálica serán:

Marco.....1.6 mm  
Arquitrabe.....1.2 mm  
Umbral.....2.3 mm

.5 Los marcos de las puertas deberán ser perfilados con toda exactitud según los detalles y dimensiones que se muestren en los planos del Contratista aprobados. Los marcos se reforzarán, perforarán y aterrajarán para recibir los herrajes y estarán provistos de amortiguadores de caucho. Los marcos de las puertas deberán estar provistos de los anclajes ajustables que se necesiten. Los marcos con caras externas estarán calafateados de forma segura con un material de debidamente aprobado.

### 2.3. HERRAJES Y EFECTOS METÁLICOS

Los herrajes deberán cumplir con las siguientes condiciones

Bisagras Bisagra de pivote.  
Manijas Acero inoxidable.  
Cerraduras Bronce con cierre de cilindro.  
Pasadores Bronce  
Tope de las puertas Tipo de montaje en la pared o en el suelo, con guarnición de goma y retén.  
Cierres automáticos Tipo montaje en la pared o en el suelo, con de puertas grasa y resorte activado, y con retén a 90 grados.  
No se permite utilizar aluminio para los herrajes.

### 2.4. PINTURAS

La pintura de las puertas de acero deberá cumplir las condiciones especificadas en el acápite "Acabado de las superficies y protección anticorrosivo" de la sección "Piezas Metálicas".

**2.5. REJILLA DE VENTILACIÓN (“LOUVER”)**

- .1 En los Planos de Licitación se muestran las puertas de acero que estarán provistas de aberturas con celosías metálicas (“louver”). Las celosías tendrán láminas fijas o móviles, y estarán instaladas de acuerdo con los planos del Contratista aprobados.
- .2 Las celosías serán construidas de acero soldado y galvanizado, suministradas con láminas a 45 grados de inclinación a prueba de tempestades. Las celosías estarán provistas de umbrales integrales. Los marcos angulares del perímetro se soldarán en el taller y se galvanizarán en baño caliente después de la soldadura.
- .3 El galvanizado se efectuará de acuerdo con las prescripciones de la norma ASTM A 123. Los tornillos y otros elementos de sujeción deberán ser de acero inoxidable.



### 3. PANELES DE BLOQUES DE VIDRIO

#### 3.1. MATERIALES

- .1 El Contratista suministrará e instalará paneles de bloques de vidrio en los lugares y con las dimensiones que se muestren en los Planos de Licitación, y como se especifique aquí.
- .2 El Contratista suministrará un producto de la mejor calidad posible de manufactura local, o en caso de que no haya localmente, importado de un fabricante bien acreditado que posea las propiedades adecuadas para las condiciones climáticas locales.
- .3 La abertura definitiva en las paredes y muros de hormigón se ajustará de una forma tal que corresponda a un múltiplo del tamaño del bloque de vidrio elegido, más los suplementos para juntas, pieza en la carrera de cabeza, asiento de mortero de soporte y capas de mortero. Los bloques de vidrio no se deben cortar.
- .4 Los bloques de vidrio consisten en dos mitades compactadas, herméticamente cerradas y sin aire, de vidrio comprimido con claridad del cristal y soldadas sólidamente entre sí. Tienen que ser de larga duración y tener buenos efectos aislantes contra el calor y el frío. Dentro del bloque de vidrio no se deberá formar ninguna condensación de agua. Su resistencia a la compresión deberá ser por lo menos de 3 N/mm<sup>2</sup> y deberán tener como mínimo 10 N7mm<sup>2</sup> de capacidad de resistencia contra el viento.

#### 3.2. EJECUCIÓN

- .1 Los bloques de vidrio se instalarán en el sitio con mortero de cal blanca con aditivos. Dado que los bloques de vidrio no tienen que soportar cargas, se instalará de forma que sean independientes de los movimientos de la estructura de hormigón. Con este objeto, se instalarán juntas en la parte superior y en el quicio de todos los paneles, por medio de tiras de expansión de espuma plástica.
- .2 Las juntas entre los bloques de vidrio, de un ancho de 6 á 7 mm, se rellenarán con mortero armado con una tela metálica de alambre de hierro, con soldaduras paralelas.
- .3 En los dos lados, dentro y fuera, se instalarán umbrales de aluminio. El umbral exterior estará bien empotrado en el mortero y deberá tener un borde lateral que evite que se infiltre lateralmente el agua de lluvia en la junta vertical entre los bloques de vidrio y el hormigón. El umbral interior tendrá una ranura para juntar el agua de condensación. Los umbrales serán de color natural anodinado y recibirán una capa protectora de pintura soluble.

#### 4. TECHUMBRE DE PLANCHAS ONDULADAS

##### 4.1. GENERALIDADES

- .1 El Contratista deberá suministrar e instalar el techumbre de planchas onduladas, incluyendo la estructura metálica portante con drenaje del techo para la lluvia y caño de caída, en la cámara de compuertas de la obra de toma. La viga metálica para montaje de las compuertas se incluirá bajo este acápite considerando como parte de la estructura portante.
- .2 Los detalles mostrados en los Planos de Licitación son solamente indicativos para dar una idea general sobre el tipo de techumbre. En la fase de construcción el Ingeniero preparará los Planos de Construcción con los detalles definitivos tomando en cuenta los materiales accesibles en el mercado boliviano.

##### 4.2. MATERIALES

- .1 El acero que se empleará para la estructura portante será del tipo que esté de acuerdo con la norma ASTM A 36.
- .2 Las planchas onduladas serán de fibro-cemento o de chapa de acero, tal como lo apruebe el Ingeniero. El tamaño mínimo de la plancha será 125 x 95 cm.
- .3 Los anclajes para fijar la estructura portante a las paredes de hormigón serán de acero inoxidable del tipo "anclaje de expansión" "inyectado" o de "resina", pero siempre sujetos a la previa aprobación del Ingeniero.
- .4 Las fijaciones, tornillos pernos y tuercas deberán ser de acero inoxidable.

##### 4.3. TIPO DE CONSTRUCCIÓN

- .1 La estructura portante de la techumbre será construida de vigas metálicas. Sobre estas vigas principales se colocará el entramado de correas metálicas fijándolas a las vigas de tal modo que se prevé su movimiento por fuerzas del viento o peso del material y nieve. La separación entre las correas se determinará según el tamaño efectivo de las planchas onduladas.
- .2 Las planchas onduladas se fijarán sobre las correas directamente mediante los ganchos de acero. La pendiente del techumbre será 25% /1:4).

##### 4.4. EJECUCIÓN

- .1 El Contratista deberá soldar los elementos de estructura portante en su taller de acuerdo a lo que se especifica en acápite "Soldaduras" de la sección "Piezas metálicas".
- .2 La protección anticorrosivo de todos los elementos de acero consistirá en pintura epóxica que el Contratista deberá efectuar de acuerdo con las especificaciones dadas en el acápite "Pintura de la sección "Piezas metálicas".
- .3 Las placas de apoyo sobre las que van a descansar los dos extremos de cada viga metálica principal se anclan a las paredes de hormigón, una vez comprobado el nivel de aquellas. Las vigas metálicas se ajustarán y fijarán a los apoyos comprobando su colocación y pendiente correcto. Sobre ellas se fijarán las correas del entramado del techo a la debida distancia.
- .4 Las planchas onduladas se colocarán y fijarán sobre las correas metálicas mediante ganchos de acero, interponiendo entre la cabeza de éstos y la plancha, una arandela mixta de plomo y hierro. Las planchas se perforarán siempre por la parte alta de la onda, nunca por la baja o canal.
- .5 La colocación de las planchas onduladas se empezará en sentido contrario a la dirección de los vientos dominantes en la región.
- .6 Se rechazarán todas las planchas fisuradas en cualquier forma dañadas y cuyos bordes no sean regulares.

#### 4.5. CANALÓN Y CAÑO DE CAÍDA

- .1 Se instalará canalón y caño de caída tal como se indique en los Planos de Licitación. El material será de cloruro de polivinilo (PVC) o de acero galvanizado. El caño o la caída se fijará rígidamente a las paredes con aros suspensores de acero a separaciones adecuadas. El canalón para drenar el techo debe tener una pendiente de 1% como mínimo.
- .2 Las juntas flexibles serán de caucho sintético de 4 hojas, de 80 mm de longitud aproximadamente, y estarán provistas de juntas de expansión en cada bajada. Las juntas flexibles deberán estar fuertemente conectadas a ambos extremos de los canales de bajada, con las bandas de metal adecuadas.

## 5. ENLUCIDO DE MORTERO DE CEMENTO

### 5.1. GENERALIDADES

El Contratista suministrará los materiales para este trabajo y realizará el enlucido con mortero de cemento en los suelos, muros y paredes de las estructuras como se muestre en los Planos de Construcción o como lo disponga el Ingeniero.

### 5.2. MATERIALES

- .1 La arena que se utilice para el mortero de cemento deberá ser limpia, dura, sólida y duradera y no podrá contener cantidades perjudiciales de polvo, lodo, materias orgánicas u otros componentes e impurezas. La granulometría de la arena deberá encontrarse dentro de los siguientes límites:

Clasificación	Tamices Standard U.S.	Porcentaje en peso que pasa por el tamiz
	4.75 mm (Nº 4)	100%
pa de revoque	0.15 mm /nº 100)	10% o menos
pa de acabado	2.36 mm (Nº 8)	100%
	0.15 mm (N1 100)	10% o menos

- .2 Las proporciones de mezclado del mortero de cemento serán las siguientes:

Lecho de aplicación	Lugar de aplicación	Capa de revoque c:a	Acabado c:a o c:a:cal
Hormigón	Suelo		1:2
	Pared Interior	1:2	1:3:0:3
	Pared Exterior	1:2	1:3

### 5.3. EJECUCIÓN

- .1 Las superficies de hormigón que tengan que recibir una capa de revoque deberán estar ásperas y se rasparán quitándoles todas las salpicaduras, escurriduras, espuma, escorias sueltas de carbonato, agregados sueltos, suciedad y otras substancias perjudiciales e impurezas, dejándolas después completamente mojadas durante 24 horas antes de la aplicación del mortero. El mortero de cemento se tendrá que usar en los 30 minutos siguientes del mezclado. No se permitirá el remezclado.
- .2 En el caso de acabado con mortero de cemento, el espesor total de las capas de revoque y acabado deberá ser de 30 mm para los suelos, 25 mm para las paredes exteriores y 20 mm para otras áreas. Allí donde haya juntas de expansión y control de la estructura de base, se dejará una tolerancia para evitar el agrietamiento del mortero de cemento mediante la inserción de listones de expansión, de acero galvanizado, incluidos en el espesor del revestimiento. La superficie después del acabado deberá quedar perfectamente vertical u horizontal, según los casos, salvo que se especifique otra cosa y tendrá que estar absolutamente lisa, sin bultos, protuberancias, costuras, rayas, arañazos o golpes.
- .3 Tras la aplicación de la última capa, las superficies se mantendrán continuamente mojadas durante 48 horas, y después se permitirá que queden secas por completo. El humedecimiento se iniciará tan pronto como la superficie se haya endurecido lo suficiente para evitar desplazamientos o daños.

## 6. MEDICIÓN Y PAGO

### 6.1. GENERALIDADES

- .1 Los suministros e instalaciones por el Contratista cuando se apliquen para los artículos de esta sección, se entenderá que incluyen la provisión de toda la mano de obra, equipos y materiales necesarios para lo siguiente:

Adquisición o fabricación, inclusive acabado de superficies y protección anticorrosivo  
Transporte al Sitio de Obras, inclusive carga, descarga, almacenamiento y protección.  
Provisión de los certificados de cumplimiento de las normas requeridas como se especifiquen.

Transporte al punto de incorporación en las obras.

#### 6.1.1. Ítems de pago

Los ítems incluidos en estas especificaciones técnicas se pagarán según los precios unitarios cotizados por el Contratista para las secciones 22 y, 23 de las Tablas N° 1 y N° 2, Formularios de la Propuesta del Documento Base de Contratación:

**FORMULARIO B-1**      **Presupuesto por Ítem y General de la Obra** (elaborado de acuerdo con el Formulario Volúmenes de Obra incluido en la Sección III Formularios de la Propuesta). Debiendo presentar el Proponente las tablas 1,2,3,4 y la tabla 5 que corresponde al PRESUPUESTO GENERAL DE LAS OBRAS.

**FORMULARIO B-2**      **Análisis de Precios Unitarios**  
Este formulario debe ser llenado por el proponente para todos los ítems de manera coherente con las especificaciones técnicas, y cumpliendo las leyes sociales y tributarias vigentes. Determinado el precio unitario de cada ítem de acuerdo a este formulario y aplicado en el formulario B-1. El precio para cada Ítem obtenido mediante este formulario será el precio definitivo contractual adoptado para cada ítem.