REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL (CORPOELEC)

DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO CARONÍ

LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL

No. CAI-SUR6-G-0068/2011

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LAS UNIDADES 1 A 6 DE LA CASA DE MÁQUINAS I DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SIMÓN BOLÍVAR EN GURI

"MODERNIZACIÓN DE LAS UNIDADES 1 A 6 Y DE LOS SISTEMAS AUXILIARES ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS COMUNES PRINCIPALES DE LA CASA DE MÁQUINAS I DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SIMÓN BOLÍVAR EN GURI"

ESPECIFICACIONES

VOLUMEN III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REQUISITOS GENERALES

MAYO, 2012

SUMARIO

VOLUMEN I

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

VOLUMEN II

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ESTÁNDARES)

VOLUMEN III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REQUISITOS GENERALES

VOLUMEN IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - TURBINAS HIDRÁULICAS Y GOBERNADORES

VOLUMEN V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA Y SISTEMAS DE EXCITACIÓN

VOLUMEN VI

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – TRANSFORMADORES PRINCIPALES DE POTENCIA Y ACCESORIOS

VOLUMEN VII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – BARRAS DE FASE AISLADA

VOLUMEN VIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS DE COMPUERTAS Y ACCIONAMIENTOS HIDRÁULICOS

VOLUMEN IX

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS AUXILIARES ELÉCTRICOS

VOLUMEN X

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – EQUIPOS AUXILIARES MECÁNICOS

VOLUMEN XI

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – SISTEMA DE CONTROL

VOLUMEN XII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – TRABAJOS EN EL SITIO

VOLUMEN XIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PLANOS

ÍNDICE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

VOLUMEN III: REQUISITOS GENERALES

Pág

SECCIÓN 3: REQUISITOS GENERALES

3.01 ALCANCE ____ III-1
3.02 TRABAJO A EFECTUARSE ____ III-1
3.03 MATERIALES Y EQUIPOS ____ III-2
3.04 PRUEBAS DE LOS MATERIALES ____ III-24
3.05 REQUISITOS PARA EL DISEÑO ____ III-25
3.06 MANO DE OBRA, CALIBRADORES Y PLANTILLAS ____ III-30
3.07 SOLDADURA ____ III-32
3.08 FABRICACIÓN DE PIEZAS SOMETIDAS A PRESIÓN ____ III-34
3.09 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS ____ III-35
3.10 FUNDICIONES ____ III-38
3.11 ELEMENTOS RESISTENTES A LA CORROSIÓN ____ III-41
3.12 PINTURA Y PROTECCIÓN DE SUPERFICIES ____ III-41
3.13 EQUIPOS ELÉCTRICOS ____ III-53
3.14 CABLEADO ELÉCTRICO Y TERMINALES ____ III-72
3.15 EQUIPOS DE COMPUTACIÓN Y CONTROL ____ III-76
3.16 SOFTWARE LIBRE ____ III-79
3.17 PRUEBAS DE RUTINA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS ____ III-80
3.18 TUBERÍAS ____ III-82
3.19 PIEZAS DE REPUESTO ____ III-85
3.20 MATERIALES PARA LA FUNDACIONES ____ III-86
3.21 DISPOSITIVOS DE MANIPULACIÓN ____ III-86
3.22 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y CORROSIÓN ____ III-86
3.23 LURBICANTES ____ III-88
3.24 EQUIPOS AUXILIARES ____ III-89
3.25 PLACAS DE CARACTERÍSTICAS Y DE IDENTIFICACIÓN ____ III-89
3.26 EMPAQUETADURAS, SELLOS Y ANILLOS ____ III-90
3.27 AMORTIGUADORES DE VIBRACIONES ____ III-91
3.28 OBSERVACIÓN DEL MONTAJE Y PRUEBAS EN FÁBRICA ____ III-91
3.29 CONDICIONES EN EL SITIO ____ III-91
3.30 TRABAJOS EN CONCRETO ____ III-92

SECCION 3

REQUISITOS GENERALES

3.01 ALCANCE.

Esta Sección especifica los requisitos técnicos generales para la Modernización Integral de las Unidades Nos. 1 a 6 de la Central Hidroeléctrica Simon Bolívar en Guri, que incluyen el diseño, fabricación de partes y piezas nuevas, reparación, ajuste, modificación de equipos existentes, desmontaje, limpieza, inspección, almacenamiento, mantenimiento durante el almacenamiento, montaje, instalación, pruebas y puesta en funcionamiento de los equipos de turbinas, gobernadores, generadores, excitatrices, sistemas de enfriamiento, barras de fase aislada, transformadores, sistemas de control, equipos de compuertas y equipos auxiliares comunes, incluyendo el cableado y demás accesorios excepto donde ellos se modifiquen en las secciones subsiguientes. Dichos requerimientos deberán ser cumplidos en cuanto a que los anteriores equipos y sistemas contengan materiales, componentes o partes similares a los descritos en esta Sección.

Los requisitos de esta Sección, aún en las partes escritas en singular para un equipo, deberán aplicarse igualmente a todos los equipos a ser intervenidos dentro del alcance de estas especificaciones.

3.02 TRABAJOS A EFECTUARSE.

El objetivo primordial de los trabajos, es efectuar las sustituciones, rehabilitaciones, reparaciones, modificaciones y acondicionamientos necesarios de los equipos y sistemas que conforman el objeto de este Contrato a satisfacción de CORPOELEC y para tal fin EL CONTRATISTA deberá ser responsable por el diseño, detalle, presentación de planos, cálculos, instrucciones y datos, fabricación, pruebas en fábrica, embarque, transporte, descarga en el Sitio de Guri, almacenamiento, mantenimiento durante el almacenamiento, pruebas preliminares, demolición y desmontaje, inspección, reparación, montaje, instalación, verificación y pruebas de los equipos en el Sitio de Guri, supervisión del arranque y de las pruebas en el Sitio, de la energización y de los preparativos para la puesta en servicio y la operación comercial de los equipos para la Modernización Integral de las Unidades Nos. 1 a 6 de Planta Guri y demás elementos que constituyen el objeto de las presentes especificaciones, de acuerdo con los presentes Especificaciones Técnicas, incluyendo el suministro de accesorios, piezas de repuesto, herramientas y equipos de pruebas y de mantenimiento.

3.03 MATERIALES Y EQUIPOS.

A. Todos los materiales, partes y equipos a ser empleados para la ejecución de los trabajos deberán ser de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones, de fabricación reciente, nuevos y apropiados para el uso a que se les destine y donde se especifique, deberán ser de los grados y clasificaciones designadas, o equivalentes aprobados. Deberá tenerse especial cuidado en suministrar materiales y equipos de alta confiabilidad, larga duración, con amplios factores de seguridad y características de operación apropiadas. Todos los materiales, partes y equipos deberán ser productos de fabricantes reconocidos. EL CONTRATISTA deberá suministrar a CORPOELEC, para su aprobación, los nombres de los fabricantes junto con la información completa relativa a sus productos, los cuales se propone incorporar en la Obra. Se podrán utilizar materiales que no estén indicados en estas Especificaciones, siempre y cuando su uso y esfuerzos máximos de diseño, establecidos y documentados por EL CONTRATISTA, sean aprobados por CORPOELEC. Las especificaciones de los materiales, incluyendo grado y clasificación, deberán ser indicadas en los Planos de detalles que presente EL CONTRATISTA para revisión. Cuando se vayan a usar especificaciones equivalentes de materiales y/o equipos se someterá a aprobación de CORPOELEC los detalles y las especificaciones completas, incluyendo lista de materiales y/o equipos, las equivalentes con las Normas especificadas y la identificación de los componentes del equipo para los cuales serán utilizados. Cuando se ordene, deberán someterse muestras de los materiales a la aprobación de CORPOELEC.

B. La Oferta deberá presentar las especificaciones técnicas detalladas de los materiales autolubricantes propuestos para ser empleado en cada uno de los equipos, incluyendo las propiedades mecánicas, estimación de la vida útil basada en pruebas y experiencia en los prototipos, así como los datos históricos pertinentes, mostrando no menos de diez (10) años de servicio satisfactorio en turbinas hidráulicas y equipo de compuertas hidráulicas según sea aplicable.

C. A menos que se especifique de otra manera, los materiales y equipos a emplearse, deberán tener propiedades y características equivalentes o mejores que las requeridas en las ediciones más recientes de las normas y publicaciones especificadas a continuación:

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
1	Conductores de Aluminio	ASTM B317, "Specification for Aluminum - Alloy Extruded Bar, Rod, Pipe, and Structural Shapes for Electrical Purposes (Bus Conductors)", Aleación 6101 de Alta Conductividad. ASTM B236, "Specification for Aluminum Bars for Electrical Purposes (Bus Bars).
2	Conductores de Cobre	ASTM B48, "Specification for Soft Rectangular and Square Bars Copper Wire for Electrical Conductors", Tipo B. ASTM B187, "Specification for Copper Bar, Bus Bar, Rod and Shapes". ASTM B188, "Specification for Seamless Copper Bus Pipe and Tube".
3	Cubiertas de Aluminio	ASTM B241/B241M, "Specification for Aluminum and Aluminum - Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube", Aleación de Alta Resistencia Mecánica y Alta Conductividad, 6063-T6. Aluminio para Uso Eléctrico 1350 (EC; UNS 91350) de Alta Pureza (99,5%) y Alta Conductividad.
4	Aluminio Estructural	ASTM B308, "Specification for Aluminum - Alloy 6061-T6 Standard Structural Profiles".
5	Fundiciones de Acero al Carbono	ASTM A 27/ A27M, "Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application". Grado 70 - 36, y Grado 70 - 40.
6	Fundiciones de Acero de Baja Aleación	ASTM A148/ A148M, "Specification for Steel Castings, High - Strength, for Structural Purposes", Grado 80 - 50.
7	Fundiciones de Acero Resistente a la Corrosión	ASTM 743/A743M, "Specification for Castings, Iron – Chromium - Nickel, Nickel Base Corrosion - Resistant, for General Application", Grado CA -15, Grado CF- 8 y Grado CA - 6NM. ASTM A744/A744M, "Specification for Castings, Iron - Chromium - Nickel, and Nickel Base, Corrosion - Resistant, for Severe Service". Grado CF- 8.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
8	Planchas de Acero Resistentes a la Corrosión	ASTM A167, "Specification for Stainless and Heat - Resisting Chromium - Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip". ASTM A176, "Specification for Stainless and Heat -Resisting Chromium, Steel Plate, Sheet, and Strip". ASTM A240/A240M, "Specification for Heat - Resisting Chromium and Chromium - Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels".Tipos 304, 309, 316, 405 y 410.
9	Barras de Acero al Carbono	ASTM A 108, "Specification for Steel, Bars, Carbon, Cold - Finished, Standard Quality", Grado 1050.
10	Barras de Aleación de Acero	ASTM A331, "Specification for Steel Bars, Alloy, Cold - Finished", Grado 4140.
11	Barras de Acero Resistente a la Corrosión	ASTM A582/A582M, "Specification for Free - Machining Stainless Steel Bars", Tipo 303 y Tipo 416. ASTM A276, "Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes", Tipos Series 300 y 400.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
12	Acero Estructural y para Soportes	ASTM A36/A36M, "Specification for Carbon Structural Steel".
13	Acero Eléctrico	ASTM A345, "Specification for Flat – Rolled Electrical Steels for Magnetic Applications".
14	Acero para Núcleos	ASTM A876, "Specifications for Flat – Rolled, Grain - Oriented, Silicon Iron Electrical Steel, Fully Processed ".
15	Plancha de Aleación Níquel -Cobre	ASTM B127, "Specification for Nickel - Copper Alloy (UNS No. 4400) Plate, Sheet, and Strip".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
16	Fundiciones de Hierro	ASTM A48/A48M, "Specification for Gray Iron Castings", Clase 30
17	Bridas y Accesorios de Hierro Fundido	ANSI A 126, ASME B 16.1.
18	Forjas de Acero al Carbono y de Aleación de Acero	ASTM A668/A668M, "Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use", Clases D y E para acero al carbono y Clases D y H, o superior, para aleación de acero.
19	Forjas de Acero al Carbono (para bridas, accesorios, etc.)	ASTM A181/A181M, "Specification for Forgings, Carbon Steel, for General -Purpose Piping",Clase 60 y Clase 70

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
20	Forjas de Acero Resistente a la Corrosión Endurecido.	SEW 400, 1.4313 V3 (X4CrNi13.3) ó X5CrNi13.4; ó ASTM A705 "Specification for Age – Hardening Stainless and Heat Resisting Steel Forging, tipo 630, ó ASTM A565, "Specification for Martensitic Stainless Steel Bars, Forging and ForgingStock High Temperature Service; ó ASTM A473, "Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Forging", tipo serie 400.
21	Planchas de Acero al Carbono y Acero Estructural (para partes sometidas a esfuerzos bajos)	ASTM A283/A283M, "Specification for low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates, Shapes and Bars".(Planchas de 50 mm o menos de espesor), Grado A y Grado B. ASTM A36/A36M, "Specification for Structural Steel".
22	Planchas de Acero al Carbono (para partes que soportan esfuerzos significativos)	ASTM A285/A285M, "Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Low and Intermediate - Tensile Strength". (Planchas de 50 mm o menos de espesor), Grados B y C.
23	Planchas de Acero de Resistencia Intermedia (para partes sometidas a esfuerzos significativos donde se requieran juntas soldadas en Sitio). t ≤ 200 mm	ASTM A516/A516M, "Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate and Lower-Temperature Service", Grado 60 ó mejor excepto que todas las planchas más gruesas de 25 mm (1") deberán ser normalizadas para obtener refinamiento de grano.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
24	Planchas de Acero de Alta Resistencia (para partes sometidas a esfuerzos altos que no requieran juntas soldadas en Sitio). t ≤ 150 mm	ASTM A517/A517M, "Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, High - Strength, Quenched and Tempered".
25	Elementos de Suspensión y Soportes	Los colgadores y soportes deberán ser productos estándar a usarse en combinación con soportes de acero estructural fabricados en Sitio.
26	Fundiciones de Bronce	ASTM B584, "Specification for Copper Alloy Sand Castings for General Applications", Aleación de Cobre UNS Nos. C90300 y C92300.
27	Bronce (para pernos, espárragos y tuercas de bronce)	ASTM B21, "Specification for Naval Brass Rod, Bar, and Shapes" Aleación de Cobre UNS No. C46400.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
28	Bronce (para cojinetes, placas de asiento, etc.)	ASTM B584, "Specification for Copper Alloy Sand Castings for General Applications", Aleaciones UNS Nos. C93200 y C93700.
29	Tubos de Bronce	ASTM B43, "Specification for Seamless Red Brass Pipe, Standard Sizes", Aleación de Cobre UNS No. C23000.
30	Tubos de Cobre	ASTM B42, "Specification for Seamless Copper Pipe, Standard Sizes". ASTM B88/B88M, "Specification for Seamless Copper Water Tube", Tipo K.
31	Bridas y Accesorios de Bronce	ANSI B16.26, ANSI B16.18, ANSI B16.22.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
32	Tubería de Aluminio	ASTM B241/B241M, "Specification for Aluminum and Aluminum - Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube".
33	Tubos de Acero Inoxidable	ASTM A312/A312M, "Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipe". ANSI B36.19, "Stainless Steel Pipe", sin costura, Grado TP316N.
34	Tubería de Titanio	ASTM B338, "Specification for Seamless and Welded Titanium and Titanium - Alloy Tubes for Condensers and Heat Exchangers". Grado 2.
35	Tubos de Acero	ASTM A53, "Specification for Pipe, Steel, Black and hot Dipped, Zinc - Coated Welded and Seamless", Grado B, sin costura. ASTM A106, "Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High - Temperature Service". ASTM A120, "Specification for Pipe, Steel, Black and Hot – Dipped Zinc - Coated (Galvanized) Welded and Seamless, for Ordinary Uses".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
36	Bridas para Tubos de Acero y Accesorios con Bridas	ANSI B16.5 "Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings". ANSI/ASME B16.9, "Factory - Made Wrought Steel Buttwelding Fittings". ASTM 105, ASME B 16.5. Acabado 125 – 250. AARH. ASTM A 234, ASME 16.9
37	Conduit Metálico Rígido	ANSI C80.1, "Specification for Rigid Steel Conduit, Zinc Coated", galvanizado en baño caliente.
38	Conduit Metálico Rígido No Magnético	ANSI C80.5, "Specification for Rigid Aluminum Conduit".
39	Accesorios para Conduit Metálico	ANSI /UL 514B, "Fittings for Conduit and Outlet Boxes". ANSI C80.4 "Fittings for Rigid Metal Conduit and Electrical Metallic Tubing". US Fed. Spec. WW-C-581d, "Conduit, Metal Rigid; and Coupling, Elbow, and Nipple, Electrical Conduit: Zinc Coated" NEMA Publication No. FB-1, "Standard for Conduit Fitting, Cable Fitting and Accessories".

MATERIALES	ESPECIFICACIONES
40 Conduit Metálico Flexible	UL No. 1, "Flexible Steel Conduit".
41 Cables de Alambre de Acero	U.S. Fed. Spec. RR-W-410 C, "Wire Rope and Strand", IWRC, Arrollado regular, Tipo 1, Clase 2 y Clase 3.
42 Tubería de Latón	ANSI/ASME B16.15, "Cast Bronze Threaded Fittings, Classes 125 and 250".
43 Anclajes de Expansión	Anclaje de Expansión Tipo HAD o HST, de Acero Inoxidable.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
44	Alambres y Cables Aislados	ANSI/NFPA 70, "National Electrical Code" (NEC), Tipos XHHW, RHW, THW y SIS. ICEA S-66-524/NEMA WC 7, "Cross Linked Thermosetting Polyethylene Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy". ICEA S-68-516/NEMA WC 8, "Ethylene - Propylene Rubber - Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy". ICEA S-61-402/NEMA WC 5, "Thermoplastic - Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy".
45	Metal para Soldadura Fuerte	ANSI/AWS A 5.8, "Specification for Brazing Filler Metal".
46	Electrodos de Soldadura	AWS A 5.1, "Specification for Carbon Steel Covered Arc - Welding Electrodes".
47	Metal Fuerte para Soldaduras	ANSI/AWS A5.8 "Specification for Brazing Filler Metal"

MATERIALES	ESPECIFICACIONES
48 Gas SF6	ASTM D2472, "Specification for Sulfur Hexafluoride". IEC 60376, "Specification and Acceptance of New Sulphur Hexafloride". IEC 60480, "Guide to the Checking of Sulphur Hexafluoride (SF6) Taken from Electrical Equipment".
49 Revestimiento de Zinc	ASTM A123/A123M, "Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron Steel Products". ASTM A153/A153M, "Specification for Zinc Coating (Hot - Dip) on Iron and Steel Hardware". ASTM A239, "Test Method for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles by the Preece Test (Copper Sulfate Dip)".
50 Cromado	ASTM B177, "Standard Practice for Chromium Electroplating on Steel for Engineering on Steel for Engineering Use".
51 Ruedas	ASTM A504, "Specification for Wrought Carbon Steel Wheels", Clase CR, (rim treated).

MATERIALES	ESPECIFICACIONES
52 Relleno Epóxico	Resina epóxica anti retractiva o similar
53 Arandelas de Sello	Enchapadas con cadmio, con elementos de sello de neopreno.
54 Revestimiento de Zinc	ASTM A123/A123M, "Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron Steel Products". ASTM A153/A153M, "Specification for Zinc Coating (Hot - Dip) on Iron and Steel Hardware". ASTM A239, "Test Method for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles by the Preece Test (Copper Sulfate Dip)".
55 Juntas Tóricas de Sello ("O" Ring)	Mezcla vulcanizada de goma sintética, utilizando neopreno o nitrilo como el único polímero resistente al calor, al aceite y al ozono. En caso de exposición a la luz solar no utilizar nitrilo. Dureza 55 $\pm$ 5 en durómetro shore "A".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
56	Bujes, Tiras y Arandelas Permanentemente Autolubricadas con el coeficiente de Fricción nominal menor de 0,15	ASTM-B 22, "Specification for Bronce Casting for Briges and Turntables", Alloy 863, con insertos autolubricantes; o un compuesto bimetalico fabricado mediante el sinderizado a presión del cobre sobre acero inoxidable a alta temperatura, impregnados de teflón de alta calidad de lubricación; o fabricados de fibras sintéticas impregnadas de teflón de alta calidad de lubricación., de los tipos aprobados por CORPOELEC.
57	Espárragos, Pernos y Tuercas de Acero al Carbono	ASTM – A193, Gr. B7; ASTM 194 Gr. 2H; ASTM A307, "Specification for Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners"; ASTM A325 "Specification for High – Strength Bolts for Structural Steel Joints" y ASTM A490 "Specification for Heat – Treated Steel Structural Bolts, 150 ksi (1035 MPas) Tensile Strength" .
58	Acero Resistente a la Corrosión para uso General, para Barras, Tuercas, Arandelas, etc.	ASTM A276, "Specification for Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes", Tipo Serie 300 Austenítico, o ASTM A240/A240M, "Specification for Heat - Resisting Chromium and Chromium - Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels".Tipo Serie 300 Austenítico.
59	Motores	NEMA MG 1, "Standards for Motors and Generators".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
60	Conmutadores, Relés de Control, Contactores, Arrancadores, Botoneras, Interruptores de Límite de Presión, de Nivel y de Temperatura y otros dispositivos de control	NEMA ICS 1,"General Standards for Industrial Control and Systems". NEMA ICS 2, "Standard for Industrial Control Devices, Controllers and Assemblies".
61	Sistemas de Control, Incluyendo Controladores Programables	NEMA ICS 3, "Industrial Systems"; IEC 61131 " Programmable Controllers"; IEC 61000-4-6 " Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 4: Testing and Measurements Techniques – Section 6 – Immunity to Conducted Disturbances, Induced by Radio Frecuency Fields". NEMA ICS 5 "Industrial Control and Systems Control – Circuit and Pilot Devices"
62	Sistemas de Control	ISA Standard RP55.1 "Hardware Testing of Digital Process Computers". ISA Standard RP60.6 "Nameplates, Labels and Tags for Control Centers". ISA Standard RP5.1 "Instrument Symbols for Process Displays". ISA Standard S5.3 "Graphic Symbols for Distributed Control-Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems". ISA S5.5 "Graphic Symbols for Process Displays". ISA SP50 "Field Bus". IEEE C37.1 "Standard Definition, Specification, and Analysis of Systems Used for Supervisory Control, Data Adquisition, and Automation Control" UIT "International Telecommunications Union" IEEE, Standard 1046 "Application guide for Distributed Digital Control and Monitoring for Power Plants".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
		IEEE, Standard 1249 "Guide for Computer-Based Control for Hydroelectric Power Plant Automation". IEEE, Standard 1010 "Guide for Control of Hydroelectric Power Plant". ISO 11064 "Ergonomic Design of Control Centres"
63	Módulos de Entradas y Salidas, Relés, Equipos del Sistema de Control	IEEE C37.90 "Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electrical Power Apparatus". IEEE, Standard C37.90.1 "Surge Withstand Capability (SWC), Test for protective Relays and Relays Systems".
64	Borneras, Bloques Terminales	NEMA ICS 4 "Terminal Blocks for Industrial Control Equipment and Systems".
65	Gabinetes y Cubículos de Equipos	IIEC 60529, "Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)". COVENIN 540: 1998, "Grados de Protección Proporcionados por las Envolventes (Cajas y Gabinetes) Utilizados en Media y Baja Tensión (Código IP)". NEMA ICS 6, "Enclosures for Industrial Controls and Systems". NEMA 250 "Enclosure for Electrical Equipment". IEEE, Standard C37.21 "Standard for Control Switchboards". NEMA PB1 "Panel Boards".

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
66	Interruptores en Aire	NEMA AB 1, "Molded Case Circuit Breakers".
67	Instrumentos Indicadores	ANSI C39.1, "Requirements for Electrical Analog Indicating Instruments".
68	Tanques y Recipientes Metálicos Sometidos a Presión	ASME "Boiler and Pressure Vessel Code", Sección VIII, División 1.
69	Grasas Lubricantes	Tipo Industrial, Clase EP-2, fabricada por empresas venezolanas reconocidas.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
70	Revestimiento de Cromo Duro para Vástago de Servomotores y Gatos.	ASTM B 177, "Standard Practice for Chromiun Electroplating on Steel for Engineering Use". El espesor mínimo de la capa de cromo deberá ser de 0,08 milímetros después del maquinado. El revestimiento de cromo deberá ser realizado en dos (2) etapas. El espesor de cada capa no deberá exceder de 0,05 milímetros.
71	Sellos de goma para las compuertas	Moldeados de material compuesto de goma natural o de un copolímero de butadeno y estireno, o una mezcla de ambos. El compuesto debrá contener no meno de un 70 % por volumen del polímero básico y el resto deberá consistir de negro de carbón de refuerzo, oxido de zinc, aceleradores, antioxidantes, agentes vulcanizadores y plastificantes. Dureza 65 ± 5 en durómetro shore "A".
72	Sellos de goma con revestimiento de fluorocarburo para las compuertas	Los sellos de goma deberán ser conforme a lo antes señalado, con una lámina de fluorocarburo de 1,5 mm de grosor adherida firmemente a la goma, en la superficie de sellado. La adherencia entre la lámina de fluorocarburo y la superficie de goma no deberá ser afectada por el calor, ni los rayos ultravioleta.
73	Tuberías bridas y accesorios de PVC	ASTM D1784, tipo IV, Gr 1, clase 150 #, Sch. 80, según AWWA C900.

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
74	Empaquetaduras metálicas	no ANSI B16.21, "Non Metallic Gasket for Pipes Flanges"
75	Comunicación de Equipos	IEEE Standard 488.1 "Digital Interface for Programmable Instrumentation". IEEE 802.3 "Standard for Information Technology. Telecommunications and Information Exchange Between Systems. Local and Metropolitan Area Networks Specific Requeriments. Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications" EIA Standard RS232-C "Interface Between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange". EIA Standard RS422 "Electrical Characteristics of Balance Voltage Digital Interface Circuits". EIA RS485 Standard DNP "Distributed Network Protocol Standard" Profibus Standard (IEC 61158 Type 3) Fieldbus Foundation (IEC 61158 Type 5) ICCP "Inter-Control Center Communication Protocol Standard" IEEE 802.3 "Ethernet Standard" DeviceNet "Open Network Standard" LonWorks "Standard for Control Networking" Modbus Standard IEC 60870-5-101 "Companion Standard for Basic Telecontrol Tasks" IEC 60870-5-102 "Companion Standard for the Transmission of Integrated Totals in Electric" IEC 60870-5-103 "Companion Standard for the Information Interface of Protection Equipment"

	MATERIALES	ESPECIFICACIONES
		IEC 60870-5-104 "Network Access for IEC 60870-5-101 using Standard Transport Profiles" IEC 61850 "Communication Networks and Systems in Substations" UIT-T Standards V.24; V35 y G703IEC 60870-5-103 "Companion Standard for the Information Interface of Protection Equipment"
76	Sistema de Control, Relés de Protección	IEC 1000-4-1 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 1 Overview of Immunity Tests". IEC 1000-4-2 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 2 Electrostatic Discharge Immunity Tests". IEC 1000-4-3 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 3 Radiated Electrostatic Discharge Immunity Tests". IEC 1000-4-4 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 4 Electrical Fast Transient Immunity Tests". IEC 1000-4-5 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 5 Surge Immunity Tests". IEC 1000-4-6 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 6 Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields". IEEE Std C37.90.2 (IEC 1000-4-3) "Standard for Withstand Capability of Relay Systems to Radiated Electromagnetic Interference from

Transceivers"
IEC 1000-4-11 "Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4: Testing and Measurements Techniques - Section 11 Voltage Dips, Short Interruptions and Voltage Variations Immunity Tests"

D) Los pernos y tornillos sujetos a la inmersión en agua deberán ser de acero inoxidable martensítico con tuercas de acero inoxidable austenítico. Los alambres, cupillas, pasadores partidos o planchas de seguro, usados para asegurar pernos, tuercas, o tornillos que están permanentemente o que puedan estar temporalmente sumergidos, deberán ser de acero inoxidable.

E) Todas las piezas, componentes, dispositivos y equipos utilizados para el mismo servicio o servicio similar, deberán ser de la misma marca y tipo, y deberán ser intercambiables cuando sean de la misma capacidad.

F) Cuando dos (2) o más piezas vayan a ser unidas mediante soldadura, se deberán utilizar solamente electrodos con material de aporte que sea compatible desde los puntos de vista metalúrgico y dimensional con los materiales a ser unidos y con un procedimiento para soldar aprobado. Cuando se vaya a soldar acero inoxidable con acero inoxidable o con acero al carbono los electrodos para soldar deberán ser de acero inoxidable.

G) En general, se deberán utilizar conduits metálicos rígidos. Únicamente, se podrán usar conduits metálicos flexibles en tramos cortos y para la conexión terminal a los equipos. Los conduits flexibles deberán ser a prueba de líquidos.

H) El acero estructural utilizado para soportes expuestos, incluyendo pernos, tuercas y arandelas, deberá galvanizarse por inmersión en caliente después de la fabricación. Las tuercas podrán ser roscadas después de la galvanización para obtener roscas limpias, pero los pernos no deberán roscarse después de ser galvanizados.

I) Todo el aislamiento eléctrico, paneles o espaciadores de fibra, madera y otros materiales que puedan dañarse por hongos y otros parásitos, deberán cubrirse con un compuesto contra hongos.

J) No se permitirá el uso de productos que contengan asbesto, incluyendo piezas tales como empaquetaduras, mezclas de pastas para zapatas o pastillas frenos y sellos, donde la pieza está envuelta o las fibras de asbesto están impregnadas con material conglomerante. Tampoco se permitirá el uso de pinturas con contenido de plomo.

K) Todas las tuberías que circunstancialmente estén sumergidas o expuestas a la intemperie deberán ser de acero resistente a la corrosión, incluyendo sus herrajes y bridas.

L) Cuando sea necesario suministrar cojinetes o articulaciones (tales como bisagras, cojinetes de poleas, o superficies deslizantes que están sujetas a inmersión en agua, estas deberán tener bujes autolubricados libres de mantenimiento apareados en superficies de acero inoxidable.

M) En caso de contradicción o discrepancias con cualquiera de las Normas mencionadas anteriormente, siempre privará la especificación de CORPOELEC.

3.04 PRUEBAS DE LOS MATERIALES.

A. Generalidades. Todos los materiales o piezas que se usen en los equipos deberán ser probados, a menos que se ordene de otra manera, de acuerdo con los métodos aplicables descritos en las normas especificadas o cualquier otra norma aprobada, y en general, de acuerdo con los mejores métodos comerciales. Las planchas con espesor de 10 mm o mayor deberán ser sometidas a examen ultrasónico de acuerdo con la Norma ASTM A578/A578M, "Specification for Straight - Beam Ultrasonic Examination of Plain and Clad Steel Plates for Special Applications", nivel de aceptación B. Cuando se solicite, las pruebas se deberán hacer en presencia de un representante de CORPOELEC. Se podrán usar materiales de almacén siempre y cuando se presente evidencia de que los mismos cumplen con los requisitos establecidos en las Especificaciones Técnicas del Contrato.

B. Pruebas de Impacto y Flexión. A todos los materiales que conformarán las partes principales se les deberán realizar pruebas de resistencia al impacto utilizando la ranura Charpy "V" y deberán tener una resistencia al impacto no menor de 2,07 kg-m (15 lbs-pie), a O°C. La prueba se hará de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM A370, "Test, Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products" y ASTM E 23 "Test, Methods for Notched Bar Impact Testing for Metallic Materials". En las planchas de acero se deberá efectuar una prueba de impacto tanto transversal como longitudinal para cada colada. Para todas las fundiciones principales y forjas de acero se deberán hacer pruebas de flexión en muestras de acuerdo con la designación ASTM aplicable. La temperatura de transición para ductilidad nula será la temperatura a la cual la

resistencia al impacto sea de 2,07 kg-m (15 lbs-pie). En caso que se utilicen planchas de material del tipo que, de acuerdo con la experiencia, cumpla de manera consistente con los requerimientos de impacto y ductilidad nula aquí estipulados, se podrá eliminar la prueba de impacto de dichas planchas, sujeto a la presentación por parte de EL CONTRATISTA de la evidencia satisfactoria.

C. Materiales Autolubricantes. Los materiales autolubricantes a emplear deberán ser de los aprobados e inspeccionados en su fabricación por CORPOELEC. En caso de utilizar materiales bimetálicos con procesos de fabricación mediante sinderizado, EL CONTRATISTA deberá efectuar pruebas a los fines de verificar la adherencia del compuesto autolubricante con el substrato, que incluirán una verificación al azar de piezas mediante ensayo de doblado (bending test), así como la aplicación en todas las piezas de un examen por ultrasonido en los puntos que así lo determine CORPOELEC, en caso de encontrarse discontinuidades en algunos de los puntos evaluados la pieza será rechazada. En caso del empleo de materiales autolubricantes fabricados con materiales sintéticos deberá comprobarse que los mismos sean inmunes a la adsorción de agua.

D. Certificados de Pruebas. Deberán suministrarse a CORPOELEC copias certificadas de los informes de prueba, en triplicado, tan pronto como las pruebas se hayan realizado. En los certificados de prueba se deberá identificar la pieza para la cual se usará el material probado y se deberá incluir toda la información necesaria para determinar que el material cumple con las Especificaciones Técnicas del Contrato.

3.05 REQUISITOS PARA EL DISEÑO.

A) **Generalidades.** Estas especificaciones requieren un diseño robusto del conjunto turbina – generador, que pueda soportar con seguridad la velocidad máxima de embalamiento por no menos de treinta (30) minutos, sin sufrir daños o reducir la durabilidad y vida útil de la Unidad. EL CONTRATISTA deberá ejecutar el análisis de las características vibratorias de los elementos de la Unidad, considerando el aumento de los factores de carga especificado para los componentes principales. Se deberán determinar las frecuencias vibratorias naturales de los componentes principales de la Unidad y compararlas con las frecuencias inducidas para comprobar, que existe una separación adecuada para evitar las resonancias. También son mandatorios la alineación de ejes combinados y el balanceo de las partes rotatorias de la Unidad.

B) **Agua de Enfriamiento.** Para todos los sistemas de agua de enfriamiento el aumento de la temperatura del agua deberá ser no mayor de 5°.

C) **Esfuerzos de Trabajo**. Los esfuerzos unitarios máximos permisibles de los materiales utilizados para las distintas partes y piezas de los equipos, deberán estar acordes a los señalados en estas Especificaciones Técnicas. No obstante, EL CONTRATISTA tendrá la responsabilidad por un diseño basado en los factores de seguridad comprobados en la práctica y deberá emplear esfuerzos unitarios menores donde sea necesario o aconsejable, o donde la deflexión sea el factor predominante de diseño. En el diseño deberán controlarse y limitarse las deflexiones de las partes críticas, para condiciones de carga normal, sobrecarga y carga extrema de tal manera, que las holguras críticas entre partes fijas y rotantes se mantengan, sea cual fuese el nivel de esfuerzos.

D) **Esfuerzos Unitarios Máximos Permisibles**. Consistentemente se deberán utilizar factores de seguridad amplios, particularmente en el diseño de piezas sujetas a esfuerzos alternos, vibración, impacto o choque. El diseño de los equipos deberá considerar como condición de sobrecarga temporal, una carga sísmica igual a 0,166 g de aceleración horizontal y 0,11 g de aceleración vertical. Los esfuerzos en los materiales bajo las condiciones más severas de carga esperada en la operación normal no podrán exceder los valores indicados más adelante. Los esfuerzos cortantes máximos en piezas de hierro fundido no podrán exceder de 210 kg/cm2. Los esfuerzos cortantes máximos en otros materiales ferrosos no deberán exceder el 60% de los esfuerzos máximos permisibles en tensión, exceptuando los máximos esfuerzos cortantes por torsión en los ejes principales y en los vástagos de las paletas directrices de la turbina, los cuales no deberán exceder el 50% del máximo esfuerzo permisible a la tensión. En casos de sobrecarga temporal, incluyendo la causada por la actividad sísmica, los esfuerzos unitarios no podrán ser mayores que el 50% del límite de fluencia del material. Los esfuerzos de los elementos post-tensados en conexiones de acoplamiento, no deberán exceder el 80% de tensión en el punto de fluencia. Los esfuerzos de diseño de los materiales elegidos por EL CONTRATISTA que no se listan en estas Especificaciones Técnicas deberán ser presentados, juntos con la normas y demás detallas correspondientes, para la revisión y aceptación por CORPOELEC. Los componentes sometidos a presión, diseñados y fabricados de acuerdo con la Norma ASME, Sección VIII, División 1, podrán tener los esfuerzos unitarios permitidos por dicha Norma. CORPOELEC podrá aceptar el uso de otros materiales y normas de diseño, siempre que el esfuerzo máximo en tensión o compresión no exceda a un tercio (1/3) el límite de fluencia ni un quinto (1/5) de la resistencia a la ruptura. En condiciones de cargas extremas correspondientes a la máxima velocidad de embalamiento o bajo condiciones de prueba hidrostática, los esfuerzos no deberán exceder los dos tercios (2/3) del límite de fluencia. Los esfuerzos en las paletas directrices y en los componentes del mecanismo de su operación, no deberán exceder los dos tercios (2/3) del límite de fluencia, ni de un tercio (1/3) en el punto de ruptura de los pasadores de seguridad.

Material	Esfuerzos máximos permisibles en	
	Tensión	Compresión
Fundición de Hierro Gris	1/10 R.R.T.	700 kg/cm^2
Fundición de Acero al Carbono y Fundición de Aleación de Acero	Lo menor de 1/5 R.R.T ó 1/3 T.P.F.	Lo menor de 1/5 R.R.T ó 1/3 T.P.F.
Forjas de Acero al Carbono	1/3 T.P.F.	1/3 T.P.F.
Planchas de Acero al Carbono	1/4 R.R.T.	1/4 R.R.T.
Planchas de Acero de Alta Resistencia para piezas sometidas a esfuerzos significativos	1/3 T.P.F.	1/3 T.P.F.

R.R.T. = Resistencia a la Ruptura en Tensión
T.P.F. = Tensión en el Punto de Fluencia.

E) **Intensidad de los Esfuerzos Máximos Admisibles.** Para diseños ejecutados mediante análisis sustancialmente detallado, como el método de elementos finitos, la intensidad de los esfuerzos máximos admisibles generales de membrana, esfuerzos locales de membrana, esfuerzos de flexión, esfuerzos secundarios de membrana combinados con locales y de flexión, deberán cumplir con los lineamientos del Código ASME, Sección VIII, Div.2, reducidos en un 20%.

Se deberán utilizar los esfuerzos admisibles correspondientes a la combinación de los esfuerzos que estén actuando en el componente. Para los casos donde exista concentración de esfuerzos, se deberá realizar un análisis de fatiga de acuerdo a los requerimientos del ASME, Sección VIII, División 2. Se deberá indicar la precisión del análisis para los cálculos de concentración de esfuerzos.

La intensidad de los esfuerzos máximos admisibles se indica en la siguiente tabla:

Clasificación de Esfuerzos		Carga Normal	Sobrecarga *	Carga Extrema **	Carga Excesiva ***
Categoría	Primario de Membrana, P_m	$P_m \leq 0.8^* S_m$	$P_m \leq 0.9^* S_m$	$P_m \leq S_m$	$P_m \leq 1.5^* S_m$
	Membrana Local, P_L	$P_L \leq 1.2^* S_m$	$P_L \leq 1.1^* S_m$	$P_L \leq 1.5^* S_m$	$P_L \leq 1.75^* S_m$
	Flexión $P_b + P_L$	$P_b + P_L \leq 1.4^* S_m$	$P_b + P_L \leq 1.5^* S_m$	$Pb + PL \leq 1.6^* S_m$	$Pb + PL \leq 1.9^* S_m$
	Segundario de Membrana,+ Pb +PL	N/L	N/L	$Pb+PL+Q \leq 2^* S_m$	$Pb+PL+Q \leq 2.5^* S_m$

* Carga normal más cargas sísmicas
** Embalamiento, esfuerzos en punto de rotura de pasadores rompibles y en pruebas hidrostáticas
*** Corto cirquito de 50% de polos del rotor

La clasificación de los tipos de esfuerzos deberá ser claramente indicada, junto con la intensidad de los esfuerzos admisibles que sean aplicables para cada tipo de material utilizado. Se deberán suministrar mapas de esfuerzos a colores, que muestren los resultados del análisis por elementos finitos, con los esfuerzos máximos indicados también en forma numérica, para facilitar su interpretación y comprobar la conformidad con las Especificaciones Técnicas. Adicionalmente a los mapas de esfuerzos a colores, se deberán tabular los altos esfuerzos principales.

Los requisitos de inspección de aquellos componente diseñados en base a los requerimientos de ASME, Sección VIII, División 2, reducidos en un 20 %, deberán cumplir con los requerimientos de la misma norma.

F) Rigidez.

1. **Generalidades.** Además de verificar los niveles de esfuerzos de todos los componentes de la turbina y del generador, EL CONTRATISTA también deberá realizar los análisis que sean necesarios, incluyendo estudios por el método de elementos finitos de los componentes críticos, para comprobar que su rigidez e integridad estructural satisfacen los requisitos de estas Especificaciones y que la Unidad funcionará satisfactoriamente bajo cualquiera de las condiciones de operación especificadas, incluyendo la velocidad máxima de embalamiento. Las deflexiones calculadas deberán ser compatibles con las tolerancias mínima o máxima según sea el caso. Se deberán usar factores de amplificación de las cargas en los cálculos de deflexión, para proveer un margen de seguridad adicional y un diseño más robusto. Se deberán superponer las cargas que actúan simultáneamente para aproximar, desde el punto de vista de seguridad, las condiciones más severa

de operación. También se deberá comprobar el efecto combinado en todos los componentes que actúan juntos, cuando la carga ejercida directamente sobre un componente es transmitida a los otros componentes.

2. **Factores de Amplificación.** Las cargas que actúan sobre los diferentes componentes deberán multiplicarse por los factores de amplificación, determinados en las Especificaciones Técnicas de la turbina y del generador.

3. **Vibraciones.**

   a) Generalidades. EL CONTRATISTA deberá realizar un análisis dinámico por computador de las características vibratorias de las unidades turbogeneradoras de cada Grupo, determinando el espectro de frecuencias y las amplitudes hidráulica, mecánica y eléctricas de las vibraciones que se originan en la turbina y el generador (vibraciones inducidas), la transmisibilidad de estas vibraciones y su efecto sobre los otros componentes de la Unidad turbogeneradora. La determinación de las correspondientes velocidades críticas se basará en la utilización de coeficientes de resorte representativos del diseño y calculados conservadoramente.

   b) **Coordinación del Diseño.** EL CONTRATISTA deberá determinar las frecuencias naturales de todos los componentes da las máquinas, coordinar el diseño de la turbina y del generador de cada Grupo en todas sus etapas y deberá revisar las características vibratorias de la Unidad desde el comienzo del diseño, para asegurar que la resonancia entre las vibraciones inducidas y las frecuencias naturales de los componentes está prevenida con amplia seguridad. EL CONTRATISTA deberá asegurar que no existen resonancia entre las frecuencias inducidas y las naturales y deberá presentar a CORPOELEC un reporte sobre el comportamiento dinámico de las Unidades de cada Grupo, confirmando que la posibilidad de acercamiento a la condición de resonancia no existe e indicando los márgenes de seguridad correspondientes.

   c) **Fatiga.** A los componentes de Unidades de cada Grupo sujetos a cargas dinámicas deberán ser verificados contra fatiga, y deberán ser diseñados para una vida útil mínima de 50 años. Las curvas de fatiga para los materiales de los componentes en consideración deberán ser curvas reconocidas y usadas internacionalmente, que también incluyan el efecto de corrosión - fatiga. En caso de falta de curvas correspondientes, EL CONTRATISTA deberá realizar las pruebas de fatiga, las cuales deberán ser ejecutadas en ambiente húmedo para simular los efectos de corrosión y con probetas de la misma configuración de estructura metálica y la aplicación de cargas correspondientes al componente involucrado. El rango de estiramiento equivalente deberá ser ajustado, considerando el

nivel promedio de los esfuerzos. Los daños acumulativos equivalentes deberán ser calculados según los requisitos de ASME Sección VIII, División 2 y el rango de esfuerzos o estiramientos deberá ser el 60% del límite de la curva.

Para el diseño de las turbinas y los generadores, se deberán considerar las siguientes condiciones:

Vida útil:	50 años
Arranques y paradas:	2 por día = 36.500
Embalamiento a velocidad máxima, con las compuertas de toma funcionando.	1 por año
Cambio de potencia entre 100 y 50%:	12 veces por día = 218.000
Operación diaria: – A plena carga: – A 50% de carga:	 10 horas/día = 182.500 horas 8 horas/día = 146.000 horas
Ruptura de los pasadores rompibles:	5/año = 250
Apriete de paletas directrices:	2/ día = 36.500
Rechazo de carga:	300
Embalamiento sostenido con velocidad máxima:	1 (30 minutos)

3.06 MANO DE OBRA, CALIBRADORES Y PLANTILLAS.

A. Generalidades. Todo trabajo deberá ejecutarse y acabarse con esmero profesional, siguiendo las mejores prácticas modernas en el diseño y fabricación de los tipos de equipos especificados en estos Documentos del Contrato. Todo el trabajo deberá ser realizado por operarios expertos en las profesiones y especialidades relacionadas con el trabajo. Todas las piezas similares y de repuesto deberán diseñarse para lograr la máxima intercambiabilidad posible y deberán ser hechas con precisión, a un calibre normalizado, para facilitar su

reemplazo y reparación. Todos los pernos, tuercas, tornillos, remaches, roscas, tuberías, escalas, engranajes y las medidas o dimensiones mostradas en los Planos deberán ajustarse a normas métricas usuales. EL CONTRATISTA deberá proveer y mantener almacenados por un período no menor de diez (10) años, contados desde la fecha de Aceptación Provisional del último equipo, sin costo para CORPOELEC, suficientes plantillas, calibradores, moldes, patrones y otros registros que le faciliten fabricar piezas de repuesto y efectuar reparaciones. Todos los calibradores y plantillas especiales, necesarias para el montaje en el Sitio pasarán a ser propiedad de CORPOELEC. Los moldes y patrones permanecerán como propiedad de EL CONTRATISTA.

B. Maquinado.

1. **Aspectos Generales.** Se deberá dejar suficiente espesor en todas las partes o piezas que deban maquinarse tanto en la fábrica como en el Sitio, para asegurar un acabado y dimensiones según lo previsto en los planos aprobados. Las superficies de contacto o de asiento deberán tener un acabado liso y plano de modo de asegurar un contacto pleno en dichas superficies. Las superficies deslizantes deberán tener un acabado pulido y todas las demás superficies deberán acabarse lo suficientemente lisas y precisas para asegurar su adecuada operación cuando sean ensambladas. Ningún maquinado deberá efectuarse sobre las superficies de trabajo de los bujes, tiras o arandelas fabricadas de materiales autolubricantes.

2. **Superficies Acabadas.** Deberán maquinarse todas aquellas superficies que lo requieran para su adecuado funcionamiento, así como las superficies que normalmente deban maquinarse como una buena práctica de taller.

3. **Superficies No Acabadas.** Todo el trabajo deberá ejecutarse de modo de asegurar un ajuste apropiado entre las superficies no acabadas adyacentes. Donde exista una falta ajuste importante entre las superficies no acabadas, estas deberán picarse y esmerilarse para alisarlas o maquinarlas, asegurando el alineamiento adecuado. Las superficies no acabadas deberán ser conforme a las líneas y dimensiones que se muestran en los planos y repicarse o esmerilarse para eliminar partes protuberantes o áreas ásperas. Las superficies de planchas de sellado de acero inoxidable que estarán en contacto con sellos deberán limpiarse completamente hasta obtener una superficie lisa y uniforme.

4. **Perforaciones para Alojamiento de Pasadores.** Las perforaciones para recibir pasadores, pernos de ajuste, pernos escariadores deberán taladrarse lisas, rectas y perpendiculares con relación al plano de acople del elemento, realizando el perforado después que el elemento se haya fijado y asegurado firmemente a su posición.

C. **Contramarcación.** Antes de desmontar piezas y componentes pre-ensamblados en la fábrica o de equipos existentes en el Sitio, EL CONTRATISTA deberá contramarcar claramente las partes o piezas, mediante un método permanente y legible que facilite el reensamblaje y mantenimiento.

D. **Limpieza de Piezas de Equipos a ser Reutilizadas y Almacenamiento.** Las piezas que vayan a ser reutilizadas, luego de los preensamblajes efectuados en la fábrica o del desarmado de los equipos existentes en el Sitio deberán almacenarse en recipientes adecuados y debidamente identificados. Las piezas que requieran recipientes mayores a 3 metros de largo por 1,50 metros de ancho o alto, deberán almacenarse sin recipiente, debidamente identificadas y protegidas contra daños y deterioros. EL CONTRATISTA deberá limpiar toda a grasa, corrosión, aceite y suciedad de las partes removidas o permanentes del equipamiento para que puedan ser inspeccionadas antes de almacenarse. Donde se requiera para la inspección de las partes también se deberá remover la pintura.

E. **Ensamblaje y Reensamblaje.** Antes del ensamblaje y reensamblaje o armado de los equipos, todas las superficies deberán limpiarse cuidadosamente y lubricarse con el aceite o grasa que fuesen aprobados. No se deberán utilizarse solventes, ni grasas en los materiales autolubricados y estos deberán prepararse y limpiarse de acuerdo con las instrucciones de su fabricante.

3.07 SOLDADURA.

A. **Generalidades.** Las soldaduras deberán efectuarse por el método de arco eléctrico, mediante un proceso que impida el contacto del metal fundido con la atmósfera y, en los casos donde sea posible, por medio de máquinas automáticas. Una vez que se haya depositado el metal fundente, se deberán limpiar de escoria con un chorro de perdigones, a menos que se apruebe de otra forma. Las soldaduras deberán ser uniformes, lisas, mostrando buena fusión con el metal base, y deberán estar libres de poros, grietas e inclusiones. Las piezas terminadas con maquinados afectadas por soldaduras y/o alivio de esfuerzos residuales, deberán maquinarse a sus dimensiones finales después de soldarse y luego de haberse efectuado el tratamiento térmico. Las soldaduras a tope de los componentes y recipientes sometidos a presión deberán ser de penetración completa, de acuerdo con las normas ASME. Todas las soldaduras deberán efectuarse de acuerdo con la última revisión del "Structural Welding Code" D1.1 de la AWS. No se permitirá el alivio localizado de esfuerzos para piezas soldadas en la fábrica. En el diseño de las juntas soldadas se deberán considerar factores de eficiencia de las juntas cuando no se realice un examen radiográfico o de ultrasonido completo, de acuerdo a la tabla UW-12 de la Sección VIII, División I del ASME "Boiler and Pressure Vessel Code".

B. **Preparación de Bordes.** Los elementos a ser unidos mediante soldadura eléctrica podrán ser cortados a la forma y tamaño adecuado, usando métodos mecánicos o térmicos, tales como cizallado, torneado, esmerilado, con soplete a gas o arco eléctrico, según sea conveniente. El diseño de las uniones soldadas y la selección del metal de aporte deberán permitir una penetración completa y una fusión homogénea de la soldadura con el metal base. Los bordes de las superficies a ser soldadas deberán ser de metal sano y sin defectos tales como laminaciones o defectos resultantes de las operaciones de corte y además deberán estar libres de herrumbre, aceite, grasa y de otras materias extrañas.

C. **Calificación de Soldadores.** Todas las soldaduras deberán ser efectuadas por soldadores expertos en los métodos a ser utilizados, previamente calificados de acuerdo a las normas mencionadas a continuación. La calificación de los procedimientos de soldadura, máquinas soldadoras, soldadores y operarios de soldadura para todos los trabajos de soldadura de componentes sujetos a presión, incluyendo reparaciones, deberá cumplir con lo estipulado en la Sección IX de la última edición del "Boiler and Pressure Vessel Code" de la ASME. Para soldaduras de partes estructurales y otras piezas sujetas a bajos esfuerzos, la calificación deberá ser la que se estipula en el "Standard Qualification Procedure" del AWS. EL CONTRATISTA deberá proveer las instalaciones, todo el equipo, materiales y otros elementos requeridos para realizar las pruebas de calificación de sus soldadores y operadores de máquinas de soldar.

Cuando le sea solicitado, EL CONTRATISTA deberá presentar los certificados de calificación de sus soldadores. EL CONTRATISTA también deberá suministrar y entregar en el Sitio los materiales para las pruebas de calificación de los soldadores que realizarán las soldaduras en el Sitio. Todos los soldadores y los operarios de equipos de soldadura asignados al trabajo deberán haber pasado durante los seis meses anteriores, una prueba de calificación de soldadores y operadores de equipos para soldar. CORPOELEC se reserva el derecho de exigir la rectificación de cualquier soldador cuando considere que la calidad de su trabajo ha disminuido. Los procedimientos para las pruebas de calificación de los soldadores en el Sitio serán preparados por EL CONTRATISTA y las pruebas de calificación deberán ser presenciadas y aceptadas o rechazadas por CORPOELEC.

D. **Metal Fundente para Soldadura en el Sitio**. EL CONTRATISTA deberá seleccionar los materiales adecuados para todas las soldaduras a ser efectuadas en el Sitio y lo deberá especificar en los procedimientos y Planos correspondientes, junto con el diseño detallado de las juntas a ser soldadas en el Sitio. EL CONTRATISTA deberá suministrar la cantidad requerida de electrodos o alambre fundente para la soldadura de juntas en el Sitio, más un 20% adicional.

E. **Soldadura de Acero Inoxidable en el Sitio.** Los electrodos de acero inoxidable para reparaciones y modificaciones en el Sitio, deberán ser de una aleación austenítica que no necesite tratamiento térmico después de la soldadura.

F. **Soldadura de Aluminio**. Todas las soldaduras de aluminio deberán realizarse por el proceso de arco protegido por gas (MIG) y el trabajo deberá estar libre de poros y grietas y cualquier otro defecto visible. Las planchas a ser unidas mediante soldadura deberán cortarse al tamaño requerido con precisión y deberán formarse por presión a la curvatura deseada, la cual deberá ser continua desde el borde. No se permitirá el aplanamiento en la curvatura a lo largo de los bordes mediante golpes. Las dimensiones y la forma de los bordes a unirse deberán ser tales que permitan una penetración completa. Todos los bordes de las planchas deberán ser formados adecuadamente para conformar con todas las condiciones de soldadura. Deberán realizarse inspecciones visuales de todas las soldaduras y cuando sea posible se deberán efectuar pruebas de resistencia eléctrica para garantizar una soldadura satisfactoria. Todas las soldaduras de las piezas conductoras de electricidad deberán tener igual o mejor conductividad que las piezas soldadas. Las secciones y subconjuntos deberán probarse en fábrica antes de su embarque.

G. **Acabado de las Soldaduras.** En general, las soldaduras deberán ser tratadas de tal forma que presenten buena apariencia y una superficie adecuada para ser pintada. Las soldaduras estructurales deberán ser esmeriladas a ras con el resto del material y dejadas con las debidas curvas de transición para evitar concentraciones de esfuerzos. Todas las soldaduras que requieran examen no destructivo, deberán ser preparadas repicando y esmerilado tal como se requiera para la buena interpretación de los métodos elegidos de examen de soldadura. Las soldaduras expuestas al paso de agua deberán ser esmeriladas a ras para mantener superficies hidráulicas de contorno liso. Las juntas soldadas no deberán esmerilarse hasta el punto que el componente se debilite estructuralmente, pero deberán prepararse adecuadamente y quedar libres de irregularidades para el proceso de pintado.

3.08 FABRICACION DE PIEZAS SOMETIDAS A PRESION.

Todas las piezas sometidas a presión, fabricadas mediante soldadura, deberán ser diseñadas, fabricadas, inspeccionadas y probadas, a menos que se especifique de otra manera, de acuerdo con normas equivalentes a la Sección VIII, División 1, del "Boiler and Pressure Vessel Code" de la ASME. Todas estas piezas, así como los componentes fabricados por soldadura y sometidos a cargas importantes o cargas alternas deberán someterse al proceso de alivio de tensiones antes de realizar el maquinado final. Las planchas de acero deberán recocerse a una temperatura entre 600°C y 650 °C antes de laminarlas o aplanarlas a su forma final, excepto las planchas de acero de aleación templada o del tipo de alta resistencia, las cuales deberán ser tratadas de acuerdo con las normas aplicables.

3.09 PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

A. Generalidades. A menos que se indique de otra manera, todas las pruebas no destructivas se deberán llevar a cabo según se estipula en la Norma ASTM, Sección 3, "Metals Test Methods and Analytical Procedures". Los Planos de EL CONTRATISTA presentados para revisión deberán definir las áreas, el alcance, tipo y severidad del examen no destructivo empleado para cada componente o soldadura. Con la Oferta deberá suministrarse una descripción detallada de los procedimientos propuestos y de las interpretaciones de los exámenes no destructivos que se aplicarán a las forjas, fundiciones, soldaduras, soldaduras de reparación y demás componentes principales.

B. Examen de Soldaduras. Todas las soldaduras deberán ser examinadas visualmente en el 100 % de su longitud. Cuando se realicen o reparen soldaduras a tope y otras soldaduras de penetración completa en recipientes a presión, dispositivos de izamiento, piezas principales estructurales, componentes sometidos a cargas importantes o dinámicas y otros componentes principales deberán ser sometidas a pruebas no destructivas en el 100 % de su longitud. El examen de las soldaduras se hará por los métodos de ultrasonido, de líquidos penetrantes o de partículas magnéticas, suplementados mediante un examen radiográfico, el cual incluirá el examen de las áreas críticas sometidas a esfuerzos elevados, donde la interpretación por otros métodos no sea evidente o la integridad de la soldadura esté en duda. CORPOELEC tendrá derecho a exigir exámenes de muestras al azar de soldaduras, incluyendo el examen radiográfico, como parte de la inspección del equipo. El alcance de los exámenes de soldaduras deberá ser claramente definido en los Planos de EL CONTRATISTA previo acuerdo con CORPOELEC. EL CONTRATISTA deberá presentar su programa de exámenes no destructivos de soldaduras, indicando los diferentes tipos de exámenes no destructivos, a ser empleados y aplicados para revisión, como parte del programa de control de calidad. El examen radiográfico de las soldaduras se hará de acuerdo con la técnica y normas de aceptación del Párrafo UW-51 de la Sección VIII, División 1 del ASME "Boiler and Pressure Vessel Code". El examen ultrasónico se hará de acuerdo con los métodos y normas de aceptación del ASME, Sección VIII, División 1, Apéndice 12. El examen con partículas magnéticas se hará de acuerdo con los métodos y normas de aceptación del ASME, Sección VIII, División 1, Apéndice 6. El examen con líquidos penetrantes se hará de acuerdo con los métodos y normas de aceptación del ASME, Sección VIII, División 1, Apéndice 8.

C. Examen de Fundiciones. Las fundiciones principales o componentes fundidos, se deberán examinar mediante una combinación de los métodos ultrasónico, líquido penetrante o partículas magnéticas, complementado mediante examen radiográfico. El examen radiográfico suplementario deberá incluir las áreas de esfuerzos altos, donde la interpretación de otros métodos no sea evidente, o la integridad de la fundición esté en duda. El examen no destructivo de otras

fundiciones se deberá hacer de acuerdo con la buena práctica aceptada para asegurar que las fundiciones estén libres de defectos, y deberá indicarse en los Planos de EL CONTRATISTA previo acuerdo con CORPOELEC.

D. Examen de Forjas. Las forjas del eje principal, los pernos de acoplamiento de ejes, los ganchos de grúas, ruedas, bridas, etc., se deberán someter a exámenes ultrasónicos completos con amplio solape u otros métodos no destructivos adecuados para verificar que están libres de defectos. El examen no destructivo de las forjas restantes deberá hacerse con métodos de práctica aceptada para asegurar la calidad del material y deberá indicarse en los Planos de EL CONTRATISTA. La estructura de las forjas deberá ser homogénea y estar libre de inclusiones no metálicas excesivas. Se considerará causa suficiente para rechazar una pieza forjada cuando se encuentre una concentración excesiva de impurezas o la separación de los elementos de la aleación en puntos críticos.

E. Requerimientos. Los requerimientos mínimos de pruebas no destructivas para componentes nuevos, reparados, rehabilitados o modificados, se resumen en la siguiente tabla:

Método o Norma de procedimiento	Criterio de aceptación	Aplicación
Radiográfica		
ASME Sección VIII, Div 1 Par. UW-51 ASME Sección VIII,Div 1 Apéndice 7	ASME Sección VIII, Div 1 Par. UW-51 ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 7	Soldaduras Fundiciones
Ultrasónico		
ASME Sección VIII,Div 1 Apéndice 12	ASME Sección VIII,Div 1 Apéndice 12	Soldaduras estructurales a tope y penetración completa de: -Cubierta superior -Caja de sello -Anillo inferior -Rodete -Anillo distribuidor -Ejes -Carters de cojinetes -Ménsula inferior -Viga de grúa monorriel, -dispositivos y vigas de izamiento en general -Araña del rotor -Bastidor del estator

Método o Norma de procedimiento	Criterio de aceptación	Aplicación
		-Tanque de presión Aire/Aceite del gobernador -Tanque sumidero del gobernador -Vástago de los servomotores de operación de paletas directrices -Camisa de los servomotores de operación de paletas directrices -Chapa de forro y vigas principales de compuertas y tapones.
ASME Sección V, Art.5	ASME Sección V, Art.23 SA609, Nivel de calidad 1	Fundiciones -Alabes -Banda -Corona Paletas Directrices
ASTM A388	ASTM A388 (2)	Forjas
ASME Sección V, Art.23 SA-435 y SA 578/578M	ASME Sección V, Art.23 SA-435 y SA 578/578M. Nivel de calidad II	Planchas de acero nuevas de 200 milímetros o mayores para fabricación de nuevos componentes
	Sin signos de discontinuidad en su adherencia con el material del substrato	Metal antifricción para cojinetes y materiales autolubricantes
Partículas Magnéticas		
ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 6	ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 6	-Soldaduras estructurales en general -Superficies misceláneas -Superficies de ejes -Bridas de acople de componentes importantes
ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 7	ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 7	Fundiciones

Método o Norma de procedimiento	Criterio de aceptación	Aplicación
ASTM A275	ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 6	Forjas Pasadores rompibles y excéntricos en acero inoxidable Pasadores de tornillos de más de 50 mm de diámetro
Líquido Penetrante		
ASTM E165 Sección VIII Apéndice 8	ASME Sección VII. Div 1 Apéndice 8	-Soldaduras en general: -Capas soldadas de acero inoxidable -Soldaduras de rodete -Todos los pasadores y tornillos nuevos -Metal antifricción de cojinetes -Otras superficies
ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 7	ASME Sección VIII, Div 1 Apéndice 7	Fundiciones

(1) Verificación al azar según lo requiera CORPOELEC.
(2) Criterio de aceptación y alcance según lo acordado entre CORPOELEC y EL CONTRATISTA.
(3) Alcance de las pruebas según el procedimiento de la Norma.
(4) Alcance de las pruebas según las Especificaciones Técnicas del Contrato.

3.10 FUNDICIONES.

A. Generalidades. Las fundiciones deberán estar libres de defectos perjudiciales y debidamente limpias para el uso a que se les destine. Las superficies de fundiciones de acero que no sean maquinadas y que vayan a quedar expuestas en la instalación final, deberán esmerilarse en forma adecuada para que, una vez pintadas, presenten un aspecto suave y satisfactorio. La localización de defectos existentes deberá ser completa y todos aquellos que limiten la resistencia o utilidad de la fundición deberán ser removidos completamente hasta llegar al metal sano. La estructura de las fundiciones deberá ser homogénea y estar libre de inclusiones no metálicas. Una concentración excesiva de impurezas o

separación de los metales de aleación en puntos críticos de la fundición será motivo suficiente para su rechazo. Se deberán efectuar pruebas de flexión en todas las fundiciones importantes como se especifica en la Cláusula 3.04, B (Pruebas de Impacto y Flexión) de este Volumen.

B. Confirmación del Proceso de Fundición. EL CONTRATISTA deberá incluir los requerimientos para diagramas de tratamientos térmicos de fundiciones. Siempre que se requiera producción de fundiciones múltiples en serie, EL CONTRATISTA deberá seguir el siguiente proceso de verificación del proceso de fundición, siguiendo los requerimientos técnicos expresados en los presentes documentos.

1. Fundir una sola pieza como muestra, para verificar que el proceso de fundición es adecuado y asegurar la calidad especificada.

2. Recocer, limpiar, efectuar la prueba no destructiva (NDT), excavar los defectos en esta muestra y presentar un informe (Informe No. 1) con los resultados para revisión de CORPOELEC.

3. En caso que la condición de la muestra sea aceptable para CORPOELEC, EL CONTRATISTA deberá efectuar las reparaciones de los defectos encontrados, efectuar el alivio de esfuerzos, el maquinado final, una prueba no destructiva (NDT) y presentar un informe (Informe No. 2) con los resultados para la revisión de CORPOELEC.

4. Si la condición de la muestra es aceptable para CORPOELEC, se puede proceder con la fabricación de las demás fundiciones idénticas a la muestra, siempre que se mantenga el mismo nivel de calidad del producto.

5. Si la condición de la muestra no es aceptable para CORPOELEC, se deberá modificar el proceso de fundición y producir otra muestra, siguiendo los pasos indicados anteriormente.

6. Si el taller de fundición no logra el nivel de calidad especificado en un tiempo razonable, CORPOELEC se reserva el derecho de exigir que EL CONTRATISTA efectúe las fundiciones en otro taller, para lograr cumplir con las exigencias de calidad especificadas por CORPOELEC.

7. EL CONTRATISTA no deberá seguir con la producción de fundiciones múltiples en serie hasta que haya demostrado exitosamente mediante una muestra, que el proceso de fundición es adecuado para obtener un producto de calidad, que sea aceptable para CORPOELEC.

C. Inspección. Las fundiciones deberán ser inspeccionadas visualmente en el taller después que sean limpiadas y mientras se remuevan los defectos. Todas las fundiciones principales deberán examinarse 100 % por ultrasonido para su

evaluación inicial. Las fundiciones también deberán ser inspeccionadas después de las reparaciones y del tratamiento térmico. Se requerirán Pruebas Radiográficas u otras pruebas no destructivas según se indica en la Cláusula 3.9 (Pruebas No Destructivas) de este Volumen, y según lo ordene CORPOELEC, cuando se autoricen reparaciones de defectos mayores. En caso de reparaciones, CORPOELEC se reserva el derecho de exigir pruebas no destructivas por cuenta de EL CONTRATISTA para determinar: a) el grado completo de los defectos, b) que el área esté debidamente preparada para la soldadura y c) para constatar que las reparaciones fueron satisfactorias.

D. Soldadura de reparación. EL CONTRATISTA deberá suministrar, antes de proceder con las reparaciones, un reporte descriptivo de los defectos de la fundición, incluyendo Planos que muestren la ubicación y tamaño de los defectos mayores y menores, complementando con fotos, esquemas y reportes de las pruebas metalúrgicas, resultados del examen por métodos no destructivos, nivel de esfuerzos de la fundición en las zonas ahondadas o de rechupe, estabilidad dimensional, espesor de las secciones de metal, contracciones, perforaciones, etc. El reporte deberá definir el tipo de defecto, causas probables y cambios recomendados en el diseño de la parte o en la técnica de fundición para evitar defectos similares en las fundiciones sucesivas. Igualmente, deberá suministrar el procedimiento detallado de reparación, incluyendo los exámenes no destructivos a ser aplicados durante la soldadura, y acabado final de las reparaciones. Los defectos menores o imperfecciones que comprobadamente no afecten la resistencia o utilización de las piezas, podrán ser reparados mediante soldadura según los procedimientos usuales aceptados en la práctica para piezas fundidas. Se considerará que un defecto es menor cuando la cavidad, debidamente preparada para la soldadura, sea inferior al 25% del espesor de la sección de metal, pero en ningún caso mayor de 25 mm, y cuando el área a ser aceptada sea menor de 160 cm^2. La acumulación de defectos menores en un área que, a juicio exclusivo de CORPOELEC, cause dudas acerca de la calidad general de la fundición, se deberá considerar como un defecto mayor. La acumulación de defectos mayores y/o concentración de defectos menores, que, a juicio de CORPOELEC, den lugar a dudas sobre la calidad de la pieza, será causa de rechazo de la misma. Si la remoción del material defectuoso reduce en más del 30% la resistencia de la sección transversal o si los esfuerzos calculados en el metal que queda exceden el esfuerzo admisible en más del 30%, la pieza fundida será rechazada. Todas las piezas sujetas a reparaciones después del tratamiento térmico, a causa de defectos mayores o acumulación de defectos menores después del tratamiento térmico o cualquier defecto que afecte la resistencia de la sección transversal o la estabilidad dimensional de la pieza terminada, tendrán que ser expuestas nuevamente a tratamiento térmico.

E. Dimensiones. Las dimensiones de las piezas fundidas no podrán ser reducidas mediante prácticas de fábrica o de fundición en una magnitud tal que debilite la resistencia de la pieza fundida en más del 10% (calculada con base en las

dimensiones indicadas en los Planos) o que cause esfuerzos que excedan los máximos admisibles indicados en los presentes documentos. Las dimensiones no deberán ser aumentadas hasta el punto que la pieza fundida interfiera con las operaciones de fabricación o con el ajuste adecuado con otras piezas. No se permitirá el uso de piezas fundidas deformadas o distorsionadas.

F. Inspección Final. Las fundiciones principales deberán examinarse 100% por líquidos penetrantes o por partículas magnéticas después del esmerilado y/o maquinado final.

3.11 ELEMENTOS RESISTENTES A LA CORROSIÓN

Todos los pernos, tuercas, pasadores, espigas y otros elementos a utilizarse para el ajuste de los componentes o piezas deberán ser de acero resistente a la corrosión. Los pernos y pasadores en las puertas de acceso a los pasajes de agua deberán ser de acero inoxidable de alta resistencia, siguiendo las pautas expresadas en la Cláusula 3.3, C (Materiales y Equipos) de este Volumen. Igualmente, deberán fabricarse de acero inoxidable todas las planchas de revestimiento, anillos de sello, tuberías de agua y sus accesorios ubicados en el pozo de la turbina y del generador, así como todas las tuberías de agua y sus accesorios de 76 mm (3 pulgadas) de diámetro interno o menores, así como todos los demás elementos de la turbina, del sistema de gobernación y del generador según se exige en estos Documentos del Contrato y donde lo requiera la buena práctica de la ingeniería. Las superficies de los pasadores y de los elementos de guía del anillo de operación que estén en contacto con bujes o pastillas de material autolubricante, deberán ser de acero resistente a la corrosión.

3.12 PINTURA Y PROTECCION DE SUPERFICIES

A. Generalidades. De acuerdo con lo estipulado en estos documentos, EL CONTRATISTA deberá suministrar y aplicar toda la pintura, tanto en la fábrica, como en el Sitio de la Obra. Las superficies a pintarse deberán recibir el tratamiento previo y el número de manos indicadas en la lista de pinturas incluida en esta Cláusula. Las normas aplicables de los Volúmenes 1 y 2 del "Steel Structures Painting Manual" publicadas por el "Steel Structures Painting Council" (SSPC), deberán aplicarse a la pintura de todas las estructuras de acero, concreto y equipos comprendidos en este Contrato, a menos que se indique de otra forma en esta Cláusula. La pintura en fábrica deberá aplicarse a los materiales, equipos, dispositivos u otros accesorios, antes de su envío al Sitio. La pintura en el Sitio durante los preparativos previos al montaje según se especifique, o después de la instalación del equipo correspondiente, excepto en las superficies que vayan a quedar inaccesibles, las cuales deberán pintarse con anterioridad y manipularse con el cuidado adecuado a fin de evitar daños de la

pintura durante la instalación. Cuando se requiera, se deberá retocar la pintura sobre pequeñas áreas averiadas de superficies pintadas, en la zona de soldaduras hechas en el Sitio, para reparación de manchas, raspaduras, rasguños, rayones y para restaurar las capas de pintura hasta obtener la protección y apariencia original. La pintura de retoque deberá ser igual a la pintura original en cuanto a preparación de la superficie, número y tipo de capas y color final de la pintura. Todos los equipos existentes que vayan a ser reutilizados y por ende reacondicionados deberán ser pintados en su totalidad, con la excepción de las partes de acero resistentes a la corrosión o de aquellas partes que se indiquen específicamente sin pintar. Las superficies a pintarse deberán recibir la preparación de superficies y el número de capas prescritas en la Lista y Procedimientos de Acabados y Superficies. EL CONTRATISTA deberá suministrar los datos de los fabricantes de la pintura, incluyendo los resultados obtenidos en aplicaciones anteriores con estos sistemas de pintura, así como los tipos de estructuras pintadas, fecha de aplicación, ubicación de las estructuras y nombre y dirección de los dueños de las estructuras. La falta de los datos anteriores será motivo suficiente para que la pintura propuesta sea rechazada.

B. Piezas Empotradas. Las superficies de las tuberías y otras piezas metálicas que vayan a quedar en contacto con el concreto, después de ser empotradas, no deberán pintarse. Si estas superficies vienen pintadas de fábrica, la pintura deberá ser removida antes que la pieza sea instalada. Las superficies de metal no resistentes a la corrosión que no van a ser empotradas, deberán limpiarse a chorro y pintarse según se indica:

1. Partes no expuestas al agua del río: El mismo sistema de pintura aplicado en fábrica o en el Sitio.

2. Las superficies de acero inoxidable y las superficies adyacentes a las partes no empotradas, deberán protegerse apropiadamente durante la limpieza, así como, durante la aplicación de pintura.

C. Limpieza y Preparación de Superficies. Todas las superficies que vayan a ser pintadas deberán limpiarse antes de la aplicación de la pintura o del tratamiento de las superficies. El tipo de limpieza y el tratamiento de lavado, deberán estar de acuerdo con esta Cláusula, con las normas del "Steel Structures Painting Council" (SSPC) e instrucciones del fabricante de la pintura. Antes de aplicar los tratamientos de preparación de las superficies en aquellas áreas contaminadas por grasa, suciedad y residuos de fundente de soldadura EL CONTRATISTA deberá limpiar la superficie a tratar con disolventes según lo previsto en la Norma SSPC-SP1 "Solvent Cleaning". La limpieza y la pintura deberán programarse de manera que el polvo o el rocío resultantes de la limpieza no caigan sobre superficies húmedas recién pintadas. Donde se requiera, las imperfecciones y cavidades que presenten las superficies y las juntas abiertas entre superficies contiguas deberán rellenarse o corregirse mediante métodos aprobados. En la

limpieza de partes de maquinaria, tales como partes de turbinas, generadores, mecanismos de izamiento de grúas, compuertas, cilindros o servomotores hidráulicos se deberá tener un cuidado especial para impedir que los materiales usados penetren o dañen los cojinetes, superficies lisas y piezas de precisión mecanizadas. Deberá evitarse especialmente el contacto de materiales autolubricantes con solventes. Todos los materiales usados para cubrir y calafatear deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA. Cuando se empleen andamios o soportes, que necesariamente tengan que estar en contacto con las superficies pintadas, se deberán tomar las previsiones necesarias para no dañar dichas superficies. Se deberá aplicar la Norma SSPC-Vis 1 "Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces" u otra norma semejante, propuesta por EL CONTRATISTA y aprobada por CORPOELEC, para la interpretación visual de los resultados de la limpieza y preparación de la superficie de metal a ser pintada. Las superficies que hayan sido pintadas en fábrica y que requieran ser retocadas, deberán limpiarse previamente de la misma manera requerida por la pintura original. Antes de aplicar la nueva pintura se deberá remover la pintura agrietada o desprendida, rebajar todos los rebordes de pintura y limpiar completamente los puntos de óxido.

D. Aplicación de la Pintura

1. **Generalidades.** EL CONTRATISTA deberá suministrar los datos de los fabricantes de la pintura, incluyendo los resultados obtenidos en aplicaciones anteriores con estos sistemas de pintura, así como los tipos de estructuras pintadas, fecha de aplicación, ubicación de las estructuras y nombre y dirección de los dueños de las estructuras. La falta de los datos anteriores será motivo suficiente para que la pintura propuesta sea rechazada. En el caso que alguna pintura nueva sea utilizada para recubrir sistemas de protección envejecidos que estén en buen estado, se deberá efectuar una verificación de la pintura nueva con la vieja mediante una prueba.

2. **Mano de Obra.** Todo el trabajo deberá efectuarse de manera que las superficies terminadas queden libres de chorreos, gotas, pestañas, ondas, traslapes, poros y marcas de brocha. Todas las capas deberán aplicarse de forma tal que se obtenga una capa lisa de espesor uniforme que cubra completamente todas las esquinas, bordes y hendiduras. Todo el trabajo de pintura deberá ser ejecutado por pintores experimentados. Cuando se aplique pintura a pistola, deberá tenerse cuidado especial en mantener la boquilla suficientemente cerca de la superficie que se esté pintando, a fin de evitar la evaporación excesiva de los componentes volátiles, pérdidas de material en el aire o acumulación de pintura sobre hendiduras, bordes y esquinas. El equipo para pintar a pistola, deberá incluir agitadores mecánicos, manómetros y regulador de presión. Las boquillas deberán ser de tamaño apropiado. Los pisos, techos y otras áreas e instalaciones adyacentes deberán estar protegidos adecuadamente con lonas u otros elementos, durante la aplicación de pintura en el Sitio.

3. **Propiedades, Mezcla y Adelgazamiento de la Pintura.** Toda la pintura, al aplicarse, deberá producir capas satisfactorias de superficie suave y lisa. Durante su aplicación, las pinturas deberán batirse a fondo, colocarse y mantenerse con una consistencia uniforme. Las pinturas podrán adelgazarse de acuerdo a lo establecido en la sección correspondiente del "Systems and Specification" del Volumen 2 del "Steel Structures Painting Manual" del SSPC, o las especificaciones del fabricante de la pintura para acabados no cubiertos por el SSPC. La pintura deberá enviarse al Sitio de la Obra en recipientes sellados, los cuales deberán mostrar el nombre, fórmula o número de especificación, color, instrucciones especiales, nombre del fabricante, fecha de fabricación y fecha de vencimiento. No se aceptará la aplicación de pintura alguna cuya fecha de vencimiento haya caducado.

4. **Condiciones Atmosféricas**. Excepto donde se especifique o se requiera lo contrario para ciertas pinturas adelgazadas con agua, la pintura sólo deberá ser aplicada sobre superficies que estén completamente secas, y bajo una combinación de condiciones de humedad y temperatura de la atmósfera y de las superficies a pintarse tal, que permita que se produzca evaporación en lugar de condensación. En ningún caso deberá aplicarse pintura durante tiempo de lluvia neblina, ni sobre superficies húmedas sin antes secarlas y protegerlas de una manera apropiada. Las superficies donde se permita la aplicación de pintura durante tiempo húmedo deberán calentarse para prevenir la condensación de humedad sobre ellas. Las superficies metálicas descubiertas, excepto aquellas que puedan deformarse por el calor, podrán secarse inmediatamente antes de la aplicación de la pintura, mediante el empleo de un soplete. Durante la aplicación de la pintura, ésta deberá tener aproximadamente la misma temperatura que la superficie que se esté pintando.

5. **Protección de Superficies Pintadas.** Donde se utilice protección para las superficies pintadas, ésta deberá mantenerse hasta que la capa de pintura esté completamente seca. Las partes que hayan sido pintadas no se deberán manipular, trabajar o alterar, en forma alguna, hasta que la capa de pintura esté completamente seca y dura. Después de su entrega en el Sitio de la Obra, todos los elementos metálicos revestidos con pintura aplicada en fábrica deberán repintarse o retocarse según se requiera, con la pintura especificada, en la medida que sea necesario. Para tal fin EL CONTRATISTA deberá suministrar la pintura de retoque en cantidades suficientes similar a la aplicada en la fábrica para estos fines.

6. **Lapso entre la Preparación de Superficies y la Aplicación de Pintura**. Las superficies que hayan sido limpiadas, tratadas y/o preparadas de alguna otra manera para ser pintadas, deberán recibir la capa de base tan pronto como sea posible después que dicha preparación haya sido terminada, pero en todo caso, antes que ocurra cualquier deterioro de la superficie preparada.

7. **Método de Aplicar la Pintura**. La aplicación de la pintura deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la misma. Las instrucciones del fabricante para la aplicación de la pintura deberán ser sometidas a revisión de CORPOELEC antes de comenzar a pintar y deberán contener la siguiente información:

   a. Adelgazadores apropiados y concentraciones permisibles en la pintura.
   b. Disolvente apropiado a ser usado para limpiar las superficies después de la limpieza a chorro, con el objeto de remover materias adheridas y posibles depósitos de grasa provenientes de las tuberías de aire. Esta limpieza es obligatoria antes de comenzar a pintar.
   c. Tiempo de curado entre aplicaciones de capas y para la capa final.
   d. Protección contra la lluvia y polvo que se requiera para cada capa.
   e. Espesores mínimos y máximo de cada capa seca y el rango aceptable.
   f. Procedimiento para retoque de áreas que hayan sido dañadas.

   A menos que se autorice de alguna otra manera, la primera capa de pintura deberá ser aplicada con brocha. Las capas siguientes podrán ser aplicadas con pistola o con brocha, según se requiera, para asegurar la calidad y el espesor de las capas requeridas.

8. **Avance en el Trabajo de Pintura.** Cuando se haya iniciado la pintura de cualquier tipo de superficie, la operación completa, incluyendo capas de base y capas de acabado, deberá ser completada tan pronto como sea posible y sin atrasos prolongados.

9. **Espesor de las Capas de Pintura.** Los espesores de capa seca de pintura tanto los mínimos como los máximos deberán estar conforme a lo contemplado por la normas para cada sistema o de acuerdo con la recomendación del fabricante de la pintura si CORPOELEC así lo autoriza. El espesor de las capas de pintura seca se deberá determinar de acuerdo con la Norma SSPC-PA 2 "Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gauges", o, mediante otro método propuesto por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC. La verificación del espesor de la pintura se hará en puntos uniformemente espaciados, en por lo menos un punto por cada metro cuadrado de la superficie pintada, cerca de los bordes y en cualquier punto donde CORPOELEC lo ordene. EL CONTRATISTA deberá realizar cualquier otro procedimiento de pruebas que requiera CORPOELEC sin costo.

10. **Pruebas Destructivas de Pintura.** CORPOELEC a su solo juicio podrá exigir a EL CONTRATISTA la ejecución de pruebas destructivas de la pintura, tales como la verificación de adherencia a ser efectuados en muestras o testigos debidamente preparados, sobre los cuales se aplicará el mismo sistema de pintura a ser empleado en los equipos. La adherencia de la pintura curada deberá

verificarse por el método de Elcometer u otro método aprobado. El valor promedio de las tres mediciones con Elcometer, deberá superar los 30 kg/cm². El costo de la ejecución de las pruebas destructivas se considera incluido en los precios de los trabajos indicados por EL CONTRATISTA en su Oferta. Todas las pruebas deben ser realizadas de acuerdo a las Normas SSPC, ASTM u otra que CORPOELEC considere conveniente.

11. **Tiempo de Secado Antes de la Inmersión.** Independientemente del tipo de pintura empleada, se deberá permitir el secado completo de la última capa, antes de la inmersión, para aquellas superficies que vayan a ser sumergidas en el agua. La última capa de pintura de las superficies que vayan a sumergirse deberá secarse durante un tiempo mínimo de 5 a 9 días, dependiendo de las condiciones del clima que prevalezcan antes de colocarlas bajo agua, en el entendido que dicha duración será en este intervalo según lo decida CORPOELEC. Para efectos de los programas de fabricación o de montaje e instalación de las unidades turbogeneradores se tomará la incidencia del tiempo de secado más largo, es decir 9 días.

12. **Colores.**

    a) **Generalidades.** Los colores deberán ser los que CORPOELEC, ordene. Las capas de pintura alternas que tengan el mismo color deberán ser contrastadas, para asegurar que todas las superficies han sido cubiertas con el número especificado de capas de pintura.

    b) **Código de Identificación de los Sistemas de Tuberías**. Todas las tuberías expuestas se deberán marcar según un código, con franjas de esmalte de colores, o cintas plásticas adhesivas de color que indiquen el tipo de servicio. Las franjas deberán ser de 5 cm de ancho alrededor de toda la circunferencia, y se deberán colocar en todos los puntos de entrada y salida de los recintos, en todas las válvulas y en un número suficiente de puntos intermedios, para indicar el tipo de servicio. En las tuberías o en el forro de las mismas se deberán pintar flechas del mismo color que el de las franjas, en número suficiente, para mostrar convenientemente el sentido del flujo. EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar, en los extremos y en el acceso al pozo de cada turbina, cuadros con la leyenda de los colores, montados en marcos, cubiertos con vidrio y mostrando los colores de identificación y el sistema que representan. CORPOELEC suministrará a EL CONTRATISTA el código de colores de identificación de los sistemas de tuberías.

13. **Lista y Procedimientos de Acabado y Superficies.** La lista de procedimientos de acabados de superficies se indica en las siguientes tablas:

LISTA Y PROCEDIMIENTOS DE ACABADO Y SUPERFICIES.

Superficie	Pintura en Fábrica		Pintura en Sitio	
	Preparación en superficie	Capas de pintura	Preparación en superficie	Capas de Acabado
Superficies de acero al carbono de las piezas empotradas en contacto con el concreto.	Limpieza mecánica (SSPC-SP 2 ó 3)	Ninguna	Limpieza mecánica (SSPC-SP 2 ó 3)	Ninguna
Superficies de las piezas empotradas existentes expuestas al contacto con el agua del río, incluyendo sus modificaciones y reparaciones	Limpieza a Chorro (SSPC-SP 10)	Una capa de pintura anticorrosiva universal para protección durante el transporte y almacenamiento, a ser removida en el Sitio.	Limpieza a chorro (SSPC-SP 5)	SSPC-PS 11.01, dos (2), o, si es necesario, tres (3) capas de "Epoxy Modified Polyamide".
Superficies no apareadas de partes removibles de la turbina, normalmente expuestas al agua y válvulas de llenado y de drenaje; y superficies expuestas a la atmósfera, donde haya fugas de agua	Limpieza a chorro (SSPC-SP 5).	SSPC-PS11.01-Dos, o si es necesario, tres capas de "Epoxy Modified Polyamide".	Limpieza a chorro concentrado de las áreas averiadas.	Ninguna, excepto Retoques en las áreas dañadas, donde se deberán aplicar dos, o si es necesario, tres capas de "Epoxy Modified Polyamide".

Superficies y piezas fabricadas de acero resistente a la corrosión.	Limpiar	Ninguna	Limpiar	Ninguna
Superficies de piezas fabricadas de aluminio	Limpiar	Ninguna	Limpiar	Ninguna
Rodete (exceptuando el cono) paletas directrices y planchas de revestimiento	Pulido	Práctica usual de EL CONTRATISTA para este tipo de protección sujeta a revisión.	Limpiar	Ninguna
Revestimiento del pozo de la turbina. (Existente)	–	–	Limpieza mecánica (SSPC -2 ó 3)	Dos (2) capas de esmalte alquídico, del color que se ordene
Compuertas de toma, base y viga de soporte de cilindros de accionamientos hidráulicos y bases, rejas de toma (Existentes)	–	–	Limpieza a chorro (SSPC - SP5)	SSPC-PS 11.01, dos o, si es necesario, tres capas de "Epoxy Modified Polyamide".
Cilindros hidráulicos de accionamientos hidráulicos. (suministrado por Otros)	–	–	Limpieza a chorro concentrado de las partes averiadas	Retoque en las áreas dañadas, aplicar dos capas, o si es necesario, tres capas de "Epoxy Modified Polyamide".

Superficies no apareadas de todas las partes expuestas a la atmósfera, Compuertas de mantenimiento de toma y del tubo de aspiración, excepto los ejes de turbina y generador.	Limpieza a chorro (SSPC-SP -5).	SSPC-PS 4.0 Una capa de "Fondo Epoxy Polyamide Primer" y dos (2) capas de esmalte de acabado de "Epoxy Polyamide" del color que se ordene.	Limpieza con cepillo de alambre de las áreas averiadas.	SSPC-PS 13 Fondo Epoxy Polyamide Primer" y dos (2) capas de acabado de "Epoxy Polyamide" del mismo color aplicado en fábrica.
Devanados del estator y polos del rotor	-	Protección utilizada por el fabricante para preservación durante el transporte y almacenamiento	-	Práctica usual de EL CONTRATISTA para este tipo de protección sujeta a revisión.
Superficies en contacto con aceite, excepto los tanques de los transformadores	Limpieza a chorro (SSPC-SP 5).	Cuatro (4) capas de pintura resistente al fluido hidráulico normalmente utilizada por el fabricante para esta aplicación.	Limpieza con cepillo de alambre y con solvente de las áreas averiadas.	Ninguna, excepto retoques en las áreas dañadas, donde se deberán aplicar cuatro (4) capas de pintura similar a la aplicada utilizada por en la fábrica.
Exterior de los tanques de presión, tanques sumideros, tuberías, dispositivos de control y válvulas en general.	Limpieza a chorro (SSPC-SP 6)	SSPC-PS 13 Una (1) capa de "Fondo Epoxy Polyamide" y una capa final de "Esmalte Poliuretano" del color de acabado que se ordene.	Limpieza con cepillo de alambre y con solvente de las áreas averiadas.	Retoque en las áreas dañadas con la misma pintura utilizada en fábrica.

Superficies maquinadas y apareadas, excepto las superficies con materiales autolubricantes	Limpieza con solvente (SSPC-SP 1)	Capa gruesa de compuesto anticorrosivo removible con solvente.	Limpieza con solvente (SSPC-SP 1).	Capa final de anticorrosivo según la práctica usual de EL CONTRATISTA
Materiales autolubricantes	_	Práctica del fabricante	_	Capa de activación del material recomendada por EL CONTRATISTA
Cubiertas de generadores, transformadores, vigas y dispositivos de izamiento, grúas, así como pedestales de rodetes.	Limpieza a chorro (SSPC-SP 10).	SSPC-PS 13 Una (1) capa de "Fondo Epoxy Polyamide", una (1) capa intermedia de "Epoxy Polyamide" y una capa final de "Esmalte Poliuretano", del color de acabado que se ordene.	Limpieza con cepillo de alambre y con solvente de las áreas averiadas.	Retoque en las áreas dañadas con la misma pintura utilizada en fábrica.
Interior de las vigas de izamiento y de equilibrio de los generadores	Limpieza a chorro (SSPC-SP 6)	Una (1) capa de "Fondo Epoxy Polyamide ", más dos (2) capas de de "Epoxy Polyamide", con el color de acabado según se ordene	Limpieza con cepillo de alambre de las áreas averiadas.	Ninguna, excepto retoques en las áreas dañadas, con la misma pintura aplicada en fábrica.

Equipos auxiliares como motores, reductores, poleas, bombas, compresores, centrales oleohidráuicas etc.	Limpieza mecánica (SSPC-SP 1 ó 3).	Acabado normal comercial, con el color de acabado según se ordene.	Limpieza con cepillo de alambre y con solvente de las áreas averiadas.	Ninguna, excepto retoques en las áreas dañadas, donde se deberá aplicar una (1) capa de "Fondo Vinilo" más dos (2) intermedias y una (1) capa final de pintura tipo "Vinilo".
Bordes de chapas y fundiciones a ser soldadas en el Sitio.	Limpieza mecánica (SSPC-SP 2 ó 3).	Dos capas de pintura especial resistente a la corrosión y fácilmente removible.	Limpieza a chorro concentrado.	Como se especifique para las áreas adyacentes.
Gabinetes Eléctricos y de Control (interna y externamente)	Limpieza a chorro (SSPC-SP-6) ó limpieza por ácido (SSPC-SP8), Pickling.	SSPC-PS 2.00, una (1) capa de fondo a base de resinas alquídicas y pigmentos anticorrosivos y dos (2) capas de esmalte alquídico.	Limpieza con cepillo de alambre de las áreas averiadas.	Ninguna, excepto retoques en las áreas dañadas, con el mismo sistema de pintura utilizado en fábrica.
Superficies de concreto (Existentes)	–	–	Limpieza general	Dos (2) capas de pintura de latex., los colores serán los que CORPOELEC indique.

Cubiertas de metal ferroso.	Limpieza a chorro (SSPC-SP-6).	Acabado normal comercial, con el color según se ordene.	Ninguna	Ninguna
Ductos de aire.	_	Galvanizado en caliente	Limpieza	Ninguna
Interior de tuberías de acero al carbono en contacto con agua.	Limpieza a chorro (SSPC-SP 5).	SSPC-PS 11.01-Dos (2) capas, o si es necesario, tres capas de "Epoxy Modified Polyamide".	Limpieza a chorro concentrado en las áreas averiadas.	Ninguna, excepto retoque en las áreas dañadas, donde se deben aplicar dos (2) o si es necesario tres (3) capas de "Epoxy Modified -Polyamide".

14. LISTA DE MATERIALES DE PINTURA.

PINTURA	NORMA
Pintura "Epoxy - Polyamide"	Norma SSPC PAINT 22, capa de fondo, intermedia y acabado para el sistema de pintura SSPC-PS 13, "Epoxy - Polyamide Paint System", Norma MIL-P-24441 "General Specification for Paint, "Epoxy – Polyamide".
Pintura "Epoxy Modified -Polyamide".	Norma SSPC PAINT 16, libre de brea, dos o más capas, según se requiera para asegurar el espesor mínimo especificado para el sistema de pintura SSPC - PS 11, 01 "Epoxy Modified –Polyamide Black (or Dark Red) Paint System".

	System".
Pintura a base de "Alkyd".	Norma SSPC PAINT 2 "Red Lead, Iron Oxide, Raw Linseed Oil and Alkyd Primer", o TT-P-84c, "Paint, Red - Lead Base, Ready - Mixed", Tipo III, o TT-P636c, "Primer Paint, Synthetic (for Ferrous Metal and Wood Surfaces)".
Pintura a base de Vinilo.	Norma SSPC PAINT 9, "White (or Colored) Vinyl Paint".
Pintura corriente de aluminio. a. Pigmento. b. Barniz para mezclar (corriente). c. Mezcla.	Norma TT-A-468a, "Aluminium - Pigment; Powder and Paste (for Paint)",Tipo II, Clase B. Norma TT-V-81d, "Varnish; Mixing for Aluminium Paint", Tipo II, Clase B. La mezcla del pigmento y del barniz deberá hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
Pintura para maquinarias.	Norma TT-E-489c, "Enamel; Gloss, Synthetic (for Exterior and Interior Surfaces)" Clase A, secado al aire.
Galvanización de planchas, barras y perfiles de acero.	Norma ASTM A123, "Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips".
Galvanización de pernos, tuercas y arandelas.	Norma ASTM-A153, "Specification for Zinc Coating (Hot - Dip) on Iron and Steel Hardware".

3.13 EQUIPOS ELECTRICOS.

A. Generalidades. Todos los equipos eléctricos deberán cumplir con las normas aplicables más recientes de IEEE, ANSI, NEMA o IEC. La instalación de los conduits y el cableado deberán cumplir con la Norma ANSI/NFPA 70 (NEC), el Código Eléctrico Nacional (CEN) o normas equivalentes. Se deberán tomar en cuenta las condiciones del Sitio dadas en la Cláusula 3.29 (Condiciones en el Sitio) de este Volumen, para la selección de materiales eléctricos y para los métodos de instalación.

B. Voltajes Nominales de los Sistemas de Alimentación Eléctricos (Voltajes en Barras del Tablero de Distribución).

1. Sistema de alimentación alterno trifásico: 480/277 VCA-60 Hz – 4 hilos
2. Sistema de alimentación alterno trifásico: 208/120 VCA-60 Hz – 4 hilos
3. Sistema de alimentación alterno bifásico: 240/120 VCA-60 Hz – 2 hilos
4. Sistema de alimentación alterno: 120 VCA-60 Hz – 2 hilos
5. Sistema de alimentación alterno esencial: 120 VCA-60 Hz – 2 hilos
6. Sistema de alimentación continua esencial: 125 VCC – 2 hilos

C. Grupo de Conexión de los Sistemas de Alimentación Eléctrico. Para la obtención de los valores indicados de voltaje, se está previendo los siguientes esquemas de conexión:

1. Para la obtención de 480/277 VCA-60Hz se utilizarán transformadores trifásicos 4,16 KV / 0,480/0,277 KV grupo de conexión Dy11 con centro de estrella a tierra.

2. Para la obtención de 240/120 VCA-60hz bifásico/monofásicos se utilizarán trasformadores monofásicos, voltaje primario 480 V voltaje secundario 240 V con toma intermedia en 120 V.

3. Para la obtención de 208/120 VCA-60Hz trifásico se utilizarán transformadores trifásicos conectados en estrella con un voltaje primario de 480 V entre fase y voltaje secundario 208 V conectado en estrella, con 208 VCA entre fase y 120 VCA entre fase y neutro.

D. Voltajes Nominales. A menos que se especifique de otra manera, los motores, controles y accesorios incluidos con el equipo suministrado por EL CONTRATISTA deberán ser diseñados para operar a los voltajes indicados a continuación:

1. Voltajes Nominales de Motores. Los motores de corriente alterna deberán ser para 60 Hz, trifásicos para 460 V, o monofásicos para 115 V, según se especifica en la Cláusula 3.13, E, 1 (Características Generales) de este Volumen. Los motores de corriente continua deberán ser capaces de operar para 125 Vcc, sin conexión a tierra.

2. Voltajes Nominales de Control.

a. 125 Vcc, sin conexión a tierra, para controles externos tales como alarmas y disparos.
b. 115 ó 120 Vca, monofásico, 60 Hz, con conexión a tierra, para control interno del equipo tales como control de motores, válvulas de solenoide, presostatos, etc.

3. Voltaje Nominal para Luces, Calentadores y Otros Accesorios. Las luces, calentadores, tomacorrientes y demás accesorios deberán ser para operar en un sistema de 120 Vca, monofásico, 60 Hz, con o sin conexión a tierra, según lo indique CORPOELEC.

E. Motores.

1. **Características Generales.** A menos que se especifique de otra forma los motores deberán cumplir con los requisitos de la Publicación No. MG 1 de la NEMA, Sección 11, Partes 10, 11, 12 y 14 para motores de caballos de fuerza fraccionales e integrales con relación a todas las características de materiales de fabricación, diseño y pruebas, donde apliquen estas normas. Los motores de corriente alterna deberán ser del tipo de inducción. A menos que se indique lo contrario, los motores de corriente alterna de ½ hp o mayores, deberán ser trifásicos de 60 Hz, y los de 1/3 Hp o menores deberán ser monofásicos, para 115 V, 60 Hz. Los motores de corriente continua deberán ser capaces de operar con un voltaje de alimentación entre 101 y 140 Vc.c. Todos los motores tendrán factores de servicio de 1,15 y aumento de temperatura del estator de 85 °C determinado por RTD, al factor de carga de servicio. Los motores deberán permitir que el equipo que impulsen desarrolle continuamente su capacidad especificada, sin exceder la temperatura especificada o sin afectar el factor de servicio. Todos los motores deberán ser autoventilados a menos que se especifique de otra forma. Se deberán suministrar argollas de izamiento para todos los motores que pesen más de 50 kg. El arranque de los motores deberá ser a voltaje pleno y deberá poder arrancar y acelerar cuando el voltaje en los terminales sea 70% del voltaje nominal del motor. Los motores deberán operar a su carga nominal cuando la variación combinada de voltaje y frecuencia no sea mayor de ± 10% de los valores nominales de voltaje y frecuencia, siempre que la variación de la frecuencia no exceda de ± 5% de la frecuencia nominal.

2. **Aislamiento**. El aislamiento deberá ser Clase B de acuerdo con la Publicación No. MG 1 de la NEMA, o mejor, no higroscópico, adecuado para el uso en sitios tropicales húmedos. El aumento de temperatura de los devanados no deberá exceder de 85 °C sobre la temperatura ambiente, para el servicio especificado. En caso de haber restricciones especiales de arranque(s), éstas deberán indicarse en la placa de características o en una placa separada, incluyendo el número permisible de arranques sucesivos sin dañar el motor estando frío y caliente, el tiempo requerido entre arranques, el tiempo de enfriamiento, el voltaje, el método de arranque y cualesquiera otras restricciones, como sea aplicable.

3. **Cubiertas.** Las cubiertas de los motores deberán ser a prueba de intemperie a menos que se especifique de otra forma. Todas las aberturas de ventilación y escape de aire de los motores a prueba de intemperie deberán protegerse con filtros de aire de 6 a 12 µm. Todas las cubiertas que sean divididas en cubiertas de extremo deberán equiparse con filtros y deflectores de aire internos en la mitad inferior de las cubiertas de extremo. En los motores diseñados para un solo sentido de rotación del eje, las cubiertas deberán tener una flecha para indicar la dirección de rotación.

4. **Cajas de Terminales.** Cada motor deberá tener su caja de terminales de amplio tamaño para recibir los cables de alimentación y para realizar las conexiones a los terminales del motor. Las cajas de terminales deberán ser de hierro fundido, deberán tener cubiertas con empaquetaduras y deberán estar diseñadas de manera que puedan montarse para recibir los conduits desde arriba, desde abajo o desde cualquiera de los lados. No se aceptarán cajas terminales de plástico.

5. **Terminales.** Los terminales primarios del motor deberán ser grabados con troquel para su identificación, de acuerdo con la norma NEMA MG 1-2.61. Los terminales se deberán extender 15,5 milímetros mínimo más allá de la cara exterior de la caja terminal, sin conectores terminales, a no ser que los terminales sean flejes de cobre. De ser así, los flejes deberán perforarse para aceptar los conectores tipo estándar de dos agujeros de NEMA.

6. **Ejes y Acoplamientos.** Los motores deberán tener ejes y acoplamientos de acuerdo a los límites establecidos en la Publicación No. MG 1 de la NEMA. Los acoplamientos deberán ser del tipo flexible o de separadores con topes para limitar el juego axial, si se requiere. La porción del acoplamiento que se instala del lado del motor deberá montarse en el eje en caso que el motor se envíe por separado.

7. **Cojinetes y Lubricación.** A menos que se ordene o apruebe de otra manera, los motores deberán estar provistos de cojinetes antifricción. Los cojinetes deberán ser de tamaño amplio, del tipo sellado para evitar la entrada de polvo y la fuga de lubricante, adecuados para uso continuo a las condiciones especificadas. Donde sea necesario, los cojinetes deberán ser aislados para evitar el paso de corrientes parásitas a través del eje de los mismos. Ambos cojinetes en el motor deberán ser aislados. La disposición de los cojinetes del equipo impulsado deberá aguantar el empuje del motor. Cuando se suministren cojinetes de manguito, éstos deberán estar equipados con medios de inspección visual de los anillos y el nivel de aceite. Los anillos deberán ser resistentes a la corrosión. Las cajas de los cojinetes deberán estar provistas de aberturas roscadas con tapones, ubicadas en la parte superior e inferior para introducir y drenar el lubricante. Donde fuere necesario para brindar un fácil y rápido acceso, se deberán suministrar tuberías para añadir y drenar el lubricante. Los alojamientos de los cojinetes deberán proveerse con tapones de desagüe para facilitar la limpieza de los pozos de inundación de aceite. Los cojinetes de manguito y sus alojamientos deberán ser del tipo dividido. Para los motores horizontales se deberán suministrar cojinetes antifricción estándar para el tamaño y velocidad del motor. Los motores para los equipos impulsados por correa o que requieran de empuje lateral, deberán proveerse con cojinetes antifricción, diseñados para esta aplicación en particular. La vida útil de todos los cojinetes no deberá ser menor de diez mil (10.000) horas para motores de uso intermitente y cien mil (100.000) horas para motores de uso continuo, a la velocidad y potencia nominal. Estas horas de servicio deberán representar la duración que el noventa por ciento (90%) de los cojinetes cumplirán o excederán.

Los motores verticales deberán tener cojinetes de guía antifricción y cojinetes de empuje del tipo antifricción. Los cojinetes de empuje deberán ser capaces de soportar todas las partes rotativas y el empuje externo causado por la carga.

8. **Acabado**. Los motores deberán tener un acabado para su protección contra ambiente tropical húmedo, resistente a la corrosión, el cual deberá incluir las piezas y el acabado del rotor y del eje. Todos los motores deberán limpiarse y pintarse de acuerdo con la práctica normal del fabricante.

9. **Calentadores**. Los motores deberán equiparse con calentadores según se especifica más adelante.

10. **Centro Magnético de Motores.** Cada motor horizontal deberá estar marcado en su cubierta para mostrar su centro magnético cuando esté operando a la velocidad nominal y a plena carga. El rotor de cada motor deberá estar en posición para operar en su centro magnético sin causar empuje en los cojinetes.

11. **Curvas Características de Motores**. Deberán suministrarse para cada motor gráfico con las siguientes curvas:

- Temperatura del estator vs. carga continua.
- Tiempo vs. corriente, mostrando el tiempo máximo de aceleración dentro de los límites de seguridad. Tiempo de aceleración vs. corriente al 80%, 90% y 100% de voltaje.
- Velocidad vs. torque al 80%, 90% y 100% del voltaje.

12. **Placas Características de los Motores**. Cada motor deberá tener una placa de características permanentes instalada que muestre la siguiente información, además de las placas características incluidas en la NEMA MG 1-10.38.

    Rotación y secuencia de fases.
    Centro magnético para motores horizontales, con cojinetes de manguitos
    Restricciones de arranque
    Marcas terminales
    Numero de cada cojinete
    Protección contra el ambiente

F. **Arrancadores para Motores**. Los motores deberán proveerse con arrancadores individuales, los cuales deberán ser del tipo de combinación de interruptor de circuito con contactor magnético, de conexión directa a la línea de alimentación, de una capacidad adecuada para el propósito a que se destinen. No se aceptarán arrancadores que usen desconectadores fusibles en lugar de interruptor. Las características de servicio, capacidad nominal y rendimiento deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Publicación No. ICS 2 de la NEMA, Normas ICS 2-211 e ICS 2-321. Los contactores deberán operar sin traqueteo ni zumbido

perceptible mientras estén energizados. Los contactores deberán cablearse en la fábrica y deberán proveerse con contactos auxiliares ajustables para cierre o apertura, en el número requerido para el sistema de control usado, más un mínimo de dos (2) contactos auxiliares de reserva. A menos que se indique de otra manera los arrancadores deberán proveerse con cajas del tipo IP55 según IEC, para uso en interiores y del tipo IP66 según IEC para uso en exteriores, o mejores y no se deberán emplear arrancadores más pequeños que el Tamaño 1 de la NEMA. En el caso de motores menores de 1½ hp, se deberán suministrar arrancadores adecuados, sujetos a la aprobación de CORPOELEC. Los contactores deberán estar provistos de elementos térmicos de protección contra sobrecarga, adecuados para el motor usado, en cada fase en los contactores trifásicos y en el conductor no puesto a tierra en los contactores monofásicos.

G. Transformadores de Control. Se deberán suministrar transformadores de control, de 480 - 120 V (460 - 115 V) y/o rectificadores separados para los equipos de control, en caso de requerirse. Para los arrancadores de motores, los transformadores deberán incorporarse bajo la misma cubierta del arrancador. Los transformadores de control deberán tener suficiente capacidad para los circuitos de control que alimenten, incluyendo las cargas de bobinas de arrancadores, calentadores de espacio y de motores, tomacorrientes y luces de gabinetes, etc., más 50 VA adicionales, según sea requerido ó necesario.

H. Interruptores en Aire.

1. Generalidades. Los interruptores en aire deberán cumplir con los requisitos aplicables de la Publicación No. AB 1 de la NEMA, y deberán ser del tipo de caja moldeada, operables manualmente, con mecanismos de operación de disparo libre, del tipo de contacto instantáneo y desconexión rápida. Todos los polos de cada interruptor deberán operar simultáneamente mediante una manilla común y deberán ubicarse en una caja común de plástico moldeado. Los contactos de los interruptores multipolares deberán abrirse simultáneamente cuando los interruptores se disparen manual o automáticamente. Las manillas de operación deberán indicar claramente si los interruptores están en la posición "Conectado", "Desconectado" o "Disparado". Los interruptores deberán ser productos de un solo fabricante y deberán ser intercambiables cuando sean de un mismo tamaño. Los interruptores para corriente alterna deberán tener voltajes nominales no menores a 600 Vca y deberán tener una capacidad mínima de interrupción de 35.000 A simétricos a 480 Vca, de 14.000 A simétricos para circuitos de 120 Vca y de 10.000 A para circuitos de 125 Vcc. Cada interruptor deberá proveerse con conectores terminales del tipo de presión, para cables de cobre trenzado. EL CONTRATISTA deberá determinar el tamaño de los interruptores y su régimen de disparo. Se deberá suministrar un (1) contacto de alarma y un (1) contacto de posición para el Sistema de Control de la Central.

2. Unidades de Disparo. Los interruptores deberán ser del tipo automático o del tipo no automático sin unidades de disparo, según se requiera. Las unidades de disparo de

interruptores de tamaños mayores a 100 A deberán ser del tipo intercambiable, con unidades magnéticas ajustables de disparo instantáneo. Las unidades de desenganche magnético instantáneo que no sean ajustables deberán fijarse a aproximadamente diez (10) veces la corriente nominal continua de los interruptores.

I. Conmutadores de Control y de Instrumentos.

1. Generalidades. Los conmutadores de control y de instrumentos deberán ser del tipo giratorio para instalación en tableros, deberán ser de construcción a prueba de aceite y deberán montarse al ras de los tableros o gabinetes, a menos que se indique de otra manera, con las manillas en el frente en la parte exterior de la puerta de los gabinetes y con los mecanismos de contactos para operación en la parte posterior. Cada conmutador de control deberá suministrarse con mínimo de seis (6) circuitos de contactos reversibles libres para uso de CORPOELEC, cableados a los bloques terminales, a menos que se especifique de otra forma, y con las disposiciones adecuadas para llevar a cabo las funciones del sistema de control. Los contactos de todos los conmutadores de control y de instrumentos deberán ser autoalineantes y deberán operar con una acción limpiadora. Deberán proveerse los medios necesarios para mantener una alta presión en los contactos cerrados. Los resortes de presión no deberán conducir corriente. Las cubiertas o tapas de los conmutadores deberán removerse fácilmente para inspección de los contactos. Todos los conmutadores de control y de instrumentos deberán ser apropiados para operar a 300 V en corriente alterna o en corriente continua. Los contactos de los conmutadores de control y de instrumentos deberán poder conducir de manera continua, como mínimo, el 125% de la corriente máxima del circuito en el cual están conectados, y no podrán, en ningún caso, ser menores de 10 A. Todas las características de los contactos deberán ser por lo menos iguales a las correspondientes a contactos de conmutadores de selección para servicio pesado A300 y N300 establecidas en la Publicación No. ICS 5 de la NEMA, Parte I. Los conmutadores deberán ser capaces de resistir satisfactoriamente una prueba de duración de por lo menos 10.000 operaciones, con la corriente nominal circulando por sus contactos.

2. Placas de Identificación y Escudetes. Cada conmutador de control y de instrumentos deberá suministrarse con un escudete con indicadores luminosos del tipo LED, incorporados en el escudete, para indicación de estados y alarmas externos. El escudete deberá indicar claramente cada posición de operación y su función. Las identificaciones de los conmutadores deberán grabarse en los escudetes o placas separadas de acuerdo con la Cláusula 3.25, B (Placas de Identificación Grabadas) de este Volumen. Las identificaciones y textos en las placas y escudetes deberán grabarse en castellano y estarán sujetas a la aprobación de CORPOELEC.

3. Características de los Conmutadores.

a. Los conmutadores deberán proveerse con manillas de color negro, del tipo de mango de pistola o de entalladura ovalada, a menos que se especifique de otra

manera. Las manillas deberán ser de construcción robusta y del tipo para servicio pesado. No se aceptarán manillas débiles o demasiado pequeñas, que a causa de su tamaño dificulten su operación.

b. Los conmutadores de control, de selección y de instrumentos deberán ser del tipo de contacto mantenido o momentáneo, según se requiera ó indique y deberán tener el número de posiciones que se requiera para la aplicación deseada.

J. Medidores e Instrumentos. EL CONTRATISTA deberá seleccionar la instrumentación convencional o inteligente y el estándar de comunicaciones según se especifica en estos documentos. Los instrumentos inteligentes deberán ser a base de microprocesadores y deberán poseer la interfaz de comunicaciones requerida para su conexión con la red de instrumentación prevista por CORPOELEC Todos los instrumentos indicadores deberán ser del tipo digital, basados en microprocesadores y deberán estar equipados con puerto de comunicaciones serial RS485 y/o Ethernet para comunicarse con otros medidores o dispositivos y deberán cumplir con los requisitos de las normas IEC 61000-4-7, IEC 61000-4-15, IEC 60687, IEEE 519 e IEEE 1159. Los medidores también deberán incluir entradas analógicas para 4-20 mA para indicación remota. La precisión de todos los instrumentos deberá estar dentro del cero coma cero uno por ciento (0,01%) de la deflexión total de la escala. Los medidores deberán ser de lectura directa mediante escalas iluminables a color por LED ó LCD, según se requiera y deberán incluir también despliegues digitales. Todos los medidores e instrumentos deberán ser de montaje al ras o semi-rasante y deberán ser de estilo cuadrado o rectangular, según se requiera, con las partes de metal expuestas en todas las cajas, de un color negro mate, con el mismo acabado, corte y aspecto general. Los medidores e instrumentos estarán conectados a transformadores de medida con capacidades nominales del secundario de 5 A y 120 V c.a., en los casos que aplique. Las cajas deberán tener cubiertas herméticas al polvo y a prueba de insectos y deberán ser resistentes a la corrosión. Todas las tapas de los instrumentos deberán tener empaquetaduras y deberán estar colocadas de forma segura en su lugar. Los sellos utilizados deberán ser elegidos por EL CONTRATISTA teniendo en cuenta el fluido del proceso y el ambiente en el cual se instalará el equipo o instrumento. Todos los medidores e instrumentos deberán suministrarse con desfasadores, compensadores, transformadores auxiliares de corriente, resistencias, derivaciones, etc., necesarios, ya sean específicamente requeridos o no. Todos los instrumentos indicadores deberán ser del tipo para tableros de control, para conexión posterior, de aproximadamente 114,3 mm (4-1/2") ó 192 mm (7,56") de lado, con escala circular, o similares o según se requiera. Los medidores o instrumentos deberán permitir el ajuste, o la toma de lecturas, directamente desde su despliegue o mediante programación que permita la pre-configuración de los despliegues. También deberán tener facilidades para el ajuste del contraste de los despliegues para facilitar su lectura bajo condiciones difíciles o no óptimas de iluminación. Los medidores e instrumentos de corriente alterna deberán diseñarse para operación en circuitos a 60 Hz y deberán ser apropiados y

calibrados para usarse en secundarios de transformadores de potencial de 120 V y en secundarios de 5 A de transformadores de corriente. Las bobinas de potencial de los medidores e instrumentos para corriente alterna deberán diseñarse para operación continua a 150 V y las bobinas de corriente de instrumentos para corriente alterna deberán ser capaces de soportar treinta y cinco (35) veces la corriente nominal eficaz durante dos (2) segundos y una sobrecorriente continua de 200%. Las designaciones para identificar los instrumentos deberán imprimirse nítidamente en la cara de las placas de las escalas o deberán proveerse en placas de identificación separadas. Los voltímetros de corriente alterna deberán tener escalas expandidas en el rango de 100 a 140 V de entrada y la indicación de plena escala corresponderá a 150 V. Los amperímetros deberán tener escalas normales desde cero a plena escala. Los amperímetros de corriente continua deberán ser suministrados con resistencias en derivación apropiadas, según sea necesario. EL CONTRATISTA deberá proveer todos los accesorios, válvulas de cierre y/o alivio, conectores, adaptadores, conduits, cajas de tiro, cajas de paso, cables de alimentación y comunicaciones, fuentes de alimentación y todos los demás accesorios necesarios para cumplir con estas especificaciones. EL CONTRATISTA deberá someter a CORPOELEC, para aprobación, un Plano que muestre las escalas, inscripciones, placas de identificación en castellano y otros datos de los instrumentos. Los equipos e instrumentos deberán tener un grado de protección IP55. Los conectores para los conduits eléctricos deberán ser NPTF de ¾ de pulgadas. La temperatura de operación de los instrumentos deberá ser considerada entre O °C - 60 °C para aquellos instrumentos cuyo servicio sea medición de fluido de proceso a temperatura ambiente, y 0 °C - 120 °C para aquellos instrumentos cuyo servicio sea medición de fluido de proceso a temperatura de hasta 100 °C.

K. Transductores.

1. Generalidades. Los transductores deberán ser de estado sólido, adecuados para medir con exactitud el voltaje, según sea requerido. La salida de los transductores deberá ser una señal de corriente continua de 4-20 mA. A menos que se especifique de otra forma, el error máximo no deberá exceder de ± 0,25% del valor de plena escala a 25°C, y el error resultante de una variación de temperatura de -20°C a 65°C no debe exceder de ± 0,5% del valor de plena escala. El rizado de corriente alterna en la salida del transductor no debe exceder del 1%. Las unidades deben proveerse con ajustes de calibración de ± 10%, y el tiempo de respuesta debe ser menor de 400 mseg para todo el rango de 0 a 99%. Deberá haber aislamiento eléctrico entre la entrada, la salida y la conexión a tierra de la caja del transductor. Los transductores deberán satisfacer los requisitos de resistencia a impulsos de la Norma IEEE C37.90.1 y deberán soportar voltaje de prueba dieléctrica de 1.500 Vca por un minuto.

2. Transductores Trifásicos de Voltaje. Deberán ser instrumentos compactos de alta precisión, diseñados para aceptar tres entradas independientes de voltaje en corriente alterna y proveer salidas proporcionales en corriente contínua de 4 a 20

mA. El voltaje nominal de entrada será 120 V, 60 Hz entre fases, provisto desde dos (2) transformadores de potencial conectados en delta abierta. El rango de entrada será de 0 a 150 Vca Los transductores deberán tener una capacidad continua de sobrecarga de 180 Vca o mejor, y su consumo no deberá exceder de 10 VA a 120 V, 60 Hz. Se preferirán transductores que no requieran una fuente de poder externa.

3. Transductores Monofásicos de Voltaje. Los transductores monofásicos de voltaje de corriente alterna deberán ser unidades para 120 V, 60 Hz. El rango de calibración será de 0 a 150 Vca y deberán tener una capacidad continua de sobrecarga de 180 Vca y su consumo no deberá exceder de 2 VA a 120 V, 60 Hz. Se preferirán transductores que no requieran una fuente de poder externa.

4. Transductores de Voltaje en Corriente Continua. Los transductores de voltaje de corriente continua deberán ser unidades transmisoras de voltaje para 125 Vcc. El rango de entrada será de 0 a 150 Vcc para una salida de 4-20 mA.

L. Cajas de Botoneras.

Las cajas de botoneras deberán ser del tipo para servicio pesado, con contactos de las designaciones A300 y N300, según la Publicación No. ICS 5 de la NEMA, Parte I, o mayores si es necesario, deberán ser de construcción a prueba de aceite y deberán montarse a rás en las cubiertas de los tableros o gabinetes, a menos que se indique de otra manera. Cada botonera deberá suministrarse con un escudete con indicadores luminosos del tipo LED, incorporados en el escudete, para indicación de estados y alarmas externos. El escudete deberá indicar claramente su función. Las identificaciones y textos de las botoneras deberán grabarse en los escudetes o placas separadas de acuerdo con la Cláusula 3.25, B (Placas de Identificación Grabadas) de este Volumen. Las identificaciones en las placas y escudetes deberán grabarse en castellano y estarán sujetas a la aprobación de CORPOELEC.

M. Luces Indicadoras.
Las luces indicadoras deberán ser del tipo LED (Diodos Emisores de Luz) para montaje en tableros, de alta intensidad luminosa y baja corriente, con tapa de color apropiado del tipo difusible que permita el máximo ángulo de visibilidad. Los LED´s deberán ser compatibles e integrados con los voltajes disponibles en los gabinetes o tableros, y deberán ser reemplazables desde el frente de los gabinetes o tableros sin el uso de soldadura. Deberá suministrarse conjuntamente con los equipos cualquier herramienta especial que se requiera para el reemplazo de los LED´s.

N. Conexión de Conduits Eléctricos.
En las conexiones externas de los equipos, los accesos para los conduits eléctricos deberán cumplir con los requisitos de la Norma ANSI C80.1. En las conexiones internas de los equipos, las conexiones de los conduits eléctricos podrán hacerse de acuerdo con las normas seleccionadas por EL CONTRATISTA.

O. Calentadores.
Todos los motores y los cubículos o gabinetes que contengan equipo eléctrico de control, interrupción e instrumentación deberán equiparse con calentadores eléctricos para el control de la humedad. La ubicación de los calentadores y la construcción de sus cubiertas deberán asegurar la circulación eficiente del aire y prevenir daños a los equipos y al cableado interno debido al sobrecalentamiento. Los calentadores deberán ser monofásicos, con una capacidad nominal para 120 Vca y deberán ser adecuados para soportar continuamente el ciento quince por ciento (115%) del voltaje nominal. Los calentadores deberán diseñarse para suministrar el calor adecuado para mantener el gabinete, cubículo o motor, libre de humedad cuando éstos no estén energizados a su voltaje de operación. Los calentadores deberán ser controlados por humidistatos mediante un conmutador de selección "Auto-Fuera". Se deberán instalar controles para energizar automáticamente los calentadores de motores cuando los motores no estén funcionando. Se deberá suministrar un (1) interruptor de caja moldeada de dos (2) polos para el circuito de los calentadores de cada gabinete.

P. Contactos para Circuitos Eléctricos.
Los contactos para circuitos eléctricos de los equipos, instrumentos y dispositivos deberán ser adecuados para sus respectivas aplicaciones y deberán tener una capacidad no menor que la correspondiente a las designaciones C150 y Q150, según el caso, de la Publicación No. ICS 5 de la NEMA Parte I. Cuando se especifiquen contactos para servicio pesado, éstos deberán cumplir con las características de las designaciones A300 y N300, según el caso, de la misma publicación de la NEMA. Las capacidades deberán ser mayores en caso necesario o según sea indicado. Todos los contactos usados para funciones de disparo deberán ser para servicio pesado. Los circuitos de contactos deberán ser sin conexión a tierra, a menos que se indique de otra forma y deberán ser capaces de soportar voltajes de prueba dieléctrica por lo menos de 1.500 Vca por un minuto.

Q. Tropicalización. Todo el material de aislamiento eléctrico, paneles de fibra o separadores, madera y cualesquiera otros materiales susceptibles a daños por hongos y otros parásitos deberán ser tratados con una capa de un barniz especial para prevenir la formación de hongos y los daños producidos por la humedad.

R. Almohadillas y Barras de Puesta a Tierra.
Las almohadillas y barras de puesta a tierra, donde se especifiquen, deberán consistir de planchas o barras de cobre, bronce o aluminio estañado soldadas a la cubierta o base del equipo a ser suministrado. Cada almohadilla deberá tener un conector terminal del tipo de abrazadera fijado permanentemente y adecuado para conexión a los cables de cobre trenzado del tamaño especificado. El conector terminal deberá tener un mínimo de dos (2) pernos sujetadores. No se aceptarán terminales del tipo de abrazadera que dependan de un solo perno para mantener un contacto satisfactorio. Los cubículos de los seccionadores, el neutro de los transformadores para servicios auxiliares y la cubierta metálica de los tableros para

servicios auxiliares, se deberán conectar a la barra de puesta a tierra.

S. Bobinas de Accionamiento.

A menos que se indique de otra manera, las bobinas usadas para accionamiento de dispositivos electromecánicos tales como relés, válvulas de solenoide, arrancadores, bobinas de apertura y de cierre en interruptores, etc., deberán ser capaces de soportar continuamente un ciento diez por ciento (110%) del voltaje nominal sin sufrir daños y deberán ser capaces de accionar los dispositivos hasta con el ochenta y cinco por ciento (85%) del voltaje nominal para el caso de bobinas accionadas con corriente alterna, y hasta con el ochenta por ciento (80%) del voltaje nominal para el caso de bobinas accionadas con corriente continua. Las bobinas para válvulas operadas por solenoide, deberán ser adecuadas para condiciones ambientales tropicales y deberán ser encapsuladas o impregnadas con una resina resistente al aceite, hongos y humedad.

T. Gabinetes.

1. Todos los gabinetes de control y de terminales deberán cumplir con los requisitos de la Norma IEC 60529 "Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code"). Los gabinetes de control y de terminales deberán estar fabricados de planchas de acero con pintura texturizada, deberán ser del tamaño y diseño adecuados para albergar y proteger los equipos montados dentro de los mismos, con placas de montaje variables en posición y deberán equiparse con puertas abisagradas al frente, provistas de empacaduras de caucho, manillas y cerraduras con llave y pestillos.

2. Los gabinetes para uso interior deberán ser grado IP-55 de la IEC, o mejores. Se deberán proveer gabinetes a prueba de intemperie para todos los equipos ubicados al exterior, los cuales deberán ser grado IP-66 de la IEC, o mejores.

3. Los gabinetes deben tener facilidades para el cableado y acceso de los equipos alojados en su interior, provistos de paneles laterales extraibles y puertas desmontables.

4. Los gabinetes deben estar formados por una estructura interna soldada que permita la colocación de los paneles laterales y las puertas. Deberán estar provistos de zócalos para la sujeción de los mismos al sistema de amortiguación provisto por EL CONTRATISTA.

5. Deberán proveerse, donde se requiera, celosías para ventilación cubiertas con tela metálica fina resistente a la corrosión para evitar la entrada de insectos o roedores y equipadas con filtros de aire para prevenir la entrada de polvo.

6. La entrada de cables podrá ser por la parte superior o inferior de los gabinetes de control y de terminales, según se indique en cada caso y según la ingeniería

elaborada por EL CONTRATISTA. El gabinete, según sea el caso, deberá estar equipado con una plancha de cubierta removible para la entrada de conduits y tuberías. Los requisitos de tamaño y espacio libre para esta plancha deberán ser como se especifique o indique para cada equipo. Las planchas serán perforadas en el sitio para obtener un mejor ajuste de los conduits de entrada.

7. Los gabinetes o paneles de control deberán tener suficientes bloques terminales para la terminación de todo el alambrado interno para control, instrumentación, alarma, potencia, iluminación y para todos los cables externos suministrado por EL CONTRATISTA. Los bloques terminales deberán disponerse en filas verticales u horizontales, conservando un espaciamiento mínimo de 140 mm entre filas, con el fin de realizar las conexiones de los cables. También deberá proveerse suficiente espacio para la instalación, identificación y remoción de cables internos y externos. Los detalles relativos a las planchas removibles y la disposición de los bloques terminales quedarán sujetos a la aprobación de CORPOELEC.

U. Luces Interiores y Calentadores.

A menos que se indique o apruebe de otra manera, el alumbrado interno para equipos y gabinetes deberá realizarse con lámparas fluorescentes adecuadas para trabajar en un sistema de 120 Vca, monofásico, 60 Hz. En los gabinetes, las lámparas deberán controlarse por medio de interruptores colocados en el interior de las puertas. Se deberán suministrar guardas sobre las lámparas para protegerlas contra golpes accidentales. Las lámparas a emplearse deberán ser de fácil ubicación el mercado venezolano. Los calentadores para gabinetes y cubículos serán como se indica en la Cláusula 3.13, M (Luces Indicadoras) de este Volumen.

V. Cableado Interno.

El cableado de control, medición y anunciación, dentro de los gabinetes, deberá hacerse en forma ordenada y terminarse en bloques terminales, a fin de que todas las conexiones externas para control y anunciación puedan realizarse en dichos bloques terminales. Igualmente, los cables dentro de los gabinetes se deberán instalar en forma ordenada a modo que los conductores individuales queden agrupados, amarrados y soportados de manera ordenada y lógica dejando una flojedad mínima al aproximarse a los bloques terminales. Los cables de potencia se deberán separar del resto de los cables, utilizando canaletas independientes.

W. Tomacorrientes.

Los tomacorrientes suministrados con los equipos o en los gabinetes deberán ser del tipo dúplex para 120 Vca, 20 A, de tres (3) bornes, con configuración del tipo 5-20R según la Publicación No. WD 1 de la NEMA, y en equipos o gabinetes instalados exteriormente deberán ser provistos de tapas contra intemperie.

X. Relés Auxiliares y Temporizadores.

Los relés auxiliares deberán ser del tipo modular, enchufables, de autoreposición instantánea y a prueba de vibraciones e impactos, apropiados para operación

continua a 125 Vcc ó 120 Vca, según sea requerido. Los relés deberán poseer el número necesario de contactos requeridos por el servicio, más dos (2) contactos de reserva, uno normalmente abierto y uno normalmente cerrado para uso de CORPOELEC. Los relés deberán ser diseñados y probados de acuerdo a los requisitos aplicables de la Publicación NEMA ICS-2. Los relés temporizadores deberán ser de autorreposición, con retardo de tiempo al ser energizados o con retardo de tiempo al ser desenergizados, según sea necesario. Los relés de tiempo deberán tener dos (2) contactos temporizados e independientes, uno (1) para abrir un circuito y uno (1) para cerrar otro circuito. La temporización deberá ser ajustable según se requiera.

Y. Relés de Secuencia e Interposición. Los relés usados para control en los circuitos de secuencia o de interposición, deberán ser del tipo para servicio pesado con bobinas y contactos convertibles, de capacidad nominal de acuerdo con lo especificado en las Secciones aplicables. Los relés deberán ser diseñados y probados de acuerdo con las especificaciones aplicables en la Norma NEMA ICS.

Z. Conduits

1. Generalidades. EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar conduits para el enrutamiento y protección mecánica del cableado que quede fuera de los gabinetes o cubículos de potencia o control. Deberán utilizarse conduits metálicos rígidos o flexibles a prueba de líquidos con adaptadores, cajas y herrajes asociados. La instalación de todos los conduits, cajas, herrajes, adaptadores y accesorios, deberá cumplir con los requisitos de la Norma ANSI-NFPA70, "National Electric Code" (NEC), hasta donde éstos sean aplicables. Se deberán proveer sistemas separados de conduits para los circuitos de control y potencia. El sistema completo de conduits deberá ser puesto a tierra. No deberá emplearse ningún conduit con un diámetro menor de 18 mm.

2. Conduits Metálicos Rígidos. Los conduits metálicos rígidos deberán ser de acero galvanizado por inmersión en caliente, y deberán cumplir con la Norma ANSI C80.1, "Rigid Steel Conduits, Zinc Coated" y las especificaciones de fabricación del Artículo 346-15 "National Electric Code" (NEC).

3. Accesorios y Tapas para Conduits Metálicos. Los accesorios para conduits metálicos deberán ser galvanizados o recubiertos por una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente, de hierro gris cadmiado o de hierro fundido maleable, con sus respectivas empacaduras, según se requiera. Deberán cumplir con las siguientes normas "U.S. Fed. Spec., WW-C-581d, Conduit, Metal Rigid; and Coupling, Elbow, and Nipple, Electrical Conduit: Zinc Coated"; ANSI-C80.4, "Fittings for Rigid Metal Conduit and Electrical Metallic Tubing", normas ANSI/UL514B "Fitting for Conduits and otlet Boxer" y NEMA Publication No. FB-1, "Standard for Conduit Fittings, Cable Fittings, and Accessories".

4. Accesorios para juntas de Expansión de Conduits Metálicos Rígidos. Los accesorios para junta de expansión de conduits metálicos rígidos deberán ser productos de fabricación normal, proyectados de manera de prevenir cualquier daño a los cables y equipos, con los medios aprobados para prever continuidad eléctrica al tramo de los conduits, los accesorios para las juntas de expansión deberán envolverse en lonas y recubrirse con asfalto, según se muestre en los planos, deberá permitir pequeños desplazamientos transversales y longitudinales, deberán estar de acuerdo con lo aprobado por The National Board of Fire Underwrite.

5. Conduits Flexibles. Los conduits flexibles deberán galvanizarse por inmersión en caliente y recubiertos con una camisa de neopreno o Zinc; y deberán cumplir con la U.S. General Services Administration Specification A-A-5581O "Conduit, Metal, Flexible", y ANSI /UL 1 "Flexible Metal Conduit" o deberán ser conduits flexibles herméticos a los líquidos.

6. Accesorios para Conduits flexibles Herméticos a los Líquidos. Los accesorios para conduits flexibles herméticos a los líquidos deberían ser del tipo aprobado, que cumplan con los requisitos de ANSI/UL 360, "Liquit – Thigt Flexible Steel conduit" y de su U.S. General Services Administration Specification A-A-50552 "Fitting for cable, Power, electrical and Conduit, Metal, Flexible". Todos los accesorios para conduits flexible hermeticos a los liquidos de diámetro 1 ½" o mayores deberán proveerse con conectores externos de puesta a tierra.

7. Conduits Metálicos Rigidos no Magnéticos: Deberán ser de aluminio sin recubrimiento, y deberán cumplir con los requisitos de la Norma ANSI C80.5 "Specificaction for Rigid Aluminum Conduit".

8. Accesorios y Tapas para Conduits Metálicos Rígidos no Magnéticos. Deberán ser de aluminio fundido maleable y libre de cobre, con sus respectivas empaquetaduras, según requiera.

9. Conduits y Accesorios no Metálicos. Deberán ser rígidos de PVC, de pared gruesa que cumpla con los requerimientos de la NEMA TC2 "Electriral Polyvinyl Cloride (PVC) Tubing and Conduit" y NEMA TC3 "PVC Fittings for Use With Rigid PVC Conduit and Tubing" respectivamente, para diámetros hasta de 6" tubos de polietileno de alta densidad y accesorios, para diámetros mayores a 6".

10. Instalación de Conduits. La instalación de todos los conduits, cajetines y accesorios deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Código Eléctrico Nacional. Durante la instalación se deberán tomar las precauciones necesarias para proteger los conduits y sus roscas de daños mecánicos.

Todos los cajetines para conduits deberán ubicarse de tal manera que las tapas y aberturas estén fácilmente accesibles. El sistema completo de conduits deberá ser puesto a tierra. La red de conduits deberá ser continua entre dos cajas consecutivas

será de 20 m. en tramos rectos. Si hay curvas, esta distancia se reducirá a razón de 3 m. por cada curva de 90°. Cada tramo de conduit no podrá tener más que el equivalente a 3 curvas en ángulo recto. Todas las uniones entre tramos de conduits y conexiones roscadas a cajas, accesorios y gabinetes de equipos deberán hacerse herméticas mediante el uso de compuestos aprobados para ese fin, aplicados a la rosca macho solamente, Después de haber completado las uniones, deberán cubrirse con asfalto aquellos conduits que vayan a quedar empotrados.

Los extremos de los conduits deberán sellarse después de su instalación mediante el uso de tapas y discos o tapones. Todos los cajetines deberán mantenerse tapados y libres de polvo, humedad e impurezas. Los conduits deberán cortarse a escuadra, sus extremos deberán escariarse, y las roscas deberán cortarse con troqueles apropiados, eliminando toda rebaba de forma que permita una unión sólida y no dañe el aislamiento de los conductores. Las curvas hechas en sitio en los conduits metálicos deberán ser abiertas y no se permitirán curvas de radio menor que el recomendado por el fabricante. Las curvas hechas en sitio se deberán hacer mediante dispositivos especiales aprobados para tal fin, los cuales no deberán reducir el diámetro interno del conduit o dañar el recubrimiento de protección. La curva deberá estar libre de pliegues, achatamientos o arrugas. Los conduits metálicos expuestos deberán correr en líneas paralelas a las paredes, vigas o columnas. Las derivaciones necesarias se deberán hacer mediante el uso de codos, curvas hechas en sitio o cajetines.

En los sitios donde los conduits crucen juntas de expansión o contracción, los mismos deberán instalarse perpendicularmente al plano de la junta y deberán tener accesorios de expansión adecuados de acero galvanizado en caliente, provistos de una manga de neopreno, bandas de ajuste de acero inoxidable, con puentes para proporcionar continuidad eléctrica fabricados de cobre flexible trenzado. En los sitios húmedos deben ser resistentes al agua (NEMA 4).

Las cajas y gabinetes de equipos deberán soportarse según se indique en los planos independientemente de los conduits. Los conduits se soportarán con abrazaderas galvanizadas. Para asegurar los conduits y cajas al concreto deberán utilizarse anclajes de expansión, no se permitirá que los conduits sean soldados a los elementos de acero estructural. Los conduits que sobresalgan fuera de los pisos, paredes o vigas, deberán estar en ángulo recto con las superficies.

Cuando se utilicen conduits flexibles herméticos a los líquidos, se deberán usar adaptadores y conectores herméticos a los líquidos. Los conduits deberán limpiarse y secarse antes de instalar los cables. Los conduits deberán marcarse en cada extremo y en los cajetines de empalme y de tiro, por medio de rótulos permanentes de material no ferroso, en donde se grabará el número de identificación correspondiente.

11. Identificación de Conduits. Todos los conduits indicados en la listas de cables y

conduits deberán identificarse de acuerdo a las designaciones indicadas en ellas y acordadas con CORPOELEC.

12. Cajas de Salida, de Terminales, de Empalme y de Tiro. Las cajas de salida, de terminales, de empalme y de tiro, de fundición ferrosa o de aluminio, deberán cumplir con la U.S. Fed. Spec. W-C-586C "Conduit Outlets and Entrance Caps, Electrical; Cast Metal for Shore Use". Las tapas deberán asegurarse con tornillos. Deberán suministrarse empaquetaduras para las cajas.

13. Terminales de Cable. Todas las conexiones a los bloques terminales, equipos o dispositivos se deberán efectuar con terminales de cable y deberán ser como se indica a continuación:

a. Terminales de compresión del tipo anillo-lengüeta para cable No. 8 AWG o menor.

b. Terminales de compresión tipo arandela plana de cobre de un (1) agujero o de dos (2) agujeros según la Norma NEMA, para cables cuyo tamaño exceda el No. 8 AWG.

c. Todos los terminales de cable deberán tener identificaciones en cada extremo de los conductores designadas de acuerdo con los diagramas de cableado aprobados.

AA. Bandeja para Cables y Bastidores para Cables

1. Generalidades: EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar e identificar los tramos de bandejas de cables y bastidores que se requieran, incluyendo los soportes, accesorios de fijación horizontales y verticales, herrajes misceláneos, adaptadores, placas de empalme, tapas, necesarios para el tendido de los cables de potencia y de control. También deberá prever la necesidad o no de nuevos tramos de bandejas, sin que esto amerite un pago adicional por tal concepto por parte de CORPOELEC. La ruta de los nuevos tramos deben ser presentadas a CORPOELEC para su evaluación y aprobación. Todos los materiales deberán ser galvanizados por inmersión en caliente, o protegidos de una manera aprobada contra la corrosión después de su fabricación.

2. Bandejas para Cables, bastidores para Cables y Accesorios: Las bandejas deberán tener los anchos adecuados para su acople con la existente y deberán ser capaces de soportar una carga uniforme de 60 kg. por metro lineal, con una deflexión máxima de 6 mm como una viga continua, con una luz entre soportes de 1,80 m. Las bandejas y accesorios deberán estar libres de bordes afilados, rebabas y otras irregularidades que puedan dañar el aislamiento de los cables. Los accesorios deberán incluir grapas de fijación a los soportes, bajantes, mordazas de soporte para conduits y barreras de separación. Las bandejas deberán ser tipo escalera similares a la existente. Los bastidores para cables deberá tener anchos,

profundidad interior y una altura que no interfiera con los existentes.

3. Instalación de Bandejas: EL CONTRATISTA deberá instalar el sistema de bandejas con soportes y ménsulas donde sea necesario o donde CORPOELEC lo solicite. Los soportes se deberán fabricar con perfiles de acero calibre 12 como mínimo, los cuales deberán soportar una carga mínima de 275 kg. por metro, con adaptadores angulares de 90° y refuerzos diagonales. Las ménsulas de acero deberán fabricarse para soportar una carga uniformemente distribuida de 110 kg. colocada a 4/5 de la longitud de la ménsula hacia el lado de afuera, con una deflexión no mayor de 5 mm. Las ménsulas deberán permitir el montaje de las mismas a espaciamientos verticales de 0,25 m y con una distancia libre mínima horizontal de 0,025 m en la longitud de las ménsulas, por otro lado se deberá dejar un espacio entre la pared y la bandeja de 0,15 m como previsiones para poder pasar el cable entre la bandeja y la pared, los canales de los soportes deberán tener agujeros para fijar las ménsulas con pernos. Los soportes deberán instalarse en el techo o en muro de concreto utilizando pernos de expansión de 13 mm de diámetro y manteniendo una distancia de 1,80 m entre soporte. En aquellos casos en que se deban utilizar los soportes existentes, EL CONTRATISTA deberá suministrar las ménsulas y medios de fijación, las cuales deberá instalar sin dañar las instalaciones existentes. EL CONTRATISTA deberá realizar la instalación de los cables tanto en los tramos nuevos como en las bandejas existentes. La instalación de los cables deberá realizarse de una forma ordenada, utilizando amarres para cables, soportes para conduits y bajantes, sin dañar los cables ni las bandejas existentes.

4. EL CONTRATISTA deberá conectar a tierra los tramos nuevos de bandejas que se empalman con los existentes.

BB. Instrumentos indicadores digitales

a. Los instrumentos indicadores deberán ser digitales, basados en microprocesadores, para montaje semiembutido con conexiones en la parte posterior, cuadrados de 112 mm de lado y deberán cumplir con los requisitos de la norma ANSI C39.1. (Requirements for Electrical Indicating Instruments).

b. Las cajas de los instrumentos deberán ser herméticas y deberán tener cubiertas a prueba de sombras.

c. La presentación de la variable deberá ser a través de un arreglo del tipo dial, de segmentos mediante diodos LED. Además se deberá mostrar un despliegue digital con 4-1/2 dígitos como mínimo, con una precisión de 0.1% por ciento de la escala completa. Los instrumentos indicadores deberán proveerse con elementos de ajuste desde su frente.

d. Los instrumentos indicadores deberán diseñarse para operación en circuitos a 60 Hz y deberán ser apropiados y calibrados para conectarse con los secundarios

en 120 Vc.a. de los transformadores de potencial, y con los secundarios de 5 A de los transformadores de corriente.

e. Las designaciones para identificar los instrumentos deberán imprimirse nítidamente en la cara de las placas de las escalas o deberán proveerse en placas de características separadas. Las escalas de todos los instrumentos indicadores que no se especifiquen, deberán ser adecuadas para el uso requerido. Las divisiones en las escalas deberán permitir lecturas rápidas y precisas. Los voltímetros de corriente alterna deberán proveerse con escalas expandidas, y deberán permitir entradas en el rango de 100 a 150 V provenientes desde los transformadores de potencial. Los amperímetros de corriente alterna deberán tener escalas de longitud estándar.

f. EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación de CORPOELEC los documentos correspondientes a los detalles mostrando las escalas, marcas, placas de características y datos de todos los instrumentos digitales.

CC. Indicadores luminosos

Los indicadores luminosos, deberán ser del tipo para tableros, aislados para servicio en 125 V c.c. ó 120 V c.a., con caperuzas de color apropiado y resistencias autocontenidas. Las caperuzas de color deberán ser de un material que no se ablande por efectos del calor emitido por las lámparas. Las lámparas deberán poder ser reemplazadas desde el frente de los tableros y, hasta donde sea posible, todas las caperuzas de color deberán ser similares e intercambiables. Las lámparas deberán ser del tipo LED, de iguales características y capacidad nominal.

DD. Interruptores Termomagnéticos.

Cada uno de los circuitos de tensión provenientes de los arrollados secundarios de los transformadores de potencial que alimentan a medidores, instrumentos y otros equipos instalados en el Patio de Distribución 230/400 kV, deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos independientes.

EE. Bloques de Prueba.

Deberán proveerse bloques de prueba para los circuitos de medición. Los bloques de prueba deberán ser del tipo serie para pruebas "en servicio" para circuitos de corriente y del tipo "fuente separada" para los circuitos de tensión. Deberán ser de tipo para tableros, para montaje al ras o semirrasante, con conexiones en la parte posterior, con cubiertas removibles. Los bloques de prueba deberán ser aptos para aislar completamente los módulos de medición de los transformadores para instrumentos y otros circuitos externos y deberán permitir realizar pruebas, desde una fuente externa o desde los transformadores para instrumentos, por medio de enchufes múltiples de prueba.

FF. Despliegues de Tiempo Sincronizado.

Los Despliegues de Tiempo Sincronizado deberán ser para montaje semiembutido, del tipo de fácil lectura con despliegues brillantes, mediante LED de cinco centímetros de alto, con lectura de diales en horas, minutos y segundos. Los despliegues deberán ser adecuados para operación en 120 V c.a. y 60 Hz, y deberán estar sincronizados vía NTP (Network Time Protocol) desde el Equipo de Sincronización de Tiempo Sincronizado por Satélite (GPS), especificado en esta Cláusula.

GG. Teléfonos.

Los Teléfonos deberán ser para montaje al ras en el frente del tablero, color negro, con "touch tone" y cable devanado de 2.75 m, equipados con marco y caja.

HH. Contadores de Tiempo.

Se deberán proveer contadores de tiempo para el registro de las horas y minutos en servicio y fuera de servicio de las Unidades generadoras. Los contadores deberán ser del tipo digital, para montaje semiembutido en tableros, rectangulares de 45 X 35 mm, con despliegues de cristal líquido LCD, de color negro con 8 dígitos para indicar las horas y minutos. Los contadores deberán ser adecuados para operación a 125 V c.c.,y deberán tener una llave de reposición incluida en el despliegue, la cual deberá permitir ser bloqueada.

3.14 CABLEADO ELECTRICO Y TERMINALES

A. Generalidades. EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar y conectar, según se muestre en los Planos o como se apruebe u ordene, todos los cables aislados requeridos por las partes componentes de los sistemas de potencia, instrumentación, control y anunciación, incluyendo terminales, borneras, copas terminales de cables, conos de esfuerzo, uniones de cables, enchufes de desconexión de cables (macho y hembra), conectores para empalme, materiales de empalme, amarraderas para cables y cuñas, grapas para cables, soportes para cables, terminaciones para cables, rótulos de identificación y otros equipos y materiales misceláneos para obtener una instalación completa, lista para entrar en operación. Todas las partes del equipo y los materiales estarán sujetos a la aprobación por parte de CORPOELEC. EL CONTRATISTA deberá realizar el cableado interno y externo de todos los equipos suministrados bajo este Contrato. EL CONTRATISTA también deberá instalar, soportar, conectar, identificar y probar todos los cables externos requeridos para el cableado de los generadores, equipos de excitación, turbinas, transformadores principales de

potencia y auxiliares de la Casa de Máquinas, cubículos de puesta a tierra del neutro de los generadores, etc. El aislamiento deberá ser de los tipos XHHW, RHW, o THW del NEC para 600 V, adecuado para una temperatura nominal de operación continua de 90 °C, (en seco). La cubierta de los conductores deberá ser apropiada para el medio ambiente (temperatura ambiental, exposición a la humedad, y al aceite etc.) donde se usen. El cableado aislado deberá cumplir con los requisitos de la Norma ICEA S-66-524, Norma NEMA WC-7 "Cross-Linked, Thermosetting Polyethylene Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy".

B. Conductores de Control. El cableado de control deberá consistir de conductores de cobre no menores que el No. 16 AWG (1,5 mm^2) con trenzado Clase C de la NEMA, a menos que se especifique de otra manera. Deberá emplearse cable de un tamaño mayor donde sea necesario, de acuerdo con los requisitos de capacidad de conducción de corriente y caída de tensión. Se podrá utilizar cable de menor tamaño en los circuitos de señales de bajo nivel, con cable apantallado como protección contra el ruido eléctrico. El cableado de control en los cubículos, paneles y gabinetes deberá ser de tipo SIS del NEC, de conductores de cable trenzado con aislamiento de 600 V, resistente al fuego y a los hongos.

C. Conductores de Potencia. Los conductores de potencia deberán ser de cobre, con trenzado Clase B de la NEMA y no más pequeños que el No. 12 AWG (3,3 mm^2). En los circuitos de potencia a 120 Vca o más, se deberán proveer cubiertas o barreras aislantes sobre los bloques terminales a las entradas del circuito a los paneles de control, los terminales de entrada a los interruptores y en general, sobre cualesquiera otras partes internas que puedan quedar energizadas aún al abrir los interruptores, para evitar contactos accidentales.

D. Conductores para Circuitos de 4,16 kV.

1. Generalidades. Los cables de potencia para circuitos de 4,16 kV deberán ser monopolares o multiconductores, según se indique, del tipo MV, según el CEN, que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma ICEA S-93-639 y Underwriters Laboratorios Certification Nº E130113, y que esté aprobado para ser usado en bandejas para cables.

Los conductores deberían ser trenzados, Clase B, de cobre electrolítico compactado. Debería proveerse una pantalla en el conductor constituida por un material semiconductor extraído sobre el conductor con un espesor mínimo de 0,0635 mm. El calibre mínimo del conductor deberá ser Nº 1/0 AWG, a menos que se indique de otra manera.

2. Aislamiento. El aislamiento de los conductores debería tener las características siguientes:

- Tipo: Extruído o extrusionado (acrónimo inglés XPS), resistente al calor y a la humedad, constituido por material termoestable, tal como el poliestireno, polietileno vulcanizado o el etileno propileno.
- Tensión Máxima de Operación: 5 kV
- Límite de Temperatura de Punto Caliente:
  - Máxima Continua (Húmedo o Seco): 90°C
  - Sobrecarga de Emergencia: 130°C
  - Corto Circuito: 250°C

3. Espesor de Aislamiento. Deberá estar conforme con lo indicado en la Norma ICEA S-93-639, Tabla 4-1, para un nivel de aislamiento de 133%.

4. Apantallamiento. Los cables deber{an ser apantallados de acuerdo con la Norma ICEA S-93-639, usando cinta o malla de alambres de cobre.

5. Cubierta. Los cables deberán proveerse con una cubierta integral de PVC para aislamiento del apantallamiento y protección, de acuerdo con la Norma ICEA S-93-639, Sección 7, y deberán ciumplir con los requisitos de ensayo de Underwriters Laboratorios UL-1581 para uso en bandejas para cables.

6. Identificación. Los cables deberán llevar identificación impresa en su superficie, indicando el nombre del fabricante, tipo de aislamiento, número y calibre de los conductores y tensión.

7. Conductores de Instrumentación. Los cables para los circuitos analógicos deberán ser blindados e incluir envoltura general aislante, conteniendo los conductores de cable trenzado de un tamaño igual o superior al No 18 AWG. EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar todo el cableado requerido para los trabajos de modernización y/o rehabilitación de los paneles, subpaneles, tableros y otros equipos especificados en estos Documentos del Contrato. El cableado eléctrico dentro de los equipos deberá estar ordenado, estéticamente dispuesto y sostenido y armado adecuadamente y deberá terminarse de tal manera que todas las conexiones externas para control, instrumentación y potencia auxiliar puedan hacerse a los bloques terminales dentro del gabinete. No se permitirán empalmes en los cables o conductores y todas las conexiones deberán hacerse a bornes o bloques terminales.

8. Instalación. EL CONTRATISTA deberá suministrar todo el cableado requerido para la puesta en servicio de los equipos suministrados, del cableado requerido para interconexión en el Sitio entre los equipos especificados en los presentes documentos del Contrato tales como unidades de potencia hidráulica, paneles, cubículos, gabinetes, tableros, dispositivos accesorios tales como: los sistemas e interruptores de indicación de posición, dispositivos de medición de temperaturas, dispositivos de medición de proximidad, transmisores de presión, presóstatos,

dispositivos de presión mínima y presión diferencial, controladores de lógica programable, todo el cableado para comunicaciones, etc; así como del cableado para interconectar a los equipos cubiertos por el objeto de este contrato con los equipos existentes. El cableado con los equipos existentes se deberá realizarse con cables nuevos.

El cableado eléctrico interno de los equipos especificados deberá estar ordenado, estéticamente dispuesto y sostenido y armado adecuadamente, y deberá terminarse de tal manera que todas las conexiones externas para control, instrumentación y potencia auxiliar puedan hacerse a los bloques terminales dentro del gabinete. No se permitirán empalmes en los cables o conductores y todas las conexiones deberán hacerse a bornes o bloques terminales.

Todo el cableado que salga de los tableros, paneles, gabinetes, etc. deberá terminarse en bloques terminales o conectores enchufables, según se especifique y deberá enrutarse en conduits metálicos rígidos de acero galvanizado, aunque se permitirá el uso de conduits metálicos flexibles recubiertos con una camisa de neopreno a prueba de líquidos para los tramos cortos y las terminaciones. Todas las conexiones en bornes terminales deberán tener arandelas de presión. Todo el cableado interno deberá instalarse en bandejas, canales y conduits para paneles siempre que sea posible. Los conductores deberán disponerse dentro de las bandejas de cableado evitando el cruce de grupos de conductores expuestos. No se permitirá el uso de cableado expuesto sin la autorización expresa de CORPOELEC. Los amarres a usarse en los grupos de conductores deberán ser del tipo no metálico. El cableado entre paneles y entre el frente y la parte posterior de los mismos deberá suministrase e instalarse en un sistema de conduits adecuado para cableado.

Los circuitos de control y de potencia deberán separarse completamente. No deberán conectarse más de dos (2) conductores a cualquier tornillo de los bloques terminales. Todas las conexiones del cableado interno a los bloques terminales deberán hacerse solamente hasta uno de los lados de los bloques terminales, dejando el otro lado completamente libre para realizar las conexiones externas. Todas las conexiones de cableado deberán hacerse mediante el uso de terminales de compresión del tipo de anillo. Todos los terminales y bloques terminales deberán identificarse así como también deberán proveerse identificaciones para los conductores de cada extremo de los mismos. Todas las identificaciones de los terminales, de los bloques terminales y de los extremos de cables, a ser realizados por El CONTRATISTA, estarán sometidos a la aprobación de CORPOELEC, conjuntamente con la ingeniería a ser presentada de los equipos.

EL CONTRATISTA deberá suministrar todo el cableado requerido para la puesta a tierra de los equipos suministrados y/o por los equipos y dispositivos a ser instalados por él. El cableado de puesta a tierra de los equipos existentes se deberá realizar con cables nuevos.

E. Bloques Terminales. Los bloques terminales para el cableado de los circuitos de control y de los circuitos de corriente y potencial deberán ser del tipo moldeado, con barreras, con una capacidad nominal para servicio de 30 A, 600 V. Los tornillos para los terminales deberán ser del tipo de cabeza de arandela, de tamaño y longitud suficientes para conexión de dos conductores No. 10 AWG (5,2 mm²), con terminales, a un tornillo. Se deberán proveer tiras de identificación de color blanco para identificación de los terminales, las cuales deberán fijarse a las secciones moldeadas de los bloques terminales por medio de tornillos. Los bloques terminales deberán instalarse en filas. Los terminales para las conexiones externas deberán organizarse en grupos separados para control, instrumentación, indicación, alarmas, protección, etc., de manera que los cables externos puedan conectarse en forma nítida y ordenada, sin cruces entre los mismos. La disposición de los bloques terminales estará sujeta a la aprobación de CORPOELEC. Los bloques terminales deberán identificarse por número de bloque como TB1, TB2, etc., y los bornes individuales deberán identificarse en las tiras de identificación con números ascendentes como 1, 2, 3 etc., escritos legiblemente con un líquido de marcar permanente. Las designaciones numéricas de los bloques terminales deberán corresponder con los diagramas de cableado. Cada bloque terminal deberá tener una tira de identificación adicional de repuesto. Los bloques terminales deberán ser del tipo para servicio pesado resistente a impactos y quebraduras durante su instalación. Los bloques terminales para los conductores de los secundarios de los transformadores de corriente deberán ser del tipo de cortocircuitables y seccionables, con barreras de aislamiento de completa penetración entre bornes adyacentes, con tornillos de cabeza de arandela de material no ferroso y con placas de corto circuito. Los bloques terminales para los conductores de los secundarios de los transformadores de potencial deberán ser del tipo seccionable. Se deberá suministrar por lo menos un veinte por ciento (20%) adicional de terminales de reserva en cada bloque o grupo de bloques terminales, a menos que se indique de otra manera.

F. Conectores Enchufables. Para la conexión entre paneles y equipos, y según se requiera, se podrán emplear cables terminados en ambos extremos con conectores terminales enchufables. Se deberá garantizar que con el uso de conectores enchufables no se causen daños en el sistema, daños mecánicos, riesgos de fuego, choques eléctricos o daños a personas, cuando se realicen conexiones o desconexiones de conectores o en casos de mal alineamiento en conectores en receptáculos o la inserción de un conector en otro no adecuado. Para prevenir operaciones incorrectas al hacer o deshacer conexiones entre equipos del sistema, los conectores receptores deben estar polarizados o el sistema debe estar diseñado de manera que no ocurra un mal funcionamiento.

3.15 EQUIPOS DE COMPUTACION Y CONTROL

A.Generalidades. En esta Cláusula se especifican los equipos de computación y

control. Los equipos de computación y control deberán incluir todos los programas y equipos necesarios para sostener un dialogo interactivo entro el operador y los sistemas o equipos que supervisan. Todos los equipos especificados en esta sección deberán ser idénticos, en su marca, modelo y versión, deberán ser buena calidad y de apropiado diseño, fabricación y funcionamiento. Los equipos deberán ser completamente nuevos y deberán corresponder a los modelos más recientes introducidos por el fabricante en el momento de la aprobación por parte de CORPOELEC del embarque de los sistemas o equipos que supervisan.

B. Interfaz Humano Máquina (IHM). Los IHM deberán ser selladas, adecuadas para uso industrial y equipado con todas las interfases necesarias para las redes de comunicaciones. Los monitores deberán ser de pantalla plana, cuarzo líquido (LCD), matriz activa (TFT) y sensitivo al tacto si es requerido por la aplicación. Si se suministra un ratón y un sellado con membrana para uso industrial.

C. Computadores Personales. Los Computadores Personales deberán ser características de última tecnología, los cuales contener los siguientes parámetros:

a. CPU, Intel o similar con una versión reconocida mundialmente y la capacidad más alta disponible comercialmente para el momento del suministro.

b. Memoria del sistema: memoria cache 512 Kbyte como mínimo.

c. Memoria de almacenamiento RAM mínimo 2 Gbyte; disco duro del tipo RAID y unidad de DVD-RW con la capacidad y velocidad más alta disponibles comercialmente para el momento del suministro y unidad de disco flexible de 3/2'.

d. Teclado ergonómico con caracteres en español y ratón óptico (mouse).

e. Monitor a color, de diecisiete pulgadas o mayor con resolución de 1600 x 1280 píxeles de tipo plano, TFT.

f. Tarjeta aceleradora de gráficos 3D.

g. El Software de operación deberá estar desarrollado en Software Libre, de modo que cumpla con los lineamientos establecidos en el Decreto 3390 "Empleo Prioritario de Software Libre en la Administración Pública Nacional."

h. Cuatro (4) puertos USB y puerto Ethernet.

D. Computadores Personales Portátiles. Los Computadores Personales Portátiles

deberán ser del tipo "Laptop", con las siguientes características mínimas y con las características de última tecnología, las cuales deben contener los siguientes parámetros:

a. Procesador Intel o similar, de la capacidad más alta disponible comercialmente para el momento del suministro.

b. Pantalla de 14.1 pulgadas o superior.

c. Disco Duro y Memoria RAM y unidad de DVD-RW con la capacidad y velocidad más alta disponible comercialmente para el momento del suministro.

d. Teclado con caracteres en idioma castellano y ratón óptico.

e. Puerto IDE, 2 puertos USB y puerto serial RS232 (o convertidor RS232/USB).

f. Maletín rígido para transporte.

g. Todos los Computadores Personales Portátiles deberán estar provistos de toda la programación operativa y aplicaciones requeridas para la instalación, recolección de datos, configuración, parametrización, diagnostico, mantenimiento, pruebas y respaldo del sistema para el cual han sido suministrados.

h. Batería de respaldo con capacidad para ocho(8) horas de uso continuo como mínimo.

EL CONTRATISTA deberá suministrar los cables y accesorios requeridos para la conexión entre los sistemas a ser supervisados, el Computador Personal Portátil y el Impresor.

E. Impresoras. Las impresoras deberán ser del tipo láser a color, con interfaz de red y una resolución superior a 600 x 600 ppp (puntos por pulgada). Los impresores láser deberán tener una memoria RAM con la mayor capacidad disponible comercialmente para el momento del suministro, una velocidad de impresión superior a 24 ppm (páginas por minuto), capacidad para imprimir en el papel común de 8,5 x 11 pulgadas y 11 x 17 pulgadas, con dos (2) bandejas con capacidad para 500 páginas cada una.

F. Red de Procesos. La Red de Procesos deberá ser redundante y cumplir con el estándar IEEE 802,3 (ETHERNET), 1000 Mbps mínimo y deberá utilizar protocolos abiertos y estándar de la industria, tales como TCP/IP. El medio físico, deberá ser de fibra óptica.

G. Red de Instrumentación. La Red de Instrumentación deberá cumplir con los estándares (IEEE 1046, DIN 19245, NF EN 50170, o IEC 61158) Modbus, Profibus, DeviceNet, Fieldbus Foundatión.

H. Módulos de Entrada y Salidas. Los Módulos de Entradas y salidas deberán incluir módulos para entradas digitales, analógicas y de detección de temperatura por resistencia y salidas de control, y deberán cumplir con la norma ANSI C37.90.1 (Surge Withstand Capability Test (SWC) Test for Protective Relays and Relay Systems).

I. Instrumentos para Medición de Parámetros Eléctricos. Los Instrumentos para Medición de Parámetros Eléctricos deberán aceptar entradas de voltaje y corriente provenientes de los transformadores de corriente y tensión, deberán procesar las señales de entrada utilizando técnicas de procesamiento digital y deberán ser adecuados para medir señales de tres fases, 60 Hz con un error que no deberá exceder 0,25% del rango a 25°C. Los Instrumentos deberán ser programables para calcular potencia y energía activa, potencia y energía reactiva, factor de potencia, frecuencia, voltaje y corriente.

J. Controlador de Lógica Programable (PLC). El PLC deberá ser de construcción modular y deberá estar basado en microprocesadores y circuitos integrados, deberá resolver la lógica de las aplicaciones, almacenar los programas de aplicación, almacenar los valores numéricos relacionados con la ejecución de los programas de aplicación y la lógica de programación, y deberá realizar la función de interfaz con las entradas y salidas. EL PLC deberá ser apto de ser programado por una computadora tipo PC estándar (con las aplicaciones de programación adecuadas) a través de un puerto de comunicaciones serie, un módulo de comunicaciones Ethernet u otro Interfaz de comunicación. El PLC deberá soportar múltiples lenguajes basados en el estándar de la industria IEC61131-3. La memoria de usuario deberá ser del tipo EEPROM o EPROM para los programas críticos y RAM estática para programas activos. La memoria del usuario deberá ser dimensionada según se requiera para implementar las funciones especificadas más un mínimo de 10 palabras (de 16 bits) por cada entrada/salida provista como reserva, pero nunca deberá menor a 1Mb. la fuente de alimentación del PLC y de módulos externos deberá cumplir con el estándar IEC 1131-2. EL CONTRATISTA deberá garantizar la alimentación continua y de manera automática del PLC, en caso de falla de una de las fuentes de alimentación.

3.16 SOFTWARE LIBRE

De modo de cumplir con los lineamientos establecidos en el DECRETO 3.390 "EMPLEO PRIORITARIO DE SOFTWARE LIBRE EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

NACIONAL", los softwares de operación y gestión para la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar en Guri, deberán estar desarrollados en Software Libre. De no cumplir con este requisito, EL CONTRATISTA deberá presentar un documento, donde se especifiquen y se expliquen detalladamente las razones por la cual no es posible cumplir con esta solicitud, incluyendo también la descripción de la tecnología propuesta; todo esto debe ser revisado y aprobado por CORPOELEC.

3.17 PRUEBAS DE RUTINA DE EQUIPOS ELECTRICOS

Todos los equipos eléctricos tales como instrumentos, relés, transformadores de corriente, de potencial y de control, motores, arrancadores, contactores, etc., deberán probarse individualmente de acuerdo con las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE o IEC, excepto que no se requerirán pruebas individuales de tales componentes cuando los mismos se produzcan en serie y hayan sido sometidos a pruebas de rutina según las normas de las organizaciones antes mencionadas. Sin embargo, deberán presentarse los reportes de pruebas que cubran cada componente cuando CORPOELEC así lo requiera.

3.18 TUBERÍAS

A. Generalidades. Las tuberías, los materiales de los tubos, soportes y colgadores deberán cumplir con lo estipulado en la Norma ANSI/ASME B31.1. "Power Piping". La disposición de las tuberías y la ubicación de las válvulas y uniones deberán hacerse evitando interferencia con otros equipos y sistemas, de tal manera que las inspecciones, reparaciones y remoción de otros equipos puedan ser efectuadas con relativa facilidad. Todas las tuberías deberán soportarse de manera de evitar vibraciones excesivas y donde se especifique deberán fabricarse de acero resistente a la corrosión. Las conexiones del tipo de bridas con tornillos y uniones deberán ubicarse en puntos donde el sistema de tuberías deba desconectarse para desmontaje. Todas las tuberías, tanques y demás componentes de los sistemas de aceite deberán limpiarse cuidadosamente y librarse de impurezas de acuerdo con los procedimientos establecidos en las siguientes Normas:

a. ASTM D 4174, Standard Practice for Cleaning, Flushing, and Purification of Petroleum Fluid Hydraulic Systems.

b. ASTM D6439, Standard Guide for Cleaning, Flushing and Purification of Steam, Gas and Hydroelectric Turbine Lubrication Systems".

c. SAE J 1227, Assessing Cleanliness of Hydraulic Fluid Power Components and Systems.

d. SAE J 1165 Reporting Cleanliness Levels of Hydraulic Fluids.

e. MIL-H-133528B Military Specification - Hydrochloric Acid, Inhibited, Rust-Removing.

B. Limpieza de las Tuberías de Aceite.

a. Al finalizar la instalación de las tuberías con los sistemas que están asociadas, EL CONTRATISTA deberá limpiar a fondo dichas tuberías, eliminando toda la grasa, metal de la soldadura, cortes de metal, y el lodo que puede haberse acumulado durante la instalación y las pruebas de cualquiera de los sistemas correspondientes. Cualquier obstrucción, decoloración u otros daños causados a superficies externas, equipos o acabado general de otros componentes, causados por una limpieza inadecuada de los sistemas de tuberías deberán ser corregidos. EL CONTRATISTA deberá tener un cuidado especial para remover todas las partículas metálicas del sistema de tuberías para prevenir posibles daños a válvulas y a otros mecanismos de operación.

b. En caso de suministro de tuberías de acero al carbono, el interior de las mismas se deberá limpiar mediante un baño químico (pickling) siguiendo los requerimientos indicados en la Norma MIL-H-13528B "Military Specification, Hydrochloric Acid, Inhibited, Rust-Removing", o una Norma equivalente con requisitos similares, para asegurar que al terminar con el baño químico, las celdas galvánicas sean removidas de las superficies de las tuberías (y asegurar que las tuberías estén neutralizadas) y evitar de esta manera daños por corrosión, endurecimiento y fragilidad.

c. Limpieza mediante circulación de aceite para los sistemas de tuberías de aceite lubricante y sistemas de gobernación.

i. Generalidades. La limpieza mediante circulación de aceite deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM D 4174 "Standard Practice for Cleaning, Flushing, and Purification of Petroleum Fluid Hydraulic Systems". En lugar de los procedimientos especificados en la Norma ASTM D 4174, se podrán utilizar los procedimientos del fabricante de los equipos, siempre y cuando dichos procedimientos sean equivalentes o más estrictos que la Norma especificada por CORPOELEC.

ii. Procedimiento.

- El aceite para la circulación a través de las tuberías deberá ser calentado entre 65 y 82 °C.
- La velocidad mínima para la circulación del aceite no deberá ser menor de 4,5 metros por segundo.

iii. Pureza. La pureza del aceite deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Se deberán tomar tres (3) muestras cada ½ hora y realizar un conteo de las partículas en cada muestra.
- Se deberán tomar las muestras cumpliendo los procedimientos especificados en SAE J 1227 Sección 2.4.2 "Flow Test".
- Ninguna de las tres muestras deberá exceder el nivel de pureza ISO 16/13 según la tabla No. 1 de la Norma SAE J1165 "Reporting Cleanliness Levels of Hydraulic Fluids - SAE J1165".
- No deberán existir partículas mayores a 250 micrones.
- Una vez completado el proceso de limpieza del sistema, se deberá desechar el aceite utilizado en la limpieza y llenar el sistema con aceite limpio que cumpla con el grado de pureza ISO 16/13.

C. Materiales para Tuberías. Los siguientes materiales deberán usarse para los diferentes sistemas de tuberías suministrados con los equipos. En la Cláusula 3.3 (Materiales y Equipos) de este Volumen, se listan materiales adicionales de tuberías para uso general de EL CONTRATISTA.

	USO	MATERIALES
1.	Tuberías de suministro y drenaje de agua de hasta 3 pulgadas de diámetro (76 mm) y menores	ASTM A312/A312M, "Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipe" Tipo 304, Schedule 40, con accesorios roscados.
2.	Tuberías de suministro y drenaje de agua, mayores de 3 pulgadas de diámetro (76 mm).	ASTM A53/A53M, "Specification for Pipe, Steel, Black and Hot - Dipped Zinc - Coated Welded and Seamless", sin costura, Grado B, peso estándar, acero negro, con accesorios soldables a tope de acero fundido ANSI/ASME B16.9 y bridas de acero ANSI/ASME B16.5, Clase 150.
3.	Tuberías piezométricas empotradas	Igual a los materiales descritos en el punto 1.
4.	Tuberías de admisión de aire de la turbina.	Igual a los materiales descritos en el punto 2.
5.	Tuberías de aire comprimido para presiones menores de 10,5 kg/cm²	ASTM A53/A53M, Tubería de acero negro, sin costura, Grado B, Schedule 80, con accesorios roscados de hierro maleable ANSI/ASME B16.3, "Malleable - Iron Threaded Fittings", Clase 150

	USO	MATERIALES
6.	Tuberías de aire comprimido para presiones mayores de 10,5 kg/cm²	ASTM A53/A53M, Tubería de acero inoxidable, sin costura, Grado B, Schedule 80, con accesorios de acero forjado de boquilla para soldar ANSI/ASME B16.11, "Forged Fittings, Socket - Welding and Threaded",Clase 3000
7.	Tuberías de aceite lubricante, de baja presión	ASTM - B88M "Specification For Seamless Copper Water tube" Tipo K, templado duro o suave, con accesorios soldables de cobre ANSI/ASME B16.22, "Wrought Copper and Copper Alloy Solder - Joint Pressure Fittings".
8.	Tuberías de aceite de alta presión del gobernador	ASTM - A53/A53M, Tubería de acero, sin costura, Grado B, Schedule 80, aceitado y limpiado en baño químico, con accesorios soldables a tope de acero fundido ANSI B16.9, extra pesado, o accesorios de acero forjado de boquilla para soldar ANSI/ASME B16.11, Clase 3000 y bridas de acero ANSI B16.5, Clase 900
9.	Tuberías de aceite lubricante de alta presión del generador	Igual a los materiales descritos en el punto 8.
10	Tuberías de suministro de agua para protección contra incendios de los transformadores (mojadas).	Igual a los materiales descritos en el punto 2.
11	Tuberías del sistema de atomización de agua con toberas para el transformador (secas).	ASTM A53/A53M, tuberías de acero, sin costura, Grado B, galvanizado, con accesorios roscados de hierro maleable, ANSI/ASME B16.3, Clase 150.
12	Tuberías del sistema de CO_2 para protección contra incendios del generador	ASTM A53/A53M, tuberías de acero negro, sin costura, Grado B, Schedule 80, con accesorios de acero forjado de boquilla para soldar, ANSI/ASME B16.11, Clase 3000.
13	Tuberías para instrumentos y piezométricas (expuestas)	ASTM A269, "Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for

	USO	MATERIALES
		General Service", sin costura, Tipo 304.

D. Revestimiento Epóxico.

1. Generalidades. Todas las superficies de hierro y acero de las tuberías, válvulas, coladores, caras de las bridas y otros accesorios expuestos al agua, que requieran revestimiento epóxico, deberán recubrirse utilizando los materiales indicados en la Cláusula 3.12, D, 13 (Lista y Procedimientos de Acabado y Superficies) de este Volumen. Las capas deberán aplicarse en taller por una compañía competente y aprobada, la cual se haya especializado en este tipo de trabajo por lo menos cinco (5) años. EL CONTRATISTA deberá suministrar información completa y detallada de las calificaciones de la compañía propuesta para la aprobación de CORPOELEC. EL CONTRATISTA podrá ejecutar en el Sitio reparaciones de las capas que hayan sido dañadas, siempre y cuando las reparaciones se hagan según las prácticas recomendadas por el fabricante del revestimiento. Las reparaciones ejecutadas en el Sitio se deberán probar de acuerdo con los procedimientos que se describen a continuación:

2. Materiales Epóxicos. El epoxi deberá ser utilizado para pintar superficies interiores de tuberías de acero y sus accesorios o las superficies en contacto con el agua de las válvulas de hierro fundido (para el agua del río) o según lo requiera CORPOELEC. Las capas de epoxi catalizado, aplicadas en fábrica, deberán formar una capa de un espesor mínimo de 0,25 mm después de secas.

3. Preparación de Superficies. Se deberá remover toda salpicadura de soldadura y pulir todo borde agudo. Se deberá remover de las superficies a ser recubiertas, los depósitos de suciedad, grasa, alquitrán y aceite, por medio del uso de un solvente orgánico, solución alcalina o vapor. Se deberá limpiar la superficie con chorro de arena hasta obtener una superficie metálica "blanca", y producir un acabado de anclaje en el metal que corresponda aproximadamente al 20 ó 25% del espesor de la película de recubrimiento. La limpieza por chorro de arena deberá cumplir con los requisitos del SSPC-SP-5, "Blast Cleaning to White Metal". La primera aplicación del recubrimiento deberá efectuarse el mismo día que se realice la limpieza por chorro de arena.

4. Recubrimiento. El espesor de película seca del recubrimiento no deberá ser menor de 0,25 mm ni mayor de 0,30 mm. El recubrimiento deberá ser aplicado en completo acuerdo con las recomendaciones del fabricante del mismo y curado a 80 °C durante el tiempo especificado por el fabricante del recubrimiento.

5. Pruebas. Se deberá probar el espesor del recubrimiento final por medio de un gálibo de prueba de espesor seco o un medidor electrónico de espesor similar al "Kett Thickness Meter Model L-1B". Se deberá comprobar la existencia de picadura

en el recubrimiento con un equipo de medida de resistencia eléctrica en el cual uno de los electrodos consistirá en una esponja conductora húmeda u otro dispositivo que se ajuste a los cambios del contorno de la superficie a probar. Todos los defectos deberán ser reparados y probados nuevamente.

6. Inspección. CORPOELEC o quien ella designe, inspeccionará todas las válvulas, coladores y otros accesorios con revestimiento epóxico, antes de ser enviados al Sitio de la Obra.

E. Soportes. Deberán proveerse soportes adecuados para todas las tuberías incluidas en el suministro de EL CONTRATISTA. Los soportes, colgadores abrazaderas, grapas, dispositivos de fijación y todos los anclajes necesarios, pernos, vástagos, tuercas, arandelas, empaquetaduras a prueba de aceite, etc., requeridos por los sistemas de tuberías, deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA.

F. Conexiones de Tuberías. Las conexiones externas de tuberías para todos los equipos deberán ser roscadas o embridadas, con las bridas fresadas y taladradas de acuerdo con la norma ANSI/ASME aplicable. Las conexiones internas de los equipos, se harán de acuerdo con las normas elegidas por EL CONTRATISTA. Todas las conexiones externas de bridas, deberán estar provistas de pernos, tuercas y empacaduras para la conexión a las tuberías existentes. Las conexiones a compresores deberán hacerse con conectores para evitar la transferencia de vibraciones.

3.19 PIEZAS DE REPUESTO

A. Generalidades. Las piezas de repuesto deberán ser intercambiables con los equipos originales, y ser de la misma calidad y materiales; intercambiables entre los equipos que correspondan al mismo grupo y cuando sea posible, comunes a ambos grupos. Las piezas de repuesto deberán enviarse en cajas completamente independientes de las piezas empleadas en el montaje inicial, y deberán marcarse claramente "Piezas de Repuesto para: (nombre del equipo según aplique)", con el número del Contrato y la identificación de las piezas que contienen, de acuerdo a lo estipulado en la Sección VI (Requisitos de la Planta y Servicios de Intalación) del Pliego de Licitación. Las piezas de repuesto deberán recibir un tratamiento especial y deberán ser empacadas en cajas para preservarlas contra el deterioro que puedan experimentar al ser almacenadas por largo tiempo bajo las condiciones prevalecientes en el Sitio.

B. Piezas de Repuesto Especificadas. Las piezas de repuesto deberán ser suministradas como se especifican en los presentes Documentos del Contrato y el precio de las mismas deberá ser incluido en la Oferta.

3.20 MATERIALES PARA LAS FUNDACIONES

Todos los materiales para la fijación de los equipos a las fundaciones permanentes existentes tales como pernos de anclaje, bien sean empotrados en concreto o requeridos para asegurar o apoyar las piezas durante cualquier vaciado adicional del concreto, deberán ser suministrados conjuntamente con los equipos y deberán incluir los accesorios necesarios, tales como gatos, varillas de tensión, pernos tensores, torniquetes, anclas, anillos de anclaje, tornillos de nivelación, columnas de apoyo en acero estructural o tubos de acero, planchas de base, planchas para empotrar riostras, soportes, etc. El suministro deberá incluir también los pedestales de acero para soportar los equipos durante su montaje y empotramiento. Los detalles de las fundaciones de concreto deberán ser sometidos a la aprobación de CORPOELEC y estar de acuerdo a lo estipulado en la Cláusula 3.30 (Trabajos en Concreto) de este Volumen..

3.21 DISPOSITIVOS DE MANIPULACIÓN

EL CONTRATISTA deberá diseñar y suministrar todos los dispositivos de izamiento necesarios para la manipulación de las partes y piezas de los equipos especificados bajo este Contrato, tales como vigas de izamiento, ménsulas y talones de izamiento, eslingas, zapatas colgantes para elevación de los ejes, rodetes, motores, rotores, estatores, etc., durante la descarga, el montaje y el desmontaje. EL CONTRATISTA deberá suministrar dos (2) juegos de dispositivos de manipulación adecuados, incluyendo eslingas y horquillas y otros tipos de sujetadores seguros, para emplearse con las grúas empleadas en el montaje, y para levantar los equipos con la grúa del barco o del muelle en el puerto de descarga o con los equipos de descarga en el Sitio. Igualmente se deberán proveer cáncamos, orejas de levantamiento en todos los componentes principales de los equipos, así como ménsulas y argollas que se requieran para sujetar las piezas al gancho de las grúas mediante eslingas. Los dispositivos de izamiento que resulten dañados desgastados por el uso, deben ser reemplazados antes de la entrega a CORPOELEC y su costo debe estar incluido en los precios de la Oferta.

3.22 CARACTERISTICAS DEL AGUA Y CORROSION

A. Análisis del Agua. Los siguientes análisis químicos y físicos se suministran con el objeto de informar a EL CONTRATISTA acerca de las características generales del agua del Río Caroní, y no se pretende establecer límites precisos de las variables medidas. Los datos fueron obtenidos de los análisis realizados en el Lago Guri, aproximadamente a 30 km aguas arriba de la Presa Guri.

ANALISIS DEL CONTENIDO IONICO DE LAS AGUAS DEL EMBALSE DE GURI (Sitio: COROIMA - 30 km aguas arriba del sitio de presa Guri) AÑO 1997

PARAMETRO	n	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Temperatura (°C)	436	29,3	26,2	27,5
Turbidez (NTU)	83	10,0	1,9	3,9
Alcalinidad Total (mg$CaCO_3$/ml)	83	6,3	2,0	3,40
Potencial Redox (mv)	83	350	100	217
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	83	13,01	0,82	1,957
PH	84	6,60	5,10	6,05
Conductividad (uS/cm)	83	19,80	7,40	8,40
Dureza Total (mg $CaCO_3$/ml)	83	4,45	2,02	3,30
Dureza Cálcica (mg $CaCO_3$/ml)	83	1,005	0,575	0,938
Dureza Magnésica (mg $MgCO_3$/ml)	83	0,739	0,42	0,651
Oxígeno Disuelto (mg/L)	436	6,96	0,40	5,69
Cloruros (mg/L)	73	0,73	0,20	0,44
Magnesio (mg/L)	83	0,23	0,12	0,19
Sílica Reactiva Soluble (mg/L)	83	3,62	1,62	2,61
Calcio (mg/L)	83	0,43	0,23	0,38
Sodio (mg/L)	83	0,63	0,32	0,50
Potasio (mg/L)	83	0,45	0,27	0,36
Na + K + Mg + Ca (mg/L)	83	1,74	0,94	1,43
Fosfatos (mg/L)	83	0,110	0,009	0,055

Carbono Orgánico Particulado (mg/L)	83	7,07	0,49	1,06
Bicarbonato (mg/L)	83	7,68	2,44	4,14
Nitratos (mg/L)	52	0,63	0,35	0,49
Nitritos (mg/L)	52	0,30	0,14	0,21
Silicatos (mg/L)	83	7,76	3,47	5,59

n = N° de análisis realizados.

B. Corrosión. Se sabe que el agua del río contiene bacterias anaeróbicas reductoras de sulfato y bacterias aeróbicas reductoras de hierro. Estas bacterias son capaces de producir una formación considerable de tubérculos y problemas de corrosión en el cobre, bronce, hierro y el acero. EL CONTRATISTA deberá proyectar el equipo y suministrar materiales que presten un servicio satisfactorio bajo estas condiciones.

3.23 LUBRICANTES

A. Generalidades. Como parte del alcance del trabajo de rehabilitación, EL CONTRATISTA deberá drenar el aceite lubricante de los cojinetes, el aceite hidráulico del sistema de gobernación y el líquido de frenos hidráulicos existente en el equipo. Además deberá remover la grasa junto con el sistema de lubricación central de la turbina. EL CONTRATISTA deberá llevar todo el aceite y grasa removido de la Unidad a un sitio de reciclaje aprobado por las leyes y normas locales y nacionales. CORPOELEC suministrará los aceites, grasas y fluidos hidráulicos producidos y refinados en Venezuela, a ser utilizados en los equipos para el llenado inicial y arranque. Para aquellos equipos que requieran aceites especiales, los mismos deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA y suministrarse en cantidades equivalentes al 200% de la cantidad requerida. Los tipos y cantidades aproximadas de los lubricantes utilizados en cada Unidad, se indican en la siguiente tabla, las cantidades indicadas deberán ser verificadas por EL CONTRATISTA:

Uso	Tipo	Cantidad (litros)
Cojinete Combinado del Generador.	Turbina 68 (PDV)	4700
Cojinete de Guía de la Turbina.	Turbina 68 (PDV)	2200
Sistema de Gobernación.	Turbina 68 (PDV)	7600

B. Especificaciones del Aceite.

Grado ISO	68
Viscosidad a 40° C	68 cSt
Viscosidad a 100° C	8,5 cSt.
Índice de Viscosidad	95
Punto de Fluidez	-6 °C
Punto de Inflamación	220 °C
Densidad Relativa @ 15,6 °C	0,880

C. Especificaciones de la Grasa. Del tipo de servicio múltiple industrial EP (extrema presión), elaborada con base de jabón de litio de consistencia NLGL 2, del tipo fabricado por empresas venezolanas reconocidas. La grasa lubricante a emplear es de base de aceite base mineral, sin requerimiento especial de trabajo a altas temperaturas.

3.24 EQUIPOS AUXILIARES

Los componentes de equipos tales como bombas, motores, válvulas, lámparas para luminarias y otras piezas pequeñas similares y accesorios, deberán ser de tipos fácilmente obtenibles en el mercado y preferiblemente en Venezuela. Los nombres de los fabricantes de los equipos eléctricos y mecánicos auxiliares que serán incorporados a la Obra, junto con sus características de funcionamiento y demás información técnica, deberán ser presentados a CORPOELEC para revisión. Cualquier equipo incorporado a la Obra, que no tenga el visto bueno de CORPOELEC será rechazado.

3.25 PLACAS DE CARACTERISTICAS Y DE IDENTIFICACION

A. Placas de Características del Fabricante. Cada componente principal y auxiliar del equipo, incluyendo bombas y válvulas, deberán tener una placa de características fijada permanentemente al mismo, mostrando en forma legible y duradera el tipo, la descripción, el número de serie, el nombre y la dirección del fabricante, la capacidad nominal, características y cualquier otra información importante que sea aplicable. No se aceptarán placas de características que contengan únicamente el nombre de los agentes distribuidores. El texto en todas

las placas de características deberá estar en idioma castellano. Adicionalmente, EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar una placa de identificación a la entrada de cada pozo de turbina y cada pozo de generador por cada unidad generadora, indicando sus respectivas características principales como potencia, velocidad, tipo de turbina y/o generador, número de la Unidad etc. Estas placas de identificación, antes de ser grabadas, EL CONTRATISTA deberá enviar a CORPOELEC los planos respectivos para la revisión y aprobación de las mismas.

B. Placas de Identificación Grabadas. Deberán suministrarse placas de identificación grabadas para todos los cubículos, gabinetes, instrumentos, motores, relés, conmutadores de control, luces indicadoras para el estado de posición de interruptores, etc., y para aquellos dispositivos cuya función o circuito no sea evidente. Cada sección de un conjunto deberá tener una placa de identificación colocada cerca del borde superior. No se requerirán placas de identificación para instrumentos, conmutadores de instrumentos y de control, etc., en los cuales se encuentre indicada su función en el dial o en el escudete respectivo, excepto en aquellos casos donde hayan dos o más dispositivos similares que ejecuten funciones similares en el mismo gabinete, en cuyo caso deberán suministrarse e instalarse las placas de identificación en ubicaciones visibles, para identificar las funciones. Los equipos que sean removibles deberán proveerse con placas de identificación instaladas sobre la parte removible, en lugares visibles cuando el equipo esté en su lugar. El tamaño de las placas de identificación grabadas deberá ser aproximadamente 25 mm por 75 mm ó 50 mm por 130 mm. Las placas de identificación deberán fabricarse de láminas con superficie negra de acabado "mate" o antireflejo, con núcleo de "micarta" blanca o láminas de plástico con letras grabadas en la superficie negra exponiendo el núcleo blanco. El texto de la leyenda, tamaño y ubicación de las placas de identificación estarán sujetos a la aprobación de CORPOELEC. Las placas deberán ser fijadas por medio de remaches, y no por medio de cintas autoadhesivas o atornilladas. Los cuadrantes, los instrumentos y las placas de identificación deberán llevar los símbolos y las unidades de medida empleadas en el sistema métrico a menos que CORPOELEC lo autorice de otra forma. El texto en todas las placas de identificación deberá estar en castellano. Las listas de placas de identificación deberán presentarse para revisión antes de grabarse.

3.26 EMPAQUETADURAS, SELLOS Y ANILLOS

EL CONTRATISTA deberá prestar atención especial a la selección de las juntas con empaquetaduras para asegurar el uso de la mejor tecnología para la selección de los materiales de las mismas y así minimizar los costos de operación por fallas, contaminación, fugas y escapes. Los materiales deberán ser de la mejor calidad para que las empaquetaduras puedan resistir las presiones ejercidas contra ellas, el rango total de las temperaturas a las cuales estarán expuestas y cualquier ataque corrosivo del medio en que se vayan a utilizar. EL CONTRATISTA deberá seleccionar el

material de cada empaquetadura tomando en cuenta su uso específico y tales factores como la carga de los pernos de las bridas, las fuerzas hidrostáticas de extremo que tienden a separar las bridas cuando los equipos se presurizan, cambios súbitos de presión, relajamiento al escurrimiento de los materiales, cambios de temperatura, etc. Los materiales de las empaquetaduras estarán sujetos a la revisión de CORPOELEC. No se aceptarán materiales con contenido de asbesto.

3.27 AMORTIGUADORES DE VIBRACIONES

Los amortiguadores de vibraciones deberán instalarse en los tableros y gabinetes suministrados por EL CONTRATISTA, a fin de evitar que las vibraciones debidas a la operación de las Unidades generadoras se transmitan a los equipos a través del piso de la galería donde estarán ubicados. EL CONTRATISTA deberá determinar el tipo y número de amortiguadores requeridos así como también su óptima o más apropiada ubicación de acuerdo al diseño y distribución del peso de los tableros o equipos suministrados. Los amortiguadores de vibraciones deberán ser del tipo de neopreno gris antirresbalante o del tipo "CORK RIB PAD" fabricados en forma de "sandwich" de corcho entre dos niveles de caucho adherente y antiresbalante, o similares, adecuados para 100 psi como mínimo. EL CONTRATISTA deberá someter a CORPOELEC, para revisión, el diseño del sistema propuesto de amortiguación de vibraciones.

3.28 OBSERVACION DEL MONTAJE Y PRUEBAS EN FABRICA

El montaje y las pruebas en fábrica especificados para las diferentes piezas de los equipos serán presenciados por un representante de CORPOELEC, quien se encargará de firmar los informes de inspección una vez completados. Deberán suministrarse a CORPOELEC seis (6) copias de todos los informes de inspecciones y pruebas en fábrica. Ningún equipo podrá ser despachado de fábrica hasta que haya sido inspeccionado o su inspección haya sido omitida con el consentimiento escrito de CORPOELEC. Antes de efectuarse cualquier montaje o pruebas en la fábrica, EL CONTRATISTA deberá suministrar la descripción de los procedimientos y pruebas que propone llevar a cabo para demostrar el cumplimiento con los requisitos especificados. No se podrán realizar pruebas hasta tanto los procedimientos de las mismas sean aprobados por CORPOELEC.

3.29 CONDICIONES EN EL SITIO

El equipo deberá ser adecuado y garantizado para operar bajo las siguientes condiciones, y sus características se deberán basar en ellas; las elevaciones sobre el nivel del mar se muestran en los Planos:

Temperatura ambiente exterior máxima, °C	40
Temperatura normal del aire dentro de la Casa de Máquinas mantenida, °C	30 - 40
Temperatura máxima del agua utilizada para enfriamiento, °C	30
Humedad relativa máxima, %	99
Elevación sobre el nivel del mar no mayor de, m	El. 148,00
Aceleración máxima causada por sismo:	Horizontal: 0,166g Vertical: 0,11 g

3.30 TRABAJOS EN CONCRETO

A. Generalidades. EL CONTRATISTA deberá analizar, determinar y proveer a CORPOELEC un estudio sobre todas las cargas y solicitaciones generadas por sus equipos que serán soportadas por las estructuras de concreto existentes de la Casa de Máquinas No. 1 y en particular en los monolitos donde se encuentran alojados los equipos correspondientes a las Unidades Nos. 1 a 6. Dicho estudio deberá comprender los efectos de las nuevas cargas y solicitaciones en partes críticas de las estructuras y las recomendaciones inherentes a su adecuación para su servicio bajo las nuevas condiciones.

B. Alcance de los trabajos de concreto. El alcance de los trabajos se refiere a las adecuaciones necesarias que requiera la estructura de concreto para que las instalaciones de los nuevos equipos sean acometidas de manera óptima en lo que respecta a mantenimiento, entendimiento de la instalación y lógica funcional. Para cumplir lo anterior, EL CONTRATISTA deberá realizar la verificación de la estructura, el Análisis Estructural en caso de requerirse y Planos de Proyecto correspondientes, para su posterior ejecución una vez sea aprobado por CORPOELEC. Entre otras actividades y sin limitarse a estas, los trabajos de concreto se refieren a la construcción de bases de equipos, muros, brocales, canales, aberturas en losas o muros existentes, suministro y colocación de acero de refuerzo, sustitución del acero de refuerzo, colocación de planchas de acero con base de grout, colocación de paneles de fibra de carbono, colocación de elementos metálicos embutidos, vaciar y/o proyectar el concreto, y realizar cualquier otro trabajo necesario para garantizar que la estructura y todos sus componentes como son losas, muros, etc., tendrán un comportamiento estructural adecuado, cumpliendo con las exigencias indicadas en estas especificaciones. De acuerdo con estos Documentos Técnicos del Contrato EL CONTRATISTA deberá:

a. Proveer todos los materiales, equipos y mano de obra requeridos para

producir, transportar, vaciar, acabar, proteger y curar el concreto vaciado en sitio o proyectado por vía húmeda del área objeto de modificación o mejora.

b. Suministrar todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la ejecución de los trabajos indicados en los Planos de Proyecto y en estas Especificaciones, pero sin limitarse a ellos:

- Suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, todo el equipamiento necesario para el acceso del personal, materiales, equipos y el acondicionamiento del área de trabajo.

- Diseñar, fabricar, suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, mantener y/o desechar el sistema de apuntalamiento para soporte de losas o cualquier parte de la estructura que así lo requiera.

- Demolición de sectores de concreto armado que se requiera para las adecuaciones, así como el retiro, transporte y bote de escombros o cualquier otro tipo de desperdicio que se genere en la obra.

- Diseñar, fabricar, suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, mantener y/o desechar los encofrados.

- Suministrar y colocar los materiales necesarios para la ejecución de las juntas de construcción.

- Suministrar, detallar y manejar las barras de acero de refuerzo, incluyendo espigas, empalmes mecánicos, barras y/o ganchos de anclaje, transportarlos e instalarlos.

- Suministrar, transportar, instalar, según sea el caso, las partes metálicas empotradas y/o apoyadas en concreto.

- Suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, y retirar el equipamiento necesario para el alineamiento de las piezas empotradas.

C. Referencias de trabajos en concreto.

Los trabajos especificados en estos Documentos técnicos del Contrato están desarrolladas con base a los siguientes documentos:

- Planos "Como Construido" del Proyecto Guri 1ra Etapa

- Guide to Concrete Repair US Department of the Interior, Bureau of Reclamation

- Norma ACI 308 "Standard Practice for Curing Concrete".
- COVENIN 316 "Barras de acero para uso como refuerzo en concreto armado"
- ACI 318-05 "Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary"
- ACI 315 "Details and Detailing of Concrete Reinforcement"
- ACI 506R-90 Guide to Shotcrete.
- ACI 506.1R-98 Committe Report for Fiber Reinforced Shotcrete.
- ACI 506.2R-95 Specification for Shotcrete.
- ACI 506-4R-94 Guide for the Evaluation of Shotcrete.
- ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings.
- ISO 12944-4 Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 4: Types of surface and surface preparation.

D. Trabajos preliminares

EL CONTRATISTA deberá realizar todas las acciones y trabajos necesarios para asegurar a los trabajadores el acceso al sitio y garantizar los servicios y condiciones seguras para el desarrollo de las actividades.

E. Limpieza y demolición

Para la demolición del concreto se recomienda el procedimiento denominado hidro-demolición o "water blasting". La presión del agua debe ser regulada para remover únicamente el concreto que se encuentra por debajo de cierto nivel de resistencia. Con carácter referencial se estima que por cada 1,0 psi de resistencia del concreto se requiere aplicar 3,5 psi de presión de agua para su demolición.

El acero de refuerzo en buen estado, no debe ser removido, doblado o sufrir cualquier tipo de daño durante el proceso de demolición o en cualquier etapa de la

modificación o mejora. La superficie de concreto resultante de la limpieza debe quedar con textura rugosa, sin fragmentos sueltos o semiadheridos.

En las zonas donde aparece el acero de refuerzo se debe remover el concreto perimetral afectado hasta una distancia aproximada de 5 cm. Medida desde la cara de la barra.

F. Evaluación y corte de acero de refuerzo existente

Según se especifique en los planos de proyecto en función de los requerimientos de adecuación, se deberá evaluar cuales barras deben ser cortadas, de manera de eliminar el refuerzo afectado dentro del área objeto de la adecuación, liberando espacio para la colocación del nuevo acero de refuerzo cuando así se especifique en los planos.En el caso de demoliciones de elementos estructurales, EL CONTRATISTA deberá tener especial atención con el acero de refuerzo, las barras de acero de refuerzo con deformaciones excesivas deberán ser removidas, dejando la longitud de solape requerida para incorporar nuevas barras. En los casos especiales en los cuales no se pueda cumplir la longitud de solape de las barras, se incorporarán empalmes mecánicos.Las especificaciones para la preparación de las barras de acero de refuerzo existente serán similares a las descritas en la Sección 7 (Colocación de nuevo acero de refuerzo).

G. Fabricación e instalación de los elementos empotrados en concreto

Antes de colocar el concreto, se deberá verificar que todos los elementos a empotrar están firmemente asegurados en su lugar, en la posición que se muestre en los Planos de Proyecto. Todos los elementos empotrados se deberán limpiar cuidadosamente hasta quedar libres de aceite, escamas oxidadas, pintura, mortero, etc. No deberán empotrarse elementos de madera en el concreto. Durante el vaciado del concreto EL CONTRATISTA deberá evitar cualquier desplazamiento de los elementos metálicos a ser empotrados y de las irregularidades y dificultades que ofrece este empotramiento para la operación de vaciado. La velocidad de colocación del concreto dependerá de las características del elemento metálico empotrado y de las dificultades que ofrece este empotramiento para la operación de vaciado. Los métodos de vaciado del concreto para el empotramiento de los elementos metálicos deberán ser sometidos a la aprobación de CORPOELEC. Antes y durante todo el proceso de vaciado del concreto EL CONTRATISTA, junto con el supervisor de instalación y montaje del equipo, deberán comprobar la ubicación exacta y el alineamiento de los elementos a ser empotrados.

Las piezas metálicas de todos los equipos, tales como planchas, marcos, etc., deberán ser empotrados en concreto de tipo antirretractivo con contenido de microsílice, de resistencia mínima a la compresión de 350 kgf/cm² a los 28 días, debidamente dosificado y vaciado a una temperatura máxima de 27°C al momento de ser colocado. El espesor y en general la geometría del concreto vaciado, se hará según se muestra en los Planos de Proyecto.

H. Colocación de nuevo acero de refuerzo

EL CONTRATISTA deberá: suministrar, cortar, doblar, transportar, manejar, colocar y fijar todas las barras de acero de refuerzo, incluyendo barras y/o ganchos de anclaje, tal como se muestra en los Planos de Proyecto. Todas las barras de refuerzo deberán estar libres de escamas oxidadas, aceite, grasa o cualquier otro revestimiento o contaminación que pueda anular o reducir su adherencia al concreto; preferiblemente limpiado al grado SA-2 según las Normas ISO 8501-1 / ISO 12944-4. Las barras de refuerzo deben ser colocadas y sujetadas en la posición correcta, con métodos adecuados, antes del inicio de cada vaciado. Las barras deberán ser colocadas en su mayor longitud posible. No se permitirán soldaduras por puntos de las barras a menos que se indiquen expresamente en los planos. Cuando la colocación del concreto se realice en varias etapas, las barras que deberán permanecer en su sitio, en espera del próximo vaciado, deberán ser limpiadas del mortero adherido, antes de comenzar con el vaciado siguiente. Los detalles recubrimientos, solapes, empalmes, ganchos, anclajes, deberán cumplir con los requerimientos aplicables de las Normas ACI 315 "Details and Detailing of Concrete Reinforcement", ACI 318 "Building Code Requirements for Structural Reinforced Concrete" y su equivalente FONDONORMA 1753 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural", en su última edición.

Para la armadura de refuerzo se utilizarán barras estriadas de acero, que deberán cumplir con las Normas ASTM A615 "Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement", Grado 60 y su equivalente COVENIN 316 "Barras de acero para uso como refuerzo en concreto armado".Las barras de acero de refuerzo no deberán sufrir modificaciones en sus propiedades mecánicas por los procesos de doblado y desdoblado, por lo tanto, se deben seguir las siguientes recomendaciones: Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en el taller; no se permitirá calentar las barras para doblarlas; no se deberán usar barras que contengan dobleces o deformaciones; no se permitirá enderezar en la Obra barras que hayan sido instaladas con dobleces o deformaciones. Todo lo relacionado con el corte, doblado, gachos, etc. del refuerzo deberá cumplir con lo previsto en el Capítulo 7 (Requisitos para el detallado del acero de refuerzo), de la Norma FONDONORMA 1753 y los requisitos aplicables de la Norma ACI 318 "Building Code Requeriments for Structural Reinforced Concrete", a menos que se especifique de otra manera en los Planos de Proyecto.

El recubrimiento mínimo de las barras de refuerzo debe ser 8 cm, EL CONTRATISTA deberá respetar el recubrimiento de las barras de refuerzo mostrado en los Planos de Proyecto, que indica la distancia desde el borde externo del refuerzo principal hasta la superficie del concreto. Se deberá tener especial cuidado en garantizar antes y durante el vaciado los recubrimientos especificados en los planos del proyecto. EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de CORPOELEC el tipo de empalme mecánico que se propone utilizar, incluyendo el método, el equipo de colocación, y las recomendaciones del fabricante. Los mecanismos propuestos deberán ser de resultados estadísticamente comprobados,

para el tipo de trabajo que se necesite en la Obra. El personal obrero, el de supervisión y el de inspección, involucrados directamente en la ejecución de los empalmes mecánicos, deberán ser previamente instruidos y calificados en el sitio de la Obra por el fabricante del tipo de empalme aprobado por CORPOELEC. Cada personal calificado para ejecutar empalmes mecánicos deberá pasar las pruebas requeridas para la preparación de empalmes, por cada posición y tamaño de barra que será utilizado en la Obra. CORPOELEC no permitirá la colocación de empalmes que no fueran realizados por el personal y con el equipo previamente calificado y aprobado. EL CONTRATISTA deberá mantener en la Obra la lista del personal calificado y de los resultados de sus pruebas de calificación, para cada uno de los tipos de empalme mecánico aprobados por CORPOELEC, para verificar que en la Obra se están usando los procedimientos adecuados y que los resultados obtenidos sean satisfactorios. Se deberán seguir estrictamente los procedimientos de ejecución de empalmes indicados por el fabricante y aprobados por CORPOELEC. El representante asignado por CORPOELEC para realizar una inspección visual de cada empalme deberá recibir el mismo programa de entrenamiento que el personal obrero. Además, cada fabricante deberá entregarle al inspector asignado para este trabajo el manual del mecanismo de empalme que se vaya a usar, para guiarlo en su juicio de empalmes inspeccionados.

EL CONTRATISTA no podrá reemplazar ni siquiera parcialmente elementos del mecanismo de empalme mecánico ya aprobado y ensayado, por elementos fabricados por otros. A solicitud de CORPOELEC, EL CONTRATISTA estará obligado a demostrar que utiliza en la Obra los elementos originales del sistema aprobado y ensayado.

I. Anclaje de barras de acero de refuerzo al concreto existente

Para el anclaje de las barras de refuerzo se debe utilizar un grout epóxico con resistencias a compresión aproximadamente dos veces mayor que la resistencia del concreto. Para el anclaje de las barras se deben efectuar perforaciones ejecutadas con taladros de tipo roto-percusión, ya que la superficie resultante de la perforación resulta rugosa, lo cual favorece la traba mecánica entre el grout y el concreto. Una vez ejecutadas las perforaciones los huecos deben ser cepillados (no utilizar cepillo metálico) y limpiados con el uso de aire comprimido (sin aceite). Tanto la superficie de las barras de anclaje, como la superficie resultante de la perforación deben estar libres de aceite, óxido, grasa o cualquier otro tipo de contaminación, tampoco deben existir recubrimientos protectores o galvanizados.

El óxido de las barras debe ser removido mediante el uso de cepillo metálico y esmeril. Los recubrimientos protectores deben ser eliminados utilizando medios mecánicos y/o limpiezas químicas según sean sus características. El grout epóxico seleccionado debe ser proporcionado, almacenado y aplicado siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante. La aplicación del grout se debe iniciar desde el fondo del hueco perforado, evitando que quede aire atrapado. El diámetro de la punta de la pistola o dispositivo de aplicación debe ser un poco menor que el

diámetro del hueco. El diámetro del orificio debe ser dimensionado de modo que el espacio anular libre entre la barra y la cara de la perforación sea de 3 a 6 mm.

J. Perforaciones en losas de concreto.

Cuando sea necesario hacer perforaciones en las losas de concreto para el paso de ductos, cables, etc., estas deberán ser notificadas y aprobadas por CORPOELEC antes de ser realizadas, requerirán de un análisis previo para determinar que no se hará ninguna afectación estructural y se procurará interrumpir la menor cantidad de acero de refuerzo posible. Cuando la interrupción del refuerzo sea inevitable, se deberá restituir la capacidad a tracción de la sección mediante la colocación de planchas de acero estructural por encima y por debajo de la losa, rodeando el perímetro de la perforación, vaciadas sobre grout cementicio y conectadas por pernos pasantes a través del espesor de la losa, aplicación de fibra de carbono o cualquier otro método propuesto por EL CONTRATISTA previa aprobación de CORPOELEC. Todos los bordes de la perforación deben ser correctamente rematados y protegidos.

K. Preparación de la superficie para el vaciado del concreto o la aplicación del concreto proyectado

Uno de los aspectos fundamentales para garantizar la adherencia del concreto endurecido con el concreto fresco depende en gran medida de la calidad de la preparación de la superficie y su control. Una inadecuada preparación de la superficie se puede traducir en una reparación inadecuada y una condición peor que la inicial.La superficie debe ser preparada siguiendo las recomendaciones contenidas en la norma ACI 506.2 "Especificaciones para Materiales, Proporciones y Aplicación del Concreto Lanzado". La superficie debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe tener textura rugosa, sin fragmentos sueltos o semiadheridos. Los áridos deben quedar a la vista con un perfil de rugosidad con una amplitud mínima de 6 mm (1/4").
- La superficie debe ser limpiada con chorro de agua con una presión no menor que 3000 psi, dejándola libre de polvo, pintura, solventes o cualquier otro tipo de contaminación. Se deben tomar todas las precauciones para evitar que los agregados sean socavados durante esta operación.
- El acero de refuerzo debe estar limpio (sin polvo, grasa o cualquier otro tipo de contaminación).
- La superficie limpia debe estar seca saturada (SSS) al momento del vaciado del concreto o aplicación del mortero de alta resistencia. La saturación preferiblemente debe efectuarse al menos dos horas antes de la aplicación. La superficie debe estar oscurecida (por la humedad capilar) pero sin agua libre en su superficie.

B. Especificaciones del Aceite.

Grado ISO	68
Viscosidad a 40° C	68 cSt
Viscosidad a 100° C	8,5 cSt.
Índice de Viscosidad	95
Punto de Fluidez	-6 °C
Punto de Inflamación	220 °C
Densidad Relativa @ 15,6 °C	0,880

C. Especificaciones de la Grasa. Del tipo de servicio múltiple industrial EP (extrema presión), elaborada con base de jabón de litio de consistencia NLGL 2, del tipo fabricado por empresas venezolanas reconocidas. La grasa lubricante a emplear es de base de aceite base mineral, sin requerimiento especial de trabajo a altas temperaturas.

3.24 EQUIPOS AUXILIARES

Los componentes de equipos tales como bombas, motores, válvulas, lámparas para luminarias y otras piezas pequeñas similares y accesorios, deberán ser de tipos fácilmente obtenibles en el mercado y preferiblemente en Venezuela. Los nombres de los fabricantes de los equipos eléctricos y mecánicos auxiliares que serán incorporados a la Obra, junto con sus características de funcionamiento y demás información técnica, deberán ser presentados a CORPOELEC para revisión. Cualquier equipo incorporado a la Obra, que no tenga el visto bueno de CORPOELEC será rechazado.

3.25 PLACAS DE CARACTERISTICAS Y DE IDENTIFICACION

A. Placas de Características del Fabricante. Cada componente principal y auxiliar del equipo, incluyendo bombas y válvulas, deberán tener una placa de características fijada permanentemente al mismo, mostrando en forma legible y duradera el tipo, la descripción, el número de serie, el nombre y la dirección del fabricante, la capacidad nominal, características y cualquier otra información importante que sea aplicable. No se aceptarán placas de características que contengan únicamente el nombre de los agentes distribuidores. El texto en todas

las placas de características deberá estar en idioma castellano. Adicionalmente, EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar una placa de identificación a la entrada de cada pozo de turbina y cada pozo de generador por cada unidad generadora, indicando sus respectivas características principales como potencia, velocidad, tipo de turbina y/o generador, número de la Unidad etc. Estas placas de identificación, antes de ser grabadas, EL CONTRATISTA deberá enviar a CORPOELEC los planos respectivos para la revisión y aprobación de las mismas.

B. Placas de Identificación Grabadas. Deberán suministrarse placas de identificación grabadas para todos los cubículos, gabinetes, instrumentos, motores, relés, conmutadores de control, luces indicadoras para el estado de posición de interruptores, etc., y para aquellos dispositivos cuya función o circuito no sea evidente. Cada sección de un conjunto deberá tener una placa de identificación colocada cerca del borde superior. No se requerirán placas de identificación para instrumentos, conmutadores de instrumentos y de control, etc., en los cuales se encuentre indicada su función en el dial o en el escudete respectivo, excepto en aquellos casos donde hayan dos o más dispositivos similares que ejecuten funciones similares en el mismo gabinete, en cuyo caso deberán suministrarse e instalarse las placas de identificación en ubicaciones visibles, para identificar las funciones. Los equipos que sean removibles deberán proveerse con placas de identificación instaladas sobre la parte removible, en lugares visibles cuando el equipo esté en su lugar. El tamaño de las placas de identificación grabadas deberá ser aproximadamente 25 mm por 75 mm ó 50 mm por 130 mm. Las placas de identificación deberán fabricarse de láminas con superficie negra de acabado "mate" o antireflejo, con núcleo de "micarta" blanca o láminas de plástico con letras grabadas en la superficie negra exponiendo el núcleo blanco. El texto de la leyenda, tamaño y ubicación de las placas de identificación estarán sujetos a la aprobación de CORPOELEC. Las placas deberán ser fijadas por medio de remaches, y no por medio de cintas autoadhesivas o atornilladas. Los cuadrantes, los instrumentos y las placas de identificación deberán llevar los símbolos y las unidades de medida empleadas en el sistema métrico a menos que CORPOELEC lo autorice de otra forma. El texto en todas las placas de identificación deberá estar en castellano. Las listas de placas de identificación deberán presentarse para revisión antes de grabarse.

3.26 EMPAQUETADURAS, SELLOS Y ANILLOS

EL CONTRATISTA deberá prestar atención especial a la selección de las juntas con empaquetaduras para asegurar el uso de la mejor tecnología para la selección de los materiales de las mismas y así minimizar los costos de operación por fallas, contaminación, fugas y escapes. Los materiales deberán ser de la mejor calidad para que las empaquetaduras puedan resistir las presiones ejercidas contra ellas, el rango total de las temperaturas a las cuales estarán expuestas y cualquier ataque corrosivo del medio en que se vayan a utilizar. EL CONTRATISTA deberá seleccionar el

material de cada empaquetadura tomando en cuenta su uso específico y tales factores como la carga de los pernos de las bridas, las fuerzas hidrostáticas de extremo que tienden a separar las bridas cuando los equipos se presurizan, cambios súbitos de presión, relajamiento al escurrimiento de los materiales, cambios de temperatura, etc. Los materiales de las empaquetaduras estarán sujetos a la revisión de CORPOELEC. No se aceptarán materiales con contenido de asbesto.

3.27 AMORTIGUADORES DE VIBRACIONES

Los amortiguadores de vibraciones deberán instalarse en los tableros y gabinetes suministrados por EL CONTRATISTA, a fin de evitar que las vibraciones debidas a la operación de las Unidades generadoras se transmitan a los equipos a través del piso de la galería donde estarán ubicados. EL CONTRATISTA deberá determinar el tipo y número de amortiguadores requeridos así como también su óptima o más apropiada ubicación de acuerdo al diseño y distribución del peso de los tableros o equipos suministrados. Los amortiguadores de vibraciones deberán ser del tipo de neopreno gris antirresbalante o del tipo "CORK RIB PAD" fabricados en forma de "sandwich" de corcho entre dos niveles de caucho adherente y antiresbalante, o similares, adecuados para 100 psi como mínimo. EL CONTRATISTA deberá someter a CORPOELEC, para revisión, el diseño del sistema propuesto de amortiguación de vibraciones.

3.28 OBSERVACION DEL MONTAJE Y PRUEBAS EN FABRICA

El montaje y las pruebas en fábrica especificados para las diferentes piezas de los equipos serán presenciados por un representante de CORPOELEC, quien se encargará de firmar los informes de inspección una vez completados. Deberán suministrarse a CORPOELEC seis (6) copias de todos los informes de inspecciones y pruebas en fábrica. Ningún equipo podrá ser despachado de fábrica hasta que haya sido inspeccionado o su inspección haya sido omitida con el consentimiento escrito de CORPOELEC. Antes de efectuarse cualquier montaje o pruebas en la fábrica, EL CONTRATISTA deberá suministrar la descripción de los procedimientos y pruebas que propone llevar a cabo para demostrar el cumplimiento con los requisitos especificados. No se podrán realizar pruebas hasta tanto los procedimientos de las mismas sean aprobados por CORPOELEC.

3.29 CONDICIONES EN EL SITIO

El equipo deberá ser adecuado y garantizado para operar bajo las siguientes condiciones, y sus características se deberán basar en ellas; las elevaciones sobre el nivel del mar se muestran en los Planos:

Temperatura ambiente exterior máxima, °C	40
Temperatura normal del aire dentro de la Casa de Máquinas mantenida, °C	30 - 40
Temperatura máxima del agua utilizada para enfriamiento, °C	30
Humedad relativa máxima, %	99
Elevación sobre el nivel del mar no mayor de, m	El. 148,00
Aceleración máxima causada por sismo:	Horizontal: 0,166g Vertical: 0,11 g

3.30 TRABAJOS EN CONCRETO

A. Generalidades. EL CONTRATISTA deberá analizar, determinar y proveer a CORPOELEC un estudio sobre todas las cargas y solicitaciones generadas por sus equipos que serán soportadas por las estructuras de concreto existentes de la Casa de Máquinas No. 1 y en particular en los monolitos donde se encuentran alojados los equipos correspondientes a las Unidades Nos. 1 a 6. Dicho estudio deberá comprender los efectos de las nuevas cargas y solicitaciones en partes críticas de las estructuras y las recomendaciones inherentes a su adecuación para su servicio bajo las nuevas condiciones.

B. Alcance de los trabajos de concreto. El alcance de los trabajos se refiere a las adecuaciones necesarias que requiera la estructura de concreto para que las instalaciones de los nuevos equipos sean acometidas de manera óptima en lo que respecta a mantenimiento, entendimiento de la instalación y lógica funcional. Para cumplir lo anterior, EL CONTRATISTA deberá realizar la verificación de la estructura, el Análisis Estructural en caso de requerirse y Planos de Proyecto correspondientes, para su posterior ejecución una vez sea aprobado por CORPOELEC. Entre otras actividades y sin limitarse a estas, los trabajos de concreto se refieren a la construcción de bases de equipos, muros, brocales, canales, aberturas en losas o muros existentes, suministro y colocación de acero de refuerzo, sustitución del acero de refuerzo, colocación de planchas de acero con base de grout, colocación de paneles de fibra de carbono, colocación de elementos metálicos embutidos, vaciar y/o proyectar el concreto, y realizar cualquier otro trabajo necesario para garantizar que la estructura y todos sus componentes como son losas, muros, etc., tendrán un comportamiento estructural adecuado, cumpliendo con las exigencias indicadas en estas especificaciones. De acuerdo con estos Documentos Técnicos del Contrato EL CONTRATISTA deberá:

a. Proveer todos los materiales, equipos y mano de obra requeridos para

producir, transportar, vaciar, acabar, proteger y curar el concreto vaciado en sitio o proyectado por vía húmeda del área objeto de modificación o mejora.

b. Suministrar todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la ejecución de los trabajos indicados en los Planos de Proyecto y en estas Especificaciones, pero sin limitarse a ellos:

- Suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, todo el equipamiento necesario para el acceso del personal, materiales, equipos y el acondicionamiento del área de trabajo.

- Diseñar, fabricar, suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, mantener y/o desechar el sistema de apuntalamiento para soporte de losas o cualquier parte de la estructura que así lo requiera.

- Demolición de sectores de concreto armado que se requiera para las adecuaciones, así como el retiro, transporte y bote de escombros o cualquier otro tipo de desperdicio que se genere en la obra.

- Diseñar, fabricar, suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, retirar, mantener y/o desechar los encofrados.

- Suministrar y colocar los materiales necesarios para la ejecución de las juntas de construcción.

- Suministrar, detallar y manejar las barras de acero de refuerzo, incluyendo espigas, empalmes mecánicos, barras y/o ganchos de anclaje, transportarlos e instalarlos.

- Suministrar, transportar, instalar, según sea el caso, las partes metálicas empotradas y/o apoyadas en concreto.

- Suministrar, ensamblar, montar, ajustar, desmantelar, y retirar el equipamiento necesario para el alineamiento de las piezas empotradas.

C. Referencias de trabajos en concreto.

Los trabajos especificados en estos Documentos técnicos del Contrato están desarrolladas con base a los siguientes documentos:

- Planos "Como Construido" del Proyecto Guri 1ra Etapa

- Guide to Concrete Repair US Department of the Interior, Bureau of Reclamation

- Norma ACI 308 "Standard Practice for Curing Concrete".
- COVENIN 316 "Barras de acero para uso como refuerzo en concreto armado"
- ACI 318-05 "Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary"
- ACI 315 "Details and Detailing of Concrete Reinforcement"
- ACI 506R-90 Guide to Shotcrete.
- ACI 506.1R-98 Committe Report for Fiber Reinforced Shotcrete.
- ACI 506.2R-95 Specification for Shotcrete.
- ACI 506-4R-94 Guide for the Evaluation of Shotcrete.
- ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings.
- ISO 12944-4 Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 4: Types of surface and surface preparation.

D. Trabajos preliminares

EL CONTRATISTA deberá realizar todas las acciones y trabajos necesarios para asegurar a los trabajadores el acceso al sitio y garantizar los servicios y condiciones seguras para el desarrollo de las actividades.

E. Limpieza y demolición

Para la demolición del concreto se recomienda el procedimiento denominado hidro-demolición o "water blasting". La presión del agua debe ser regulada para remover únicamente el concreto que se encuentra por debajo de cierto nivel de resistencia. Con carácter referencial se estima que por cada 1,0 psi de resistencia del concreto se requiere aplicar 3,5 psi de presión de agua para su demolición.

El acero de refuerzo en buen estado, no debe ser removido, doblado o sufrir cualquier tipo de daño durante el proceso de demolición o en cualquier etapa de la

modificación o mejora. La superficie de concreto resultante de la limpieza debe quedar con textura rugosa, sin fragmentos sueltos o semiadheridos.

En las zonas donde aparece el acero de refuerzo se debe remover el concreto perimetral afectado hasta una distancia aproximada de 5 cm. Medida desde la cara de la barra.

F. Evaluación y corte de acero de refuerzo existente

Según se especifique en los planos de proyecto en función de los requerimientos de adecuación, se deberá evaluar cuales barras deben ser cortadas, de manera de eliminar el refuerzo afectado dentro del área objeto de la adecuación, liberando espacio para la colocación del nuevo acero de refuerzo cuando así se especifique en los planos.En el caso de demoliciones de elementos estructurales, EL CONTRATISTA deberá tener especial atención con el acero de refuerzo, las barras de acero de refuerzo con deformaciones excesivas deberán ser removidas, dejando la longitud de solape requerida para incorporar nuevas barras. En los casos especiales en los cuales no se pueda cumplir la longitud de solape de las barras, se incorporarán empalmes mecánicos.Las especificaciones para la preparación de las barras de acero de refuerzo existente serán similares a las descritas en la Sección 7 (Colocación de nuevo acero de refuerzo).

G. Fabricación e instalación de los elementos empotrados en concreto

Antes de colocar el concreto, se deberá verificar que todos los elementos a empotrar están firmemente asegurados en su lugar, en la posición que se muestre en los Planos de Proyecto. Todos los elementos empotrados se deberán limpiar cuidadosamente hasta quedar libres de aceite, escamas oxidadas, pintura, mortero, etc. No deberán empotrarse elementos de madera en el concreto. Durante el vaciado del concreto EL CONTRATISTA deberá evitar cualquier desplazamiento de los elementos metálicos a ser empotrados y de las irregularidades y dificultades que ofrece este empotramiento para la operación de vaciado. La velocidad de colocación del concreto dependerá de las características del elemento metálico empotrado y de las dificultades que ofrece este empotramiento para la operación de vaciado. Los métodos de vaciado del concreto para el empotramiento de los elementos metálicos deberán ser sometidos a la aprobación de CORPOELEC. Antes y durante todo el proceso de vaciado del concreto EL CONTRATISTA, junto con el supervisor de instalación y montaje del equipo, deberán comprobar la ubicación exacta y el alineamiento de los elementos a ser empotrados.

Las piezas metálicas de todos los equipos, tales como planchas, marcos, etc., deberán ser empotrados en concreto de tipo antirretractivo con contenido de microsílice, de resistencia mínima a la compresión de 350 kgf/cm² a los 28 días, debidamente dosificado y vaciado a una temperatura máxima de 27°C al momento de ser colocado. El espesor y en general la geometría del concreto vaciado, se hará según se muestra en los Planos de Proyecto.

H. Colocación de nuevo acero de refuerzo

EL CONTRATISTA deberá: suministrar, cortar, doblar, transportar, manejar, colocar y fijar todas las barras de acero de refuerzo, incluyendo barras y/o ganchos de anclaje, tal como se muestra en los Planos de Proyecto. Todas las barras de refuerzo deberán estar libres de escamas oxidadas, aceite, grasa o cualquier otro revestimiento o contaminación que pueda anular o reducir su adherencia al concreto; preferiblemente limpiado al grado SA-2 según las Normas ISO 8501-1 / ISO 12944-4. Las barras de refuerzo deben ser colocadas y sujetadas en la posición correcta, con métodos adecuados, antes del inicio de cada vaciado. Las barras deberán ser colocadas en su mayor longitud posible. No se permitirán soldaduras por puntos de las barras a menos que se indiquen expresamente en los planos. Cuando la colocación del concreto se realice en varias etapas, las barras que deberán permanecer en su sitio, en espera del próximo vaciado, deberán ser limpiadas del mortero adherido, antes de comenzar con el vaciado siguiente. Los detalles recubrimientos, solapes, empalmes, ganchos, anclajes, deberán cumplir con los requerimientos aplicables de las Normas ACI 315 "Details and Detailing of Concrete Reinforcement", ACI 318 "Building Code Requirements for Structural Reinforced Concrete" y su equivalente FONDONORMA 1753 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural", en su última edición.

Para la armadura de refuerzo se utilizarán barras estriadas de acero, que deberán cumplir con las Normas ASTM A615 "Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement", Grado 60 y su equivalente COVENIN 316 "Barras de acero para uso como refuerzo en concreto armado".Las barras de acero de refuerzo no deberán sufrir modificaciones en sus propiedades mecánicas por los procesos de doblado y desdoblado, por lo tanto, se deben seguir las siguientes recomendaciones: Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en el taller; no se permitirá calentar las barras para doblarlas; no se deberán usar barras que contengan dobleces o deformaciones; no se permitirá enderezar en la Obra barras que hayan sido instaladas con dobleces o deformaciones. Todo lo relacionado con el corte, doblado, gachos, etc. del refuerzo deberá cumplir con lo previsto en el Capítulo 7 (Requisitos para el detallado del acero de refuerzo), de la Norma FONDONORMA 1753 y los requisitos aplicables de la Norma ACI 318 "Building Code Requeriments for Structural Reinforced Concrete", a menos que se especifique de otra manera en los Planos de Proyecto.

El recubrimiento mínimo de las barras de refuerzo debe ser 8 cm, EL CONTRATISTA deberá respetar el recubrimiento de las barras de refuerzo mostrado en los Planos de Proyecto, que indica la distancia desde el borde externo del refuerzo principal hasta la superficie del concreto. Se deberá tener especial cuidado en garantizar antes y durante el vaciado los recubrimientos especificados en los planos del proyecto. EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de CORPOELEC el tipo de empalme mecánico que se propone utilizar, incluyendo el método, el equipo de colocación, y las recomendaciones del fabricante. Los mecanismos propuestos deberán ser de resultados estadísticamente comprobados,

para el tipo de trabajo que se necesite en la Obra. El personal obrero, el de supervisión y el de inspección, involucrados directamente en la ejecución de los empalmes mecánicos, deberán ser previamente instruidos y calificados en el sitio de la Obra por el fabricante del tipo de empalme aprobado por CORPOELEC. Cada personal calificado para ejecutar empalmes mecánicos deberá pasar las pruebas requeridas para la preparación de empalmes, por cada posición y tamaño de barra que será utilizado en la Obra. CORPOELEC no permitirá la colocación de empalmes que no fueran realizados por el personal y con el equipo previamente calificado y aprobado. EL CONTRATISTA deberá mantener en la Obra la lista del personal calificado y de los resultados de sus pruebas de calificación, para cada uno de los tipos de empalme mecánico aprobados por CORPOELEC, para verificar que en la Obra se están usando los procedimientos adecuados y que los resultados obtenidos sean satisfactorios. Se deberán seguir estrictamente los procedimientos de ejecución de empalmes indicados por el fabricante y aprobados por CORPOELEC. El representante asignado por CORPOELEC para realizar una inspección visual de cada empalme deberá recibir el mismo programa de entrenamiento que el personal obrero. Además, cada fabricante deberá entregarle al inspector asignado para este trabajo el manual del mecanismo de empalme que se vaya a usar, para guiarlo en su juicio de empalmes inspeccionados.

EL CONTRATISTA no podrá reemplazar ni siquiera parcialmente elementos del mecanismo de empalme mecánico ya aprobado y ensayado, por elementos fabricados por otros. A solicitud de CORPOELEC, EL CONTRATISTA estará obligado a demostrar que utiliza en la Obra los elementos originales del sistema aprobado y ensayado.

I. Anclaje de barras de acero de refuerzo al concreto existente

Para el anclaje de las barras de refuerzo se debe utilizar un grout epóxico con resistencias a compresión aproximadamente dos veces mayor que la resistencia del concreto. Para el anclaje de las barras se deben efectuar perforaciones ejecutadas con taladros de tipo roto-percusión, ya que la superficie resultante de la perforación resulta rugosa, lo cual favorece la traba mecánica entre el grout y el concreto. Una vez ejecutadas las perforaciones los huecos deben ser cepillados (no utilizar cepillo metálico) y limpiados con el uso de aire comprimido (sin aceite). Tanto la superficie de las barras de anclaje, como la superficie resultante de la perforación deben estar libres de aceite, óxido, grasa o cualquier otro tipo de contaminación, tampoco deben existir recubrimientos protectores o galvanizados.

El óxido de las barras debe ser removido mediante el uso de cepillo metálico y esmeril. Los recubrimientos protectores deben ser eliminados utilizando medios mecánicos y/o limpiezas químicas según sean sus características. El grout epóxico seleccionado debe ser proporcionado, almacenado y aplicado siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante. La aplicación del grout se debe iniciar desde el fondo del hueco perforado, evitando que quede aire atrapado. El diámetro de la punta de la pistola o dispositivo de aplicación debe ser un poco menor que el

diámetro del hueco. El diámetro del orificio debe ser dimensionado de modo que el espacio anular libre entre la barra y la cara de la perforación sea de 3 a 6 mm.

J. Perforaciones en losas de concreto.

Cuando sea necesario hacer perforaciones en las losas de concreto para el paso de ductos, cables, etc., estas deberán ser notificadas y aprobadas por CORPOELEC antes de ser realizadas, requerirán de un análisis previo para determinar que no se hará ninguna afectación estructural y se procurará interrumpir la menor cantidad de acero de refuerzo posible. Cuando la interrupción del refuerzo sea inevitable, se deberá restituir la capacidad a tracción de la sección mediante la colocación de planchas de acero estructural por encima y por debajo de la losa, rodeando el perímetro de la perforación, vaciadas sobre grout cementicio y conectadas por pernos pasantes a través del espesor de la losa, aplicación de fibra de carbono o cualquier otro método propuesto por EL CONTRATISTA previa aprobación de CORPOELEC. Todos los bordes de la perforación deben ser correctamente rematados y protegidos.

K. Preparación de la superficie para el vaciado del concreto o la aplicación del concreto proyectado

Uno de los aspectos fundamentales para garantizar la adherencia del concreto endurecido con el concreto fresco depende en gran medida de la calidad de la preparación de la superficie y su control. Una inadecuada preparación de la superficie se puede traducir en una reparación inadecuada y una condición peor que la inicial.La superficie debe ser preparada siguiendo las recomendaciones contenidas en la norma ACI 506.2 "Especificaciones para Materiales, Proporciones y Aplicación del Concreto Lanzado". La superficie debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe tener textura rugosa, sin fragmentos sueltos o semiadheridos. Los áridos deben quedar a la vista con un perfil de rugosidad con una amplitud mínima de 6 mm (1/4").
- La superficie debe ser limpiada con chorro de agua con una presión no menor que 3000 psi, dejándola libre de polvo, pintura, solventes o cualquier otro tipo de contaminación. Se deben tomar todas las precauciones para evitar que los agregados sean socavados durante esta operación.
- El acero de refuerzo debe estar limpio (sin polvo, grasa o cualquier otro tipo de contaminación).
- La superficie limpia debe estar seca saturada (SSS) al momento del vaciado del concreto o aplicación del mortero de alta resistencia. La saturación preferiblemente debe efectuarse al menos dos horas antes de la aplicación. La superficie debe estar oscurecida (por la humedad capilar) pero sin agua libre en su superficie.

- En los extremos de las zonas a reparar, se debe hacer un corte con sierra con una inclinación hacia el centro del área a reparar de aproximadamente 45° para prevenir cantos u orillas a 90°, hasta una profundidad mínima de 10 mm.

L. Composición y clasificación del concreto.

El concreto deberá estar compuesto de cemento pórtland, microsílice (donde así se especifique o donde el diseño de la mezcla aprobado por el Laboratorio de Materiales de CORPOELEC así lo indique), agua, agregados fino y grueso, aditivos para reducir el contenido de agua e incorporar aire y así lograr la trabajabilidad necesaria, como también otros materiales, en los casos que se requiera y se indique en los Planos de Proyecto o lo ordene CORPOELEC. Los requerimientos relacionados con la resistencia del concreto, así como los criterios de interpretación de los resultados de los ensayos para verificar su cumplimiento y efectuar los ajustes a que haya lugar, estarán basadas en las siguientes Normas: ASTM C94 "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete", ACI 211.1 "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete", ACI 318 "Building Code Requirements for Structural Concrete", ACI 214 "Recommended practice for Evaluation of strength test results of concrete" y/o sus equivalentes COVENIN o FONDONORMA, según sean aplicables. La clasificación de los concretos utilizados será la siguiente:

1. Concreto proyectado vía húmeda con resistencia de diseño a los 28 días de 400 kg/cm².

2. Concreto vaciado en sitio con resistencia de diseño a los 28 días de 400 kgf/cm².

M. Cemento

1. Generalidades. El cemento será Cemento Portland, Tipo II y deberá cumplir con la Norma COVENIN No. 28, ó la Norma ASTM C150 "Standard Specificaction for Portland Cement", con los requerimientos adicionales de bajo contenido de álcalis (0,60% máx. de Na_2O), falso fraguado limitado a la penetración final de mínimo 50% y calor de hidratación de máximo 70 cal/g, en 7 días.

2. Requerimientos químicos: La composición química deberá conformar con los valores que se indican a continuación, determinados de acuerdo con el método de ensayos indicado en las Normas COVENIN 109 "Cementos hidráulicos: métodos de ensayo para análisis químicos" o ASTM 114 "Method for Chemical Analysis of Hidraulic Cement".

Compuesto químico o características	Contenido especificado
Dióxido de Silicio (Si02)	20,0% mínimo

Oxido de Aluminio (Al203)	6,0% máximo
Oxido Férrico (Fe203)	6,0% máximo
Oxido de Magnesio (MgO)	6,0% máximo
Trióxido de Azufre (S03)	3,0% máximo
Contenido de álcalis	0,60% máximo
Pérdida al fuego	3,0% máximo
Residuos insolubles	0,75% máximo

3. Requerimientos físicos. El cemento deberá cumplir con las características físicas especificadas a continuación, determinadas cada una mediante el método correspondiente indicado en las Normas COVENIN y/o ASTM:

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS	MÉTODO SEGÚN NORMA		VALORES ESPECIFICADOS
	COVENIN	ASTM	
Superficie específica Blaine	487	C204	Mínimo 280 m²/kg
Estabilidad volumen (expansión en autoclave)	491	C151	Máximo 0,80%
Contenido de aire en mortero	496	C185	Máximo 12,0%
Falso fraguado en mortero	365	C451	Mínimo 50,0%
Calor de hidratación 7 días	495	C186	Máximo 70 cal/g
Fraguado Gillmore Inicial Final	-	C266	 Mínimo 60 minutos Máximo 600 minutos
Fraguado Vicat Inicial Final	493	C191	 Mínimo 45 minutos Máximo 375 minutos
Resistencia a la compresión 28 días	484	C109	Mínimo 400 kgf/cm²
Resistencia a la tracción	-	C190	
Finura tamiz 200	-	C184	
Finura tamiz 325	-	C430	

4. Microsílice

La microsílice será utilizada en la mezcla de concreto, con el propósito de lograr un concreto especial con características superiores al concreto normal, en los siguientes aspectos y/o propiedades, según la importancia de los objetivos que se desean lograr: resistencia al ataque químico del agua del Río Caroní, reducción de la permeabilidad, incrementar la resistencia a la compresión y abrasión. La microsílice suministrada por EL CONTRATISTA, deberá ser sometida a ensayos hechos en

laboratorios de reconocida experiencia con este tipo de productos, los resultados de los ensayos deberán ser enviados a CORPOELEC para su aprobación. La microsílice deberá cumplir con la Norma ASTM C1240 "Standard Specification for Silica Fume for use as a Mineral Admixture in Hydraulic Cement Concrete, Mortar and Grout" y con la Norma ACI 234 "Guide for the User of Silica Fume (Microsílice) in Concrete", con el requerimiento químico de que el máximo contenido de álcalis en forma de Na_2O, no exceda de 1,50%. El producto propuesto por EL CONTRATISTA deberá estar compuesto de sílice amorfa, procedente de residuos industriales provenientes del proceso de ferro-silicio y/o metal silicio, en hornos de acero eléctrico, producto de una marca reconocida, y que será suministrado solamente después de que CORPOELEC lo haya aprobado por escrito. El suministro, transporte y almacenamiento de la microsílice se hará según las recomendaciones del fabricante, con la aprobación previa de CORPOELEC. En el sitio de almacenamiento deberá disponerse de los dispositivos para facilitar la toma de muestras para el control de calidad.

5. Aditivos

a. Aditivos para Incorporación de Aire.

El aditivo para la incorporación de aire será suministrado por EL CONTRATISTA y deberá ser una sustancia, compuesto, o producto de una marca reconocida, aprobado por el Laboratorio de Materiales de CORPOELEC y de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM C260 "Standard Specification for Air Entraining Admixtures for Concrete", o su equivalente COVENIN 357 "Especificaciones Aditivos incorporadotes de Aire para Concreto". El aditivo para la incorporación de aire podrá ser añadido en la mezcladora con el agua de mezcla, o a la arena. La cantidad de aditivo a ser usado en cada mezcla deberá ser tal que el porcentaje de aire incorporado en el concreto, descargado de la mezcladora, sea el que se muestra en la tabla siguiente:

Agregado grueso, Tamaño Nominal máximo en milímetros (pulgadas)	Límites normales del contenido de aire en porcentaje del volumen de concreto (%)
19 mm (3/4")	4,5 a 7,5
9,5 mm (3/8")	6,5 a 8,5

En la mezcla de concreto proyectado no se debe utilizar aditivo incorporador de aire, se acepta un contenido de aire máximo de 3,5 %.

b. Aditivo Expansivo.

Donde así lo especifique CORPOELEC y se indique en los Planos de Proyecto, se requerirá un concreto antirretractivo. En la composición de dicho concreto se deberá emplear un aditivo expansivo, para compensar la retracción, que deberá ser un producto de una marca reconocida, aprobado por el Laboratorio de Materiales de CORPOELEC. Este aditivo no deberá contener cloruros de calcio, ni aluminio.

Otros aditivos, diferentes a los arriba especificados, sólo podrán ser utilizados después de haber recibido la aprobación, por escrito, de CORPOELEC. No se permitirá ningún aditivo que contenga cloruro de calcio.

c. Aditivo Acelerador de Fraguado.

A los fines de minimizar los lapsos de la puesta en servicio de las estructuras reparadas, se pueden utilizar aditivos aceleradores de fraguado, los cuales deben ser libres de cloruros. Serán productos líquidos o en polvo no cáusticos, que incorporados a la mezcla mejoren las cualidades del hormigón lanzado, aceleren el fraguado confiriendo una resistencia inicial en el plazo más breve posible y disminuyan el rebote y contribuyan a obtener una buena estanqueidad, las resistencia del concreto se indican de esta manera:

- Resistencia del concreto a 6 horas entre 25 y 40 kg/cm^2
- Resistencia del concreto a 24 horas entre 180 y 250 kg/cm^2
- Resistencia a los 28 días de una mezcla con aceleradores no deberá ser menor que el 80% de una mezcla de las mismas características sin aditivo.

En el caso de utilizar aceleradores en polvo, estos se agregarán directamente a la mezcla; en caso de que sean líquidos, se incorporaran al agua. El tipo de aditivo y la dosificación que se utilizará se determinará mediante el ensayo de compatibilidad con el cemento utilizado. EL CONTRATISTA solicitará a los suministradores de aditivos, pruebas de las distintas mezclas a fin de un correcto uso en los trabajos. La inclusión de un acelerador se realizará con la aprobación de CORPOELEC y conforme a lo indicado en la guía para hormigón lanzado de la Norma ACI 506. Bajo ninguna circunstancia se permitirá que los aditivos aceleradores sean agregados manualmente, se debe usar solo dispositivos automáticos.

La trabajabilidad del concreto debe ser la mínima requerida para posibilitar el bombeo del concreto.

N. Concreto vaciado en sitio

Las mezclas de concreto serán diseñadas por EL CONTRATISTA y aprobadas por CORPOELEC, para satisfacer los requerimientos de resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión, relación agua/cementante, temperatura y aumento del calor

de hidratación, apariencia, tamaño máximo de agregados, incorporación de microsílice y/o aditivo antirretractivo; impuestos por las necesidades del elemento estructural del que forman parte.

Las mezclas diseñadas por EL CONTRATISTA deberán tener por objetivo satisfacer todas las condiciones indicadas en estas Especificaciones, asegurando una mezcla plástica, trabajable, colocada en los encofrados a la temperatura especificada, con el acabado requerido y cumpliendo con las resistencias a la compresión especificadas anteriormente. EL CONTRATISTA deberá prestar especial atención al diseño de las mezclas de concreto a ser colocadas en las zonas cuyas superficies estarán expuestas al flujo de agua, así como también alrededor de insertos metálicos, según sea el caso, y asegurar una mezcla que deberá tener una adecuada fluidez. La aprobación del diseño de las mezclas por parte de CORPOELEC no relevará a EL CONTRATISTA de su responsabilidad de que el concreto cumpla con todos los requerimientos indicados en estas Especificaciones y en los Planos de Proyecto.

La resistencia promedio a la compresión requerida (R'cr) deberá ser aproximada, de acuerdo con el capítulo 5 de la Norma ACI 318, "Building Code Requeriments for Reinforced Concrete" o su equivalente COVENIN o FONDONORMA vigente. La resistencia promedio requerida, determinada en función de la desviación estandard para cada mezcla, será el mayor valor calculado con las siguientes ecuaciones, expresadas en kgf/cm^2:

$$R'_{cr} = R'_c + 1{,}34 \times S$$

$$R'_{cr} = R'_c + 2{,}33 \times S - 35{,}1$$

<u>Donde</u>:

R'_c: Resistencia de diseño especificada

S : Desviación Standard

Todas las mezclas diseñadas deberán ser debidamente comprobadas por EL CONTRATISTA y aprobadas por CORPOELEC. Se determinarán dosificaciones para mezclas de concreto convencional, con solamente cemento como material cementante y para mezclas de concreto en las cuales también se incluya microsílice como material cementante. Las mezclas para los concretos con microsílice deberán ser establecidas sobre la base de ensayos preliminares de pruebas hechas con dosificaciones tentativas de los ingredientes, teniendo en consideración la necesidad de optimizar el curado.

Para el concreto vaciado en sitio se emplearán mezclas que incluyen microsílice por sustitución del cemento, es decir que para alcanzar la misma resistencia, cada unidad por peso de microsílice sustituye aproximadamente dos y media a tres

unidades de cemento, y que el contenido de microsílice con relación al del cemento no exceda el 10%. En estos casos se define como material cementante tanto el cemento como a la suma del cemento mas la microsílice.

La relación agua/cementante para cada tipo de mezcla deberá ser determinada por EL CONTRATISTA por medio de ensayos de laboratorio y sometida a la aprobación de CORPOELEC. Para el diseño de las mezclas correspondientes a un concreto convencional, donde el material cementante es el cemento o la suma del cemento más la microsílice, la relación agua/cemento o agua/cementante deberá ser la minima que permita satisfacer los requerimientos de durabilidad e impermeabilidad, para un concreto que presente una buena trabajabilidad y que asegure la resistencia a comprensión especificada en la Sección 11.

El tamaño máximo nominal a usarse en la mezcla de concreto vaciado en sitio debe ser ¾" (orificio del tamiz de la malla cuadrada de 19 mm), siguiendo lo establecido en el Párrafo 3.3.2 de la Norma ACI-301 "Standard Specification for Structural Concrete", excepto por los casos específicos en los cuales, si así fuera necesario, ameriten mezclas con tamaños diferentes.

O. Concreto proyectado.

El concreto proyectado será grado 1 vía húmeda (wet mix shotcrete) para la restitución del concreto demolido desde la zona colindante con el concreto de segunda etapa del sello de la compuerta y hasta una distancia de 60 cm medida desde el plano de sello de la compuerta de toma. El concreto proyectado vía húmeda deberá tener un asentamiento de 180 ± 20 mm medido mediante cono estandarizado según ASTM C143. La trabajabilidad del concreto proyectado debe ser la mínima requerida para posibilitar el bombeo del concreto. El diseño de mezcla debe ser ensayado y aprobado por el Laboratorio de Materiales de CORPOELEC, con anterioridad a la ejecución de la obra. EL CONTRATISTA debe tomar las previsiones necesarias en cuanto a tiempo y disponibilidad, para proveer a CORPOELEC los materiales requeridos para el chequeo de las mezclas de concreto por parte del Laboratorio de Materiales. Se requerirá un concreto con peso normal, dentro de la relación agua/cementante especificada necesaria para disminuir la permeabilidad y aumentar la resistencia a la abrasión y al ataque químico del agua del río 104arona. Siguiendo el criterio de diseño en base a la durabilidad y resistencia mecánica necesaria para una adecuada respuesta de la estructura, tanto a las solicitaciones que actúan en la estructura de toma, como frente a la reología de los materiales propiamente.

Se recomienda la incorporación de microsílice en una proporción aproximada del 5 al 8 % del peso de cemento, siempre y cuando se demuestre que mejora la adhesión y cohesión del concreto durante su estado plástico, permite la ejecución del concreto proyectado en capas de mayor espesor, disminuye el rebote durante la aplicación, mejora la durabilidad del concreto en comparación con mezclas

convencionales. La Preparación, aplicación y evaluación de los trabajos de concreto proyectado deben ser realizados según lo especificado en las normas:

- ACI 506R-90 "Guide to Shotcrete".
- ACI 506.1R-98 "Committee Report for Fiber Reinforced Shotcrete".
- ACI 506.2R-95 "Specification for Shotcrete".
- ACI 506-4r-94 "Guide for the Evaluation of Shotcrete".

Los operadores de la boquilla para la aplicación del shotcrete deben ser calificados, según lo especificado en la Norma ACI 506-4R-94 "Guide for the Evaluation of Shotcrete Nozzelmen".Todos los equipos a ser empleados para la dosificación, preparación, transporte y aplicación del concreto proyectado deberán estar en perfecto estado de limpieza, mantenimiento y operativo a satisfacción de CORPOELEC.

EL CONTRATISTA debe someter a la aprobación de CORPOELEC un informe detallado de todos los riesgos asociados a la aplicación del concreto proyectado, el cual incluya las acciones a adoptar para su mitigación. El informe debe contener además, el procedimiento operativo para la aplicación del concreto así como los dispositivos e indumentaria de seguridad industrial que debe utilizar el aplicador del concreto proyectado y las personas que se encuentren el sitio. El equipo a utilizar en la aplicación del concreto en los paneles de ensayo debe ser el mismo o idéntico a: que se utilizará en la aplicación del concreto en la obray deberá ser aplicado por el mismo operador. La aplicación del concreto de prueba deberá ser efectuada en presencia de: EL CONTRATISTA y de representantes de CORPOELEC, en un sitio previamente convenido. La dosificación de concreto proyectado deberá atender a los siguientes requerimientos:

Gradación de los agregados:

Tamaño de Tamices	% que pasa
(12.5 mm) ½"	100
(9.5 mm) 3/8"	90 – 100
(4.75 mm) No. 4	70 – 85
(2.36 mm) No. 8	50 – 70
(1.18 mm) No. 16	35 – 55
(0.60 mm)No. 30	20 – 35
(0.30 mm)No. 50	8 – 20
(0.15 mm)No. 100	2 – 10

Las gradaciones podrán ser variadas, previa aprobación de CORPOELEC, para adaptarlas a las recomendaciones del fabricante del equipo lanzador y a las condiciones de la fuente de materiales, siempre y cuando se demuestre mediante ensayos que cumplen con las demás estipulaciones.El concreto proyectado, tendrá una resistencia mínima a la compresión ensayada en cilindros, correspondiente a lo

indicado en la norma ASTM C39, de 200 kgf/cm^2 a las 24 horas y 400 kgf/cm^2 a los 28 días. Será responsabilidad de EL CONTRATISTA diseñar las mezclas y ajustarlas cuando se requiera.En general, los componentes correspondientes a las mezclas para el concreto proyectado deberán estar comprendidos en los siguientes rangos:

Contenido de cemento (kgf/m^3)	350 – 450
Fibras de acero (kgf/m^3)	30 – 40
Proporción agregado/cemento	3 – 5
Acelerante (% peso de cemento)	2 – 4
Relación agua/cementante	0,35 – 0,45

Antes de solicitar la aprobación por parte de CORPOELEC del uso de acelerante de fraguado, los cuales deben ser libres de cloruros que cumplan con los requisitos establecidos en las Normas ASTM C 494 "Chemical Admixtures for Concrete", EL CONTRATISTA deberá pedir el asesoramiento del fabricante del aditivo y del fabricante del cemento, en caso de ser necesario. Se empleará una cantidad mínima de aditivos, a fin de obtener una resistencia inicial suficiente, apropiada para las condiciones requeridas. CORPOELEC podrá en cualquier momento durante el avance de las obras, dar instrucciones al Contratista a fin de variar la proporción de los componentes de la mezcla del concreto lanzado y ordenar la ejecución de ensayos posteriores, a fin de garantizar la obtención de las resistencias iniciales. EL CONTRATISTA debe suministrar al Laboratorio de CORPOELEC muestras de concreto fresco y endurecido, según sea el requerimiento, extraídas de paneles de prueba del concreto proyectado. Los paneles de prueba deberán ser fabricados según lo especificado en el Apéndice "A", Sección 3.5 de "Guide to Concrete Repair" del US Bureau of Reclamation". Se debe fabricar como mínimo dos paneles de ensayo por cada diseño de mezcla a probar.

Para determinar las proporciones de la mezcla, EL CONTRATISTA realizará, con una antelación mínima de 30 días a la utilización en la obra, ensayos de los materiales, proyectados de prueba y ensayos de resistencia. Los paneles de prueba deben contener acero de refuerzo con características y distribución similares a las existentes en la zona de trabajo. Se debe comprobar tanto en los paneles de prueba como en la obra, que el concreto proyectado cubra completamente el acero de refuerzo, es inadmisible al existencia de vacíos, en especial en la zona posterior de las barras de acero.

Una vez fabricados los paneles de prueba, se procederá al sellado de su superficie con hojas de polietileno o será curada aplicando cualquier método aprobado por CORPOELEC. EL CONTRATISTA suministrará a CORPOELEC, las muestras requeridas para su ensayo, las cuales deberán tener las características geométricas que especifique el Laboratorio de Materiales de Construcción. La extracción de las muestras debe ser realizada por personal calificado, en presencia de representantes de EL CONTRATISTA y de CORPOELEC. Las muestras extraídas deberán ser selladas de manera individual con hojas de polietileno o se procederá a su curado por el método que indique CORPOELEC.

P. Lechada de Inyección

La lechada de inyección deberá ser una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, (podrá requerir microsílice previa aprobación de CORPOELEC) y/o aditivos donde así se requiera, que será inyectada por métodos mecánicos en las perforaciones de inyección o juntas.

Las características de las mezclas exigidas por CORPOELEC, en cuanto a:

Lechada de inyección:

- Relación A/C: 0,66 a 0,85
- Peso específico: 1,55 a 1,65 Ton/m3
- Viscosidad Marsh: 29 a 33 Seg.
- Sedimentación a las 2 Hrs: < 5%
- Cohesión aparente: 0,08 a 0,15 mm.
- Resistencia a los 28 días: 100 a 150 Kg/cm2.

Lechada para relleno de juntas:

- Relación agua/cemento: 0,66 a 0,85
- Peso especifico: 1,55 a 1,65 Ton/m3
- Viscosidad Marsh: 29 a 33 Seg.
- Sedimentación a las 2 Hrs: < 3%
- Cohesión aparente: 0,08 a 0,15 mm.
- Resistencia a los 28 días: igual a la del concreto del contacto.

Al momento de colocarla, la lechada deberá estar en estado coloidal, adquirido por métodos mecánicos de agitación a alta velocidad.

El cemento utilizado para preparar la lechada de inyección deberá cumplir con los requisitos de las Normas COVENIN No. 28, ASTM C150 "Standard Specification for Portland Cement", Tipo I de acuerdo con Norma ASTM C204" Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by Air Permeability Apparatus". El cemento deberá estar libre de terrones objetables y deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos expresados en la Cláusula 3.30, M (Cemento) de este Volumen.

El agua deberá ser fresca, limpia y libre de aguas negras, aceite, y de cantidades inadecuadas de ácidos, álcalis, sales y materia orgánica. Se podrá utilizar agua no contaminada del Río Caroní. La temperatura de la lechada de inyección durante su proceso de preparación no deberá exceder los 30 °C. EL CONTRATISTA deberá

tomar todas las precauciones para mantener esta temperatura sin que esto ocasione costos adicionales a CORPOELEC.

Aditivo. El aditivo para reducir la cantidad del agua deberá cumplir con lo especificado en la Norma ASTM C494 "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete" o equivalente COVENIN y con lo correspondiente indicado en la Cláusula 3.30, O (Aditivos) de este Volumen. Se podrá utilizar un aditivo súper plastificante, sin bentonita, con la aprobación de CORPOELEC.

La Arena. deberá cumplir con la Norma ASTM C33 "Specification for Concrete Aggregates", o su equivalente COVENIN y consistirá en partículas duras, resistentes, durables, y sin recubrimiento de material extraño. La forma de las partículas deberá ser generalmente cúbica, por lo tanto el agregado fino deberá estar libre de partículas planas y alargadas, en un porcentaje limitado por los ensayos de las mezclas de concreto a ser efectuadas según lo indicado en estas Especificaciones.

La granulometría de la arena deberá ser la siguiente:

Tamiz "U.S. Standard"	Orificios del tamiz de malla cuadrado	Porcentaje que pasa (por peso)
No. 30	0,76 mm	100
No. 50	0,30 mm	50
No. 100	0,15 mm	20

Tubería. Los tubos de inyección, boquillas de inyección y otras tuberías, que vayan a quedar empotradas, deberán ser de tubo de acero negro Standard, de diámetro adecuado, cortado en longitudes adecuadas para el uso que se le vaya a dar. El extremo inferior de las boquillas deberá ensancharse o estar provisto con un acoplamiento, para que quede anclado firmemente. El extremo superior deberá ser roscado, para que se pueda conectar con el equipo de inyección y deberá estar provisto con una tapa o tapón removible, para evitar la salida de lechada o la entrada de objetos indeseables en la perforación

Perforaciones a través del concreto. Previamente a la colocación del concreto, en los lugares en los cuales están previstas perforaciones, EL CONTRATISTA deberá instalar manguitos de tubo que sirvan de guía, para evitar que la operación de perforar interfiera con el acero de refuerzo y/o piezas metálicas empotradas en el concreto. Cuando por falta de EL CONTRATISTA no se instale el tubo en un vaciado de concreto, la perforación deberá hacerse por equipos de rotación a través del concreto y cortar las mallas de acero que fuese necesario.

Las inyecciones a presión previstas alrededor del anillo de descarga deberán ser ejecutadas no antes de los siete (7) días después de terminar la colocación del concreto en la zona de empotramiento respectiva.

Q. Inyección de planchas de asiento, bases para maquinarias y/o partes metálicas misceláneas.

La inyección de las planchas de asiento, bases para maquinarias, rieles y/o cualquier otro elemento metálico misceláneo, deberá ser efectuada colocando un mortero con o sin aditivo expansivo para compensar retracciones, según se muestre en los Planos de construcción. El tipo de mortero a ser usado dependerá del equipo o parte metálica a ser empotrada, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Para las bases de equipos con carga dinámica, tales como turbinas, generadores, gobernadores, bombas, compresores, rieles de grúa de gran capacidad, donde se requiera un buen comportamiento en cuanto a cambio de volumen debajo de las placas de asiento y un buen desempeño bajo la acción de cargas dinámicas y repetitivas (vibraciones), se deberá usar un mortero del tipo antirretractivo, un producto de una marca conocida, aprobado por CORPOELEC. Donde sea necesario, se emplearán encofrados para el confinamiento del mortero antirretractivo, cuya colocación se deberá hacer cuidadosamente, asegurando el relleno de todos los espacios, sin dejar vacíos. El mortero antirretractivo deberá cumplir con la Norma ASTM C1107 "Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic cement Grount (Nonshrink)".

2. Para las bases de equipos con carga estática, tales como tanques, tableros eléctricos, equipos de talleres electromecánicos, equipos sanitarios, se usará un relleno de mortero seco compuesto de arena, cemento, microsílice y un reductor de agua de alto rango, que tenga la propiedad de no cambiar de volumen, de acuerdo con las Normas: U.S. Army Corps of Engineers – CRD-C-621 "Specifications for Non-shrink grout" y ACI 351.1 "Grouting between foundation and bases for Support of Equipment and Machinery". El relleno de mortero seco deberá ser utilizado solamente cuando así se indique en los Planos de construcción. La colocación del relleno del mortero se deberá hacer cuidadosamente, asegurando una buena penetración, sin dejar vacíos.

R. Tratamiento de las juntas de construcción.

Todas las juntas de construcción, incluyendo las verticales, deberán acondicionarse inmediatamente antes de la colocación del vaciado siguiente; esto deberá hacerse sometiendo las superficies de concreto a un chorro de agua a alta presión. En la preparación de las juntas de construcción el chorro de agua a alta presión (mínimo 6000 psi) deberá aplicarse inmediatamente antes de la colocación del siguiente vaciado de concreto. El equipo de chorro de agua a alta presión deberá disponer de dispositivos de seguridad para controlar la presión, incluyendo

cierres automáticos de la boquilla para cortar la presión, cuando así sea necesario. En cualquiera de los sistemas que se adopte, la operación deberá ser continua hasta que todo el concreto indeseable, acumulación de lechada, manchas, escombros y todo tipo de material extraño, hayan sido completamente removidos. La superficie del concreto deberá ser lavada a fondo para remover todo el material suelto. Se deberán tomar precauciones para evitar que los agregados sean socavados. En caso de que hubiere una demora en la colocación del concreto después de la preparación inicial de la junta, el uso del chorro de agua a alta presión deberá ser repetido, antes de aplicar el siguiente vaciado de concreto.

S. Encofrados.

Con el objeto de confinar el concreto y darle la forma y el acabado requerido, se deberán emplear encofrados donde sea necesario. Los encofrados deberán ser suficientemente rígidos y resistentes para mantenerse en su posición correcta, soportando la presión debida a la colocación y vibrado del concreto. También deberán ser ensamblados herméticamente, para impedir que el mortero o la lechada del concreto escurran a través de las juntas. Los encofrados podrán ser metálicos o de madera machihembrada de ancho uniforme o de madera contrachapada. Las superficies de los encofrados para las áreas que vayan a quedar expuestas y las de los encofrados para concreto de obra limpia, deberán ser cepilladas o construidas, empleando un material liso, de manera que produzcan sobre la cara del concreto, superficies de textura uniforme. Todas las aristas de superficies acabadas que quedarán expuestas deberán ser biseladas. Deberán dejarse aberturas temporales en las bases de los encofrados de los muros y en cualquier otro lugar, donde sea necesario, para facilitar la inspección y la limpieza. Así mismo, los encofrados para muros u otras secciones de altura considerable, deberán proveerse de aberturas y otros medios para permitir el vaciado del concreto, evitando la segregación. Los encofrados deberán ser diseñados por EL CONTRATISTA para cumplir con los requerimientos descritos en estas especificaciones. El acabado de los encofrados deberá ser mantenido en perfecto estado, reemplazándolo, cuando sea necesario, por material nuevo para garantizar la calidad requerida. No se permitirán defectos locales en las superficies de estos encofrados, tales como madera contrachapada astillada o dobleces en el acero. Los encofrados de madera (contrachapada, machihembrada, tablones, etc.), deberán ser de buena calidad y deberá probarse que no producen alteraciones que degraden la calidad y apariencia del concreto en su superficie. Los elementos de sujeción, arriostramientos y/o soportes temporales de los encofrados deberán asegurar el cumplimiento de las tolerancias indicadas en estas especificaciones, garantizando la indeformabilidad de los mismos durante cada vaciado y en el transcurso de todo el período de construcción. EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de CORPOELEC los tipos de encofrados que se propone utilizar, prestando especial atención a los encofrados para los pasajes de agua, los encofrados en juntas de construcción y/o control, con armaduras que atraviesan el área encofrada y/o previstos con sistemas de empalme utilizando

acoples mecánicos, incluyendo información sobre, materiales, dimensiones, tipos de sujeción, soportes, cargas admisibles y verificaciones estructurales del sistema de encofrado para las cargas a las que serán sometidos en el sitio.

Cualquier encofrado que no cumpla con lo especificado en esta Sección será rechazado, y será responsabilidad de EL CONTRATISTA removerlo y disponerlo en el lugar que indique CORPOELEC. Las bases para soldar y otros elementos metálicos empotrados a ras de la superficie del concreto, y/o concreto de segunda etapa podrán ser fijados a los encofrados mediante un método que asegure que su desplazamiento durante el vaciado esté dentro de la tolerancia que se indica en los Planos de Proyecto y en estas especificaciones. Previo a la colocación del acero estructural, los encofrados deberán ser impregnados con un antiadherente de marca reconocida y aprobado por CORPOELEC y antes de la colocación del concreto se deberán lavar con agua. Antes de colocar el concreto, las superficies de los encofrados deberán tratarse con un producto antiadherente, comercialmente reconocido, aprobado por CORPOELEC, el cual impida su adherencia a las superficies de concreto, sin mancharlas. Se deberá cuidar que el antiadherente no llegue a las superficies de concreto, a las que se deba adherir el siguiente vaciado. La superficie de los encofrados deberá estar libre de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales indeseables. Cualquier producto utilizado para los fines antes mencionados deberá ser inocuo al concreto.

El entablado de los encofrados que se coloquen deberá solapar el concreto endurecido, en no menos de 25 mm, de tal forma que no se produzcan derrames, irregularidades abruptas o pérdidas de mortero. Para sujetar los encofrados que se vuelvan a colocar contra el concreto endurecido, se deberán utilizar pernos o barras adicionales, según sea necesario.

Los encofrados deberán ser removidos lo más pronto que sea posible, a fin de no interferir con el curado y la reparación de las eventuales imperfecciones en las superficies, a excepción de las áreas en las cuales se indique diferente en los Planos de Proyecto. Toda reparación que se requiera efectuar en las superficies del concreto deberá ser hecha de inmediato, antes de proceder con el curado especificado. Los encofrados deberán ser construidos en forma tal que puedan desarmarse sin necesidad de golpearlos, ni hacerles fuerza contra el concreto, y deberán ser removidos con cuidado para no dañar el concreto. Si tales daños ocurriesen, deberán ser reparados inmediatamente, según se especifica en la Sección 16 "Reparación del concreto". No se deberán remover los apuntalamientos hasta que el concreto alcance como mínimo los 2/3 de la resistencia de diseño. Los encofrados deberán ser construidos siguiendo estrictamente los alineamientos e inclinaciones requeridas, mostrados en los Planos de Proyecto. EL CONTRATISTA deberá revisar los encofrados antes y durante el vaciado, para asegurarse que las estructuras cumplirán con las tolerancias especificadas. Las desviaciones aceptadas en los alineamientos e inclinaciones no serán acumulativas. Los encofrados a ser usados en los vaciados subsiguientes deberán ser alineados nuevamente y colocados cumpliendo con lo relativo a los límites de tolerancia indicados a

continuación. Las tolerancias para las estructuras de concreto serán las que se indican a continuación, cualquier incumplimiento de las mismas deberá ser corregido bajo la completa responsabilidad de EL CONTRATISTA:

a. Contorno lineal, posición, dimensiones, líneas, superficies, niveles y/o rasantes de cualquier elemento de concreto, incluyendo: columnas, paredes, pilas, contrafuertes, superficies curvas y aristas visibles:

- La desviación máxima permitida será de 15 mm respecto a la línea teórica.
- En 2,5 m de longitud de desviación máxima será de 5 mm.
- En 5 m de longitud la desviación máxima será de 10 mm.
- En 10 m de longitud la desviación máxima será de 15 mm.

Independientemente de la distancia entre dos (02) puntos sobre la línea o superficie del elemento de concreto considerado, la desviación máxima será de 20 mm.

b. En las aristas externas de los entrantes (Block–Outs) previstos en el concreto de 1° Etapa para empotramientos, no se permitirán desviaciones mayores de 5 mm respecto a la línea teórica establecida. Sin embargo, las tolerancias específicas para cada caso deberán ser ajustadas, para permitir el empotramiento requerido. No se hará medición ni pago por el ajuste de estas tolerancias.

Variación respecto a las líneas de plomada y de nivel: no mayor de 5 mm en 1,5 m de longitud.

T. Curado del concreto.

El concreto deberá ser curado con agua durante un período no menor de 14 días, empleando un método o combinación de métodos apropiados, aplicables a las condiciones locales, propuestas por EL CONTRATISTA y aprobados por CORPOELEC. En principio, el concreto deberá ser curado con agua. EL CONTRATISTA iniciará el curado tan pronto el concreto haya alcanzado la suficiente dureza para prevenir cualquier daño causado por el agua o por la aplicación del método de curado aprobado. Los equipos, materiales y mano de obra necesarios para la ejecución del curado especificado en esta Cláusula deberán estar disponibles y listos para su instalación y manejo, antes de iniciarse las operaciones del vaciado. El tipo y procedimiento de curado deberá ser especificado en una planilla de control para cada vaciado, elaborada por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC, estos procedimientos de curado deberán cumplir con lo indicado en la Norma ACI 308 "Standard Practice for Curing Concrete". No se permitirá el incumplimiento de

las operaciones de curado del concreto según el procedimiento propuesto por EL CONTRATISTA y aprobado por CORPOELEC. Al no cumplir EL CONTRATISTA con las operaciones de curado del concreto especificadas en esta Cláusula.

El concreto deberá ser curado por humedecimiento, manteniendo todas las superficies continuamente (no periódicamente) húmedas, durante el período requerido. El agua utilizada para el curado deberá ser fresca, limpia, libre de aguas negras, aceite, ácidos, álcalis, sales o materiales orgánicos.

U. Acabados y procedimientos para su ejecución.

Los requerimientos exigidos para el acabado de las superficies encofradas de zonas expuestas al agua en movimiento, estarán encaminados a conseguir superficies perfectamente alineadas y lisas, sin imperfecciones u otros defectos, con el objeto de eliminar la acción erosiva del agua. Las superficies a ser reparadas, después de ser repicada el área afectada, deberán ser sometidas en el 100% de su área a un chorro de agua a alta presión, removiéndose los trozos de concreto desprendidos, agrietados o microfisurados y los agregados flojos o sueltos, según lo especificado en la siguiente sección. La reparación y el tratamiento de las superficies con irregularidades y/o imperfecciones, deberán ser realizadas con un mortero especial en base a un producto antiabrasivo, aprobado por CORPOELEC. Las irregularidades superficiales abruptas deberán ser esmeriladas hasta que cumplan con las tolerancias indicadas en estas especificaciones y en los Planos de Proyecto. Las superficies de concreto adyacentes a los espacios de empotramiento para los asientos de las compuertas deberán ser lisas y no deberán diferir de las líneas y rasantes teóricas en más de 5 mm.

V. Reparación del concreto.

La reparación de las imperfecciones del concreto cuya superficie estará expuesta al flujo del agua, deberá ser efectuada dentro de las 24 horas siguientes al desencofrado y consistirá en un corte inicial para delimitar la zona afectada, hecho mediante una sierra de diamante, creando una ranura alrededor de la parte defectuosa, luego se deberá repicar toda el área recortada, hasta llegar al concreto sano. En caso de llegar a las barras de refuerzo, éstas deberán ser descubiertas totalmente. Sobre la superficie así expuesta se aplicará una capa de un compuesto adhesivo ligador, el espacio creado será rellenado con mortero con microsílice, concreto con microsílice o con mortero especial antiabrasivo, con comportamiento satisfactorio bajo presiones hidrostáticas altas y bajo flujos grandes de agua, producto de una marca reconocida, aprobado por CORPOELEC. La superficie reparada deberá sobresalir aproximadamente 5 mm del nivel inicial y deberá ser curada en forma adecuada. Después de completar el curado, dicha superficie reparada deberá ser esmerilada, hasta obtener el acabado requerido, cumpliendo

con las tolerancias especificadas en la Cláusula 3.30, W (Acabados y Procedimientos para su Ejecución) de este Volumen.