



**CORPORACIÓN  
DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO  
DE SANTO DOMINGO**

**MANUAL DE CONSTRUCCION INTERNO DE CONSTRUCCION**

1.1	INTRODUCCIÓN	10
1.2	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	11
1.2.1	REQUISITOS GENERALES	11
1.2.1.1	Especificaciones normalizadas	11
1.2.1.2	Documentos e información a cargo del Contratista	12
1.2.1.3	Materiales	13
1.2.1.4	Contradicciones en documentos	14
1.3	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DEL CONTRATISTA	16
1.3.1	ALCANCE DEL TRABAJO	16
1.4	ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.1	CAMINOS DE ACCESO TEMPORALES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.1.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2	CAMINOS DEFINITIVOS Y ASFALTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.2.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2.2	Ejecución del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.5	CONTROL DE AGUAS	18
1.5.1	ALCANCE DEL TRABAJO	18
1.5.2	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	18
1.6	EXPLANACIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.6.1	DESMONTE Y LIMPIEZA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.6.1.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1.2	Equipo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1.3	Ejecución del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2	EXCAVACIÓN EXTERIOR EN MATERIAL COMÚN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.6.2.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.2	Ejecución del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.3	Protección de obras, servicios y propiedades	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.4	Drenaje	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.5	Terminación de la excavación	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.6	Materiales excavados y zonas de depósito	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3	EXCAVACIÓN EXTERIOR EN ROCA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.6.3.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.2	Descripción de materiales provenientes de las excavaciones	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.3	Ejecución del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.4	Explosivos	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.5	Protección de obras, servicios y propiedades	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.6	Drenaje	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.7	Materiales excavados y zonas de depósito	¡Error! Marcador no definido.
1.6.4	EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL EN MATERIAL COMÚN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.6.4.1	Alcance del trabajo	¡Error! Marcador no definido.
1.6.4.2	Descripción de materiales provenientes de las excavaciones	¡Error! Marcador no definido.
1.6.4.3	Ejecución del trabajo	¡Error! Marcador no definido.

- 1.6.5 **EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL EN ROCA** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.6.5.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.5.2 **Descripción de materiales provenientes de las excavaciones** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.5.3 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7 **RELLENOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.7.1 **RELLENOS EXTERIORES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.7.1.1 **Descripción** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.1.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.1.3 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.2 **RELLENOS ESTRUCTURALES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.7.2.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.2.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.2.3 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.3 **ZONAS DE DEPÓSITO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.7.3.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.7.3.2 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.8 **DRENAJES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.8.1 **FILTROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.8.1.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.8.1.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.8.1.3 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9 **OBRAS DE PROTECCIÓN** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.9.1 **CONFORMACIÓN FINAL Y PAISAJISMO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.9.1.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9.1.2 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9.2 **GAVIONES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.9.2.1 **Alcance del Trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9.2.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.9.2.3 **Ejecución del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10 **OBRAS DE HORMIGÓN** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.10.1 **HORMIGÓN CONVENCIONAL** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.10.1.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.3 **Diseño y control de las mezclas de hormigón** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.4 **Encofrados y obra falsa** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.5 **Equipos** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.6 **Colocación** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.7 **Juntas de construcción** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.8 **Otras juntas** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.9 **Alineamientos y tolerancias** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.10 **Acabados** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.10.1.11 **Curado, protección y limpieza** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.11 **ACERO DE REFUERZO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.11.1 **BARRAS DE REFUERZO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.11.1.1 **Alcance del trabajo** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.11.1.2 **Materiales** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.11.1.3 **Suministro y almacenamiento** ¡Error! Marcador no definido.
- 1.11.1.4 **Esquemas de doblaje** ¡Error! Marcador no definido.

1.11.1.5	Figuración	¡Error! Marcador no definido.	
1.11.1.6	Colocación	¡Error! Marcador no definido.	
1.12	TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN LAS CONDUCCIONES Y REDES DE DISTRIBUCIÓN	19	
1.12.1	GENERALIDADES	19	
1.12.2	Accesorios	20	
1.12.2.1	Manguitos	21	
1.12.2.2	Acoplamiento De Manguito Sólido	22	
1.12.2.3	Acoplamiento de Tipo Manguito	23	
1.12.2.4	Arneses	23	
1.12.2.5	Adaptadores De Brida	24	
1.12.2.6	Acoplamiento Mecánico (Tipo Rajado con Reborde en los Extremos)	24	
1.12.2.7	Uniones	25	
1.12.2.8	Acoplamiento Ranurado	26	
1.12.3	TUBERÍAS DE HIERRO FUNDIDO DÚCTIL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
1.12.3.1	Alcance	¡Error! Marcador no definido.	
1.12.3.2	Materiales	¡Error! Marcador no definido.	
1.12.3.3	Ejecución de los trabajos	¡Error! Marcador no definido.	
1.12.3.4	Prueba de Tuberías	¡Error! Marcador no definido.	
1.12.4	TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO	28	
1.12.4.1	Alcance	28	
1.12.4.2	Materiales	28	
1.12.4.3	Ejecución	29	
1.12.5	TUBERÍAS DE HIERRO GALVANIZADO	30	
1.12.5.1	Alcance	30	
1.12.5.2	Materiales	31	
1.12.5.3	Ejecución	31	
1.12.6	TUBERÍAS DE PVC PRESIÓN	33	
1.12.6.1	Alcance del trabajo	33	
1.12.6.2	Materiales	34	
1.12.6.3	Ejecución	34	
1.12.6.4	Ejecución del trabajo	36	
1.12.7	TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO	36	
1.12.7.1	Alcance	36	
1.12.7.2	Materiales	37	
1.12.7.3	Ejecución del Trabajo	37	
1.12.8	REDES DE DISTRIBUCIÓN Y ACOMETIDAS	38	
1.12.8.1	Tuberías y Accesorios en Acero (materiales)	39	
1.12.8.2	Tuberías y accesorios en hierro fundido dúctil-HD especificación (materiales)	40	
1.12.8.3	Tuberías y accesorios en Policloruro de Vinilo (PVC)	42	
1.12.8.4	Válvulas	43	
1.12.8.5	Hidrantes	56	
1.12.8.6	Uniones Mecánicas.	59	
1.12.8.7	Accesorios	61	
1.12.8.8	Registros Para Válvulas.	61	
1.12.8.9	Acometidas De Acueducto	62	
1.12.8.10	Tubería de la acometida	63	
1.12.8.11	Ejecución Del Trabajo	69	

1.12.8.12	Instalación de tuberías para acueducto con equipo perforador subterráneo	
	74	
1.12.9	TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (GRP)	75
1.12.9.1	Alcance	76
1.12.9.2	Materiales	77
1.12.9.3	Ejecución del Trabajo	84
1.13	ELEMENTOS METÁLICOS	87
1.13.1	Alcance del trabajo	87
1.13.2	Materiales	87
1.13.3	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	88
1.13.4	FABRICACIÓN	89
1.13.5	SOLDADURAS	91
1.13.6	PROTECCIÓN DE SUPERFICIES	91
1.13.7	SISTEMAS DE PROTECCIÓN	93
1.13.8	INSPECCIÓN Y ENSAYOS DE ACEPTACIÓN DE LAS PROTECCIONES	94
1.13.9	GALVANIZADO	94
1.13.10	INSTALACIÓN	95
1.14	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	97
1.14.1	ACUEDUCTO	97
1.14.1.1	Alcance del trabajo	97
1.14.1.2	Materiales	97
1.14.1.3	Ejecución del trabajo	97
1.15	SISTEMA ELÉCTRICO	98
1.15.1	ESPECIFICACIONES	98
1.15.2.1	Conductores	102
1.15.2.2	Elementos para vestidas de estructuras	106
1.15.2.3	Accesorios para el conductor	109
1.15.2.4	Herrajes misceláneos	110
1.15.2.5	Equipo de medida de la energía eléctrica	111
1.15.3	TRANSFORMADORES	111
1.15.3.1	Normas	111
1.15.3.2	Transformadores en aceite	111
1.15.3.3	Transformadores secos	114
1.15.3.4	Ensamble y pruebas en fábrica	115
1.15.3.5	Documentos a entregar	115
1.15.3.6	Características técnicas de los equipos	115
1.15.4	PLANTA DE EMERGENCIA	116
1.15.4.1	Alcance del trabajo	116
1.15.4.2	Normas	116
1.15.4.3	Características generales	117
1.15.4.4	Condiciones de operación	118
1.15.4.5	Detalles de los equipos	119
1.15.4.6	Equipos de control y accesorios	127
1.15.4.7	Ensamble y pruebas en fábrica	131
1.15.4.8	Partes de repuesto	132
1.15.5	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (MCC'S)	132
1.15.5.1	Normas	132
1.15.5.2	Tableros de distribución a 480 V y 208 V, 60 hz	134
1.15.6	ARRANCADORES PARA MOTORES	144

1.15.7	INTERRUPTORES DE SEGURIDAD	152	
1.15.8	TRANSFERENCIAS AUTOMÁTICAS	152	
1.15.9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CABLES DE POTENCIA Y CONTROL		153
1.15.9.1	ALCANCE	153	
1.15.9.2	NORMAS	153	
1.15.9.3	Condiciones de instalación y aplicación	154	
1.15.9.4	Tipos de cables	155	
1.15.9.5	Características de los conductores	156	
1.15.9.6	Requisitos para los aislamientos	157	
1.15.9.7	Pantallas	158	
1.15.9.8	Chaquetas	159	
1.15.9.9	Terminales para cables de media tensión	159	
1.15.9.10	Identificación de los Conductores		159
1.15.9.11	Pruebas o ensayos en fábrica	161	
1.15.9.12	Embalaje	161	
1.15.9.13	Características técnicas de los suministros		162
1.15.9.14	Bandejas Portacables y Tuberías	162	
1.15.9.15	Materiales	163	
1.15.9.16	Diseño del Sistema de Bandejas Portacables		165
1.15.9.17	Fabricación de las bandejas y ductos portacables	166	
1.15.9.18	Tuberías metálicas	167	
1.15.9.19	Pruebas o ensayos	168	
1.15.9.20	Embalaje	168	
1.15.9.21	Características técnicas de los equipos	168	
1.15.10	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS	169	
1.15.10.1	Generalidades	169	
1.15.10.2	Cajas de distribución subterráneas		170
1.15.11	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO Y FUERZA		171
1.15.11.1	Alcance	171	
1.15.11.2	Instalaciones temporales	171	
1.15.11.3	Estipulaciones generales		171
1.15.11.4	Materiales y equipos	173	
1.15.12	MALLA DE CONEXIÓN A TIERRA	185	
1.15.12.1	Alcance del trabajo	185	
1.15.12.2	Estipulaciones Generales		186
1.15.12.3	Materiales y Equipos	186	
1.15.12.4	Montaje	188	
1.15.12.5	Pruebas	190	
1.15.13	MOTORES	191	
1.15.13.1	Alcance	191	
1.15.14	INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE FÁBRICA	192	
1.15.14.1	Generalidades	192	
1.15.14.2	Pruebas de los tableros	193	
1.16	FABRICACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN OPERACIÓN DE EQUIPOS		195
1.16.1	EQUIPOS	195	
1.16.1.1	Información General	195	
1.16.1.2	Objeto y alcance del suministro y del trabajo		196
1.16.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	197	
1.16.2.1	Planos e información técnica	197	

1.16.2.2	Planos de licitación	198	
1.16.2.3	Planos e información técnica del contratista	198	
1.16.2.4	Programa detallado de trabajo	198	
1.16.2.5	Lista de planos e información técnica	199	
1.16.2.6	Planos generales	199	
1.16.2.7	Planos detallados	199	
1.16.2.8	Procedimientos de montaje, pruebas y puesta en servicio	201	
1.16.2.9	Protocolos de pruebas	202	
1.16.2.10	Planos “as built”	202	
1.16.2.11	Presentación de los documentos	202	
1.16.2.12	Envío de documentos	203	
1.16.2.13	Cooperación	203	
1.16.2.14	Aprobación de los planos del Contratista	203	
1.16.2.15	Inspección de los equipos	205	
1.16.2.16	Información para operación y mantenimiento	206	
1.16.3	REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES	207	
1.16.3.1	Normalización	207	
1.16.3.2	Materiales	208	
1.16.3.3	Fabricación	209	
1.16.4	COMPUERTAS	210	
1.16.4.1	Compuertas deslizantes	210	
1.16.4.2	Compuertas deslizantes y compuertas vertederas (auto contenidas y no auto-contenidas)	211	
1.16.4.3	Compuerta de tope	218	
1.16.5	VÁLVULAS	220	
1.16.5.2	Válvulas De Compuerta	221	
1.16.5.3	Válvulas de mariposa	222	
1.16.5.4	Válvulas de altitud	222	
1.16.5.5	Válvulas para alivio de golpe de ariete	223	
1.16.5.6	Válvulas de Ventosa	223	
1.16.6	TUBERÍAS	224	
1.16.6.1	Tuberías en PVC SDR 26	224	
1.16.6.2	Tubería acero al carbono	225	
1.16.7	EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL		¡Error! Marcador NO DEFINIDO.
1.16.7.1	Requerimientos generales		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.2	Topología		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.3	Niveles de control		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.4	Sistemas a controlar y supervisar		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.5	Tecnología		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.6	Hardware		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.7	Controladores programables y módulos distribuidos de entrada/salida		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.8	Estación de operación e ingeniería		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.9	Funciones de ingeniería		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.10	Actualización tecnológica		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.11	Ajustes y pruebas		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.12	Manuales		¡Error! Marcador no definido.
1.16.7.13	Capacitación		¡Error! Marcador no definido.

1.16.8	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	227
1.16.8.1	<b>Requisitos generales</b>	227
1.16.8.2	<b>Aspectos constructivos</b>	228
1.16.8.3	<b>Sensores y transductores</b>	229
1.16.8.4	<b>Indicadores de instrumentación convencional</b>	229
1.16.8.5	<b>Instrumentos de presión</b>	230
1.16.8.6	<b>Medidores de nivel</b>	232
1.16.8.7	<b>Sensores de posición</b>	233
1.16.9	<b>GABINETES</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.10	<b>PUERTAS DE ACCESO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.11	<b>CALENTADORES DE AMBIENTE</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.12	<b>INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.13	<b>INTERRUPTORES DE CONTROL</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.14	<b>FUSIBLES</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.15	<b>RELÉS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.16	<b>EQUIPOS ELECTRÓNICOS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.17	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.17.1	<b>Instrumentos digitales</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.17.2	<b>Instrumentos análogos</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.18	<b>FUENTES DE ALIMENTACIÓN PARA LOS EQUIPOS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.19	<b>LÁMPARAS DE INDICACIÓN, SELECTORES Y BOTONES PULSADORES</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.19.1	<b>Lámparas de indicación</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.19.2	<b>Selectores y botones pulsadores</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.19.3	<b>Interruptores límites</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.20.1	<b>Cableado, alambrado y borneras</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20.2	<b>Tubería eléctrica</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20.3	<b>Bandejas portacables</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20.4	<b>Placas de identificación</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20.5	<b>Pruebas en fábrica</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.20.6	<b>Transporte hasta el sitio de las obras</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.21	<b>RESPONSABILIDAD POR MATERIALES Y EQUIPO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.22	<b>PARTES DE REPUESTO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.23	<b>MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.24	<b>GARANTÍA DEL EQUIPO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.24.1	<b>Alcance</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.24.2	<b>Garantía por reparaciones y reemplazos</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.24.3	<b>Incumplimiento de las características garantizadas</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.25	<b>MODIFICACIONES O CAMBIOS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.26	<b>PLANOS, DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.27	<b>REVISIÓN FINAL Y ACEPTACIÓN DE LOS SUMINISTROS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.28	<b>DERECHO A OPERAR EQUIPO NO SATISFACTORIO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.29	<b>HERRAMIENTAS ESPECIALES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.30	<b>DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL ACUEDUCTO</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.16.30.1	<b>Alcance del trabajo</b>	¡Error! Marcador no definido.
1.16.30.2	<b>Especificaciones técnicas</b>	¡Error! Marcador no definido.

- 1.17 TANQUES EN ACERO VITRIFICADO ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.17.1 ALCANCE DEL TRABAJO ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.17.2 MATERIALES ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.17.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.17.3.1 Diseño ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.17.3.2 Instalación ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18 CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS PÚBLICAS.  
;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.18.1 CORTE Y RETIRO DE PAVIMENTO ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.18.1.1 Ejecución del trabajo ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.2 SUB-BASE GRANULAR ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.18.2.1 Materiales ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.2.2 Equipos ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.2.3 Ejecución de los trabajos ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.3 BASE GRANULAR ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.18.3.1 Materiales ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.3.2 Equipos ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.3.3 Ejecución del trabajo ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.4 MEZCLA ASFÁLTICA ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.18.4.1 Materiales ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.18.4.2 Procedimiento de construcción ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19 TRABAJOS ARQUITECTÓNICOS ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.1 MORTERO PARA MAMPOSTERÍA ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.2 MAMPOSTERÍA POR UNIDADES ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.2.1 Alcance ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.2.2 Colocación De Las Paredes De Mampostería ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.2.3 Unidades de Mampostería Reforzadas ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.3 PASAMANOS Y BARANDAS ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.3.1 Alcance ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.3.2 Ejecución ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.4 REJILLAS, ESCOTILLAS Y PUERTAS DE ACCESO ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.4.1 Alcance ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.4.2 Ejecución ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.5 Fundiciones ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.5.1 Alcance ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.5.2 Ejecución ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.6 PUERTAS Y VENTANAS ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.6.1 Puertas y Marcos de Acero ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.6.2 Marcos y Ventanas De Aluminio ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.7 VIDRIOS Y SU COLOCACIÓN ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.7.1 Condiciones del trabajo ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.7.2 Entrega, Almacenamiento Y Manipulación ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.8 ACABADOS – PISOS- ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.8.1 Alcance del trabajo ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.8.2 Materiales ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.8.3 Ejecución del Trabajo ;**Error! Marcador no definido.**
- 1.19.9 ACABADOS –EMPAÑETES Y REVESTIMIENTOS DE CERÁMICA EN PAREDES- ;**ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 1.19.9.1 Alcance del Trabajo ;**Error! Marcador no definido.**

- 1.19.9.2 **Materiales**        ;Error! Marcador no definido.
- 1.19.9.3 **Ejecución**       ;Error! Marcador no definido.
- 1.19.10 **IMPERMEABILIZACIÓN**   ;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 1.19.10.1       **Alcance** ;Error! Marcador no definido.
- 1.19.10.2       **Ejecución**       ;Error! Marcador no definido.

# 1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En este documento se establece los requisitos, normas, códigos, criterios y especificaciones, de alcance general, que el Contratista deberá cumplir para la apropiada ejecución del proyecto.

Bajo la denominación de obra se entiende los trabajos relacionados con la construcción, reconstrucción, demolición, reparación o renovación de edificios, vialidad, transporte, estructuras o instalaciones, la preparación del terreno, la excavación, la edificación, la provisión e instalación de equipo fijo, la decoración y el acabado, y los servicios accesorios a esos trabajos, como la perforación, la labor topográfica, la fotografía por satélite, los estudios sísmicos y otros servicios similares estipulados en el contrato.

Para efectos de pago, las obras ejecutadas se medirán de acuerdo con las unidades de medida indicadas en la Lista de cantidades y precios unitarios y valor total de la obra contratada. Las medidas se harán de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos o las medidas tomadas en el sitio, según el caso, y de común acuerdo entre el Contratista y el Ingeniero Supervisor. Para el estimativo de las cantidades de obra para las actas de pago, el Contratista y el Ingeniero Supervisor convendrán con cuantas cifras decimales se trabaja y las aproximaciones se harán al final de los cálculos.

La Ingeniería de Detalle y acompañamiento técnico de la obra, será desarrollada por el Contratista, quién será responsable por la elaboración de los diseños y Especificaciones Técnicas Particulares (incluyendo las normas de medición y pago), los cuales podrán complementar y/o modificar los alcances contenidos en el presente documento. Los mismos deberán ser sometidos a la CAASD para su revisión y posterior aprobación o no

## 1.2 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

### 1.2.1 Requisitos Generales

#### 1.2.1.1 Especificaciones normalizadas

En los casos no estipulados expresamente en este documento y las Especificaciones Técnicas Particulares, se aplicarán como normativas las prescripciones de los códigos y recomendaciones de las entidades siguientes:

AASHTO	American Asociación of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ACIFS	American Cast Iron Flange Standards
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association
CRSI	Concrete Reinforcing Steel Institute
DIPRA	Ductile Iron Pipe Research Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IES	Illuminating Engineering Society
IPCEA	Insulated Power Cable Engineers Association
ISO	International Organization for Standardization
NBS	National Bureau of Standards
NEC	National Electric Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PCI	Precast Concrete Institute
SSPC	Steel Structures Painting Council
UL	Underwriters Laboratories, Inc.
NSF	National sanitation foundation

API

American Petroleum Institute

Adicionalmente, se tomarán en cuenta los códigos, regulaciones y normas que están vigentes en la República Dominicana. A continuación se presenta una lista parcial de los códigos existentes expedidos por el Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones:

No. 9/80: Recomendaciones Provisionales para el Análisis por Viento de Estructuras.

No.10/80: Recomendaciones Provisionales para el Análisis de Edificaciones de Mampostería.

No. 16/86: Recomendaciones Provisionales para la Ventilación Natural en Edificaciones.

M-001: Recomendaciones Provisionales para El Análisis Sísmico de Estructuras

M-003: Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones

M-006: Reglamentado para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones

M-008: Reglamentaciones para Instalaciones Sanitarias en Edificaciones

M-009: Especificaciones Generales para la Construcción de Edificaciones

M-010: Recomendaciones Provisionales para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones

M-011: Criterios Básicos para Estudios Geotécnicos de Carreteras

M-014: Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras

M-019: Recomendaciones Provisionales para el Diseño y Construcción de Sistemas de Drenaje en Carreteras

### *1.2.1.2 Documentos e información a cargo del Contratista*

El Contratista deberá someter a revisión de la CAASD, los procedimientos constructivos, materiales y equipos requeridos. El Ingeniero Supervisor, podrá sugerir las modificaciones que estime

convenientes, si a su juicio no son adecuadas o no se ajustan a los plazos de ejecución.

Si durante la ejecución de los trabajos, el Contratista realiza cambios en cualquiera de los documentos, previamente revisados y aprobados por la CAASD, deberá someter nuevamente el documento modificado a su consideración, con la suficiente anticipación al inicio de las actividades de construcción, montaje o a las que se refieran los mencionados planos.

### *1.2.1.3 Materiales*

Todos los materiales y elementos que se requieran para la construcción de las obras, deberán ser suministrados por el Contratista y los correspondientes costos de adquisición, transporte (salvo los casos en que se indiquen partidas de transporte separados) almacenamiento, utilización e instalación deberán estar incluidos dentro de los precios del contrato. Todos los materiales y elementos que se utilicen en la obra deberán ajustarse a los diseños y los requisitos de construcción y deberán ser nuevos y de la mejor calidad en sus respectivas clases.

El Contratista deberá conseguir oportunamente todos los materiales que se requieran para la construcción de las obras y mantener permanentemente una cantidad suficiente para no retrasar el progreso de los trabajos.

El Contratista deberá estudiar y planear todos los suministros para que los materiales y elementos se encuentren disponibles en el sitio de las obras o en los sitios de fabricación en el momento necesario.

La responsabilidad del suministro oportuno de todos los materiales y elementos será del Contratista y, por consiguiente, éste no podrá solicitar ampliación de plazos, ni justificar o alegar demoras en la ejecución de las obras por causa de suministro deficiente o inoportuno de materiales, salvo se compruebe un desabastecimiento ajeno a la responsabilidad de las Partes y/o Fuerza Mayor o Caso Fortuito. El Contratista deberá informarse oportuna y suficientemente sobre los materiales y equipos que se encuentran en

el mercado nacional y sobre las condiciones para importación de materiales y elementos especiales.

El Contratista almacenará todos los materiales y elementos que van a ser incorporados en las obras, en la forma más apropiada para preservar su calidad y buen estado, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor o fabricante.

Durante la ejecución del contrato, la CAASD podrá solicitar al Contratista, todos los certificados de control de calidad de los materiales y elementos que se van a incorporar en las obras; el Contratista deberá, además, suministrar los resultados de los ensayos realizados, las especificaciones de los fabricantes y cualquier otra información pertinente.

El Contratista será directamente responsable del programa de ensayos y muestreo de los materiales para garantizar la calidad de los mismos.

Todos los trabajos que se ejecuten en el proyecto se harán con base en la localización, los alineamientos, las pendientes, las dimensiones, las cotas, las secciones, los detalles y cualquier otra información que se muestre en los planos de construcción, a menos que el Ingeniero Supervisor, con base en sus atribuciones señale modificaciones durante el transcurso de las obras.

#### *1.2.1.4 Contradicciones en documentos*

En caso de encontrarse contradicciones entre las Especificaciones Técnicas Generales y Particulares, prevalecerá lo descrito en esta última.

En caso de encontrarse contradicciones entre las Especificaciones Técnicas Generales y los pliegos, prevalecerá lo prescrito en estos últimos para fines de presentación de la propuesta.

En caso de encontrarse contradicciones entre las Especificaciones Técnicas Generales y los planos resultantes de la ingeniería de detalle, prevalecerá lo prescrito en estos últimos.

En caso de encontrarse contradicciones entre los planos resultantes de la ingeniería de detalle y la lista de cantidades y precios, prevalecerá lo prescrito en los planos.

En caso de encontrarse contradicciones entre la lista de cantidades y precios y las Especificaciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en estas últimas.

Lo mencionado en las Especificaciones Técnicas y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que quede suficientemente definida la unidad de medición de obra correspondiente, y ésta tenga establecido precio unitario en el contrato o se corresponda con un precio unitario adicional acordado por las partes.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que el Ingeniero Supervisor o el Contratista adviertan en estos documentos, deberán informarse por escrito a la CAASD.

### 1.3 *MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DEL CONTRATISTA*

#### 1.3.1 Alcance del trabajo

El Contratista suministrará, transportará y movilizará hasta el sitio de las obras el personal, los equipos de construcción, los materiales, y los instrumentos de trabajo requeridos para la ejecución adecuada y eficiente de las obras objeto del contrato.

El Contratista podrá utilizar para sus instalaciones, previa aprobación de la CAASD, cualquier terreno en las vecindades de la obra, que sea de propiedad de ésta, exceptuando las áreas que la CAASD haya reservado para otros fines, y siempre que dicho uso no interfiera con la obra, las obras de otros Contratistas o con instalaciones de la CAASD.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Supervisor, al menos con treinta (30) días de anticipación a la fecha de inicio de la ejecución de cualquier obra provisional, los planos de localización de las obras provisionales o temporales que proyecta construir y, a medida que las obras progresen y para los mismos efectos, los planos detallados de cada una de estas obras.

El Contratista diseñará, planeará, construirá y mantendrá los caminos de acceso y las demás instalaciones temporales que sean necesarias para la ejecución del proyecto, tales como oficinas, laboratorios, parqueaderos, almacenes, depósitos, áreas de almacenamiento, polvorines, talleres, y obras necesarias para la protección de propiedades y bienes de la CAASD o de terceros, que puedan ser afectadas por la ejecución del contrato, entre otros.

Para todo su personal, diseñará, proveerá, mantendrá y manejará competentemente los servicios necesarios para el alojamiento, la alimentación de su personal directivo y personal de obra, la atención médica y la recreación, con comodidad, seguridad e higiene, y con sujeción a las normas que sobre este particular se consignan en la legislación dominicana.

El Contratista deberá suministrar toda el agua industrial requerida para la ejecución de los trabajos objeto del contrato, y deberá proveer los servicios de agua potable, alcantarillado, remoción de aguas servidas y manejo de basuras. También deberá hacer el mantenimiento necesario a estos servicios.

El Contratista será responsable de suministrar toda la energía eléctrica requerida durante la construcción de las obras del proyecto, que podrá tomar de algún circuito cercano al sitio de las obras, si es posible, o de plantas eléctricas móviles que deberá instalar si el suministro público no es suficiente o no es confiable.

El Contratista deberá instalar y mantener todos los equipos de generación, transformación, medición, y protección; y las redes de baja y media tensión, que se requieran.

El Contratista también deberá suministrar y mantener el servicio de telecomunicaciones durante la ejecución de las obras del proyecto.

Al finalizar las obras, la CAASD y el Contratista definirán las instalaciones temporales que deban desmontarse y las que deberán dejar en pie. Estas últimas pasarán a ser propiedad de la CAASD previo acuerdo del precio correspondiente.

## 1.5 CONTROL DE AGUAS

### 1.5.1 Alcance del trabajo

El Contratista diseñará, construirá, mantendrá y operará todas las ataguías, canales, canaletas de drenaje, sistemas de bombeo y cualquier otra obra temporal o permanente; y suministrará, operará y mantendrá todos los equipos que se requieran para conservar libres de agua las zonas de trabajo durante el período de construcción de las obras del proyecto.

Antes de la iniciación de las obras, el Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor un plan de control de aguas para los diferentes frentes, que incluya descripciones de los sistemas que utilizará para el manejo de las aguas de infiltración y subterráneas en el sitio del proyecto.

### 1.5.2 Ejecución del trabajo

Plazoletas y vías de acceso: Durante la construcción de las obras, el Contratista deberá mantener apropiadamente drenadas las plazoletas de todos los frentes de trabajo, las vías de acceso a los sitios de las obras y las demás áreas del proyecto; para tal fin construirá las obras permanentes o temporales que se requieran.

Fundaciones y canteras: El Contratista desaguará satisfactoriamente y mantendrá razonablemente secas todas las excavaciones para fundaciones de las estructuras de hormigón y de los rellenos del proyecto, durante el proceso de excavación y antes de recibir el hormigón o el relleno.

## *1.12 TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN LAS CONDUCCIONES Y REDES DE DISTRIBUCIÓN*

### 1.12.1 Generalidades

El Contratista deberá instalar en la alineación y nivel requeridos, todas las tuberías junto con todas las piezas y accesorios correspondientes que se requieran para una instalación completa. Toda tubería ubicada fuera de la cara de estructuras o cimentaciones de edificaciones, y toda tubería empotrada en concreto dentro de una estructura, deberá ser considerada como tubería exterior.

El Contratista deberá suministrar e instalar piezas, acoplamientos, conexiones, manguitos, adaptadores, varillas de amarre y piezas para cierres de trabajo, según se requiera para conectar tuberías de materiales y/o tamaños disímiles incluidos aquí en esta Sección.

El Contratista deberá suministrar toda mano de obra, materiales, equipos, herramientas, y servicios requeridos para el suministro, instalación y prueba de toda la tubería mostrada en los Planos, especificada en esta Sección y requerida para la Obra. La tubería deberá ser suministrada e instalada de los materiales, tamaños, y clases, y en los sitios, mostrados en los Planos y/o designados en esta Sección. La tubería incluirá todas las piezas, piezas adaptadoras, acoplamientos, piezas de cierre, varillas de amarre, ferretería diversa, pernos, zapatillas, manguitos de pared, tubos de pared, colgadores, soportes, y todo otro accesorio para las conexiones requeridas a equipos, válvulas o estructuras para una instalación completa.

El Contratista proveerá derivaciones en la tubería donde se requiera o donde lo muestren los Planos.

El trabajo incluirá, pero no estará limitado a, lo siguiente:

Conexiones a tuberías existentes.

Excavaciones de prueba necesarias para localizar o verificar tuberías existentes y sus aditamentos.

Instalación de toda tubería y materiales nuevos necesarios para una instalación completa.

Limpieza, prueba y desinfección, según se requiera.

El Contratista presentará al Ingeniero Supervisor una Certificación de Material, declarando que los materiales de tubería y piezas especiales suministrados bajo esta Sección cumplen todas las estipulaciones aplicables de las Especificaciones correspondientes. Específicamente la Certificación declarará el cumplimiento de las normas aplicables (ISO, AWWA, etc.) para fabricación y pruebas.

Los Planos de Taller deberán incluir, pero no estarán limitados a, trazado completo de la tubería; material de la tubería, tamaños, clases, ubicaciones, dimensiones necesarias, elevaciones, soportes, detalles de colgadores, uniones de tubos, y los detalles de piezas, incluyendo métodos para restringir las uniones y los bloques de anclaje.

El Contratista deberá proveer tuberías estándar y accesorios, adicionales a los requeridos para la total ejecución de las obras. Todas las piezas extras estarán en el sitio de trabajo durante la instalación de la tubería del diámetro correspondiente, y de ninguna manera afectará el progreso de la construcción.

#### *1.12.2 Accesorios*

Todas las piezas especiales, y todos los tramos de tubería, deberán tener incorporado el nombre o marca de fábrica del fabricante, tamaño, clase y fecha de fabricación. Se tendrá cuidado especial durante la entrega, distribución, y almacenamiento de la tubería para evitar daño y esfuerzos innecesarios. Se seguirán para tal efecto, las recomendaciones establecidas por los respectivos fabricantes. La tubería dañada será rechazada y reemplazada al costo del Contratista. La tubería y piezas especiales que sean almacenadas antes de su utilización, deberán almacenarse de manera tal que se mantenga su interior libre de suciedad y materia extraña.

La prueba de la tubería antes de su instalación deberá realizarse según se describe en las Especificaciones correspondientes de ISO o AWWA, y en la especificación normal incluida en lista en las secciones siguientes.

Las uniones en tuberías deberán ser especificadas en los Planos respectivos, y según lo establecido en estas especificaciones y las normativas vigentes.

Toda tubería exterior enterrada deberá tener uniones restringidas, al menos que se especifique o se muestre otra cosa en los planos. Toda tubería exterior expuesta deberá tener uniones de bridas, al menos que se especifique o se muestre otra cosa en los planos.

Los Planos indicarán trabajos que afecten tuberías y aditamentos existentes. El Contratista deberá excavar huecos de prueba, según se requiera, para toda conexión y cruce que pudiera afectar el trabajo del Contratista, antes de ordenar tuberías y piezas, de manera de obtener información suficiente antes de ordenar los materiales. El Contratista tomará cualquier medida que sea necesaria para completar el trabajo según se especifica.

#### *1.12.2.1 Manguitos*

Al menos que se especifique otra cosa, toda tubería que pase a través de paredes y pisos deberá ser instalada en un manguito o fundición para pared, colocado con exactitud antes de colocar el concreto, o colocado en posición durante la construcción de paredes de mampostería. Los manguitos que atraviesen pisos deberán extenderse desde el fondo del piso a un punto 3 pulgadas (7.6 cm) por encima del piso terminado, al menos que se muestre otra cosa. Se requerirán bridas interruptoras del agua en todos los manguitos ubicados en pisos o paredes que están continuamente húmedos, o bajo presión hidrostática, en uno o ambos lados del piso

Los manguitos serán de hierro fundido, hierro fundido dúctil, tubería de acero negro, o acero fabricado, de acuerdo con los detalles que se muestren en los Planos. Si no se muestran en los Planos, el

Contratista presentará al Ingeniero Supervisor los detalles de los manguitos que él se propone instalar; y ninguna fabricación o instalación se realizará hasta que el Ingeniero Supervisor haya dado su aceptación. Los manguitos de acero serán fabricados de plancha de acero estructural de acuerdo con las normas y procedimientos de AISC y AWS. Las superficies de los manguitos de acero recibirán una limpieza comercial a chorro de arena, y pintados después de acuerdo con las especificaciones de pintura.

Cuando se muestre en los Planos, o se requiera de alguna otra forma, el espacio anular entre el tubo instalado y el manguito deberá ser sellado completamente contra una presión hidrostática máxima de 20 psi (1.41 kg/cm<sup>2</sup>) Los sellos serán eslabones de caucho sólido, trabados entre sí mecánicamente. El eslabón de caucho, el tipo de sello, tamaño, y su instalación, deberán cumplir estrictamente las recomendaciones del fabricante. Para paredes y pisos que no estén homologados para incendio, la placa de presión será de plástico de nylon reforzado con fibra de vidrio, con sello de caucho EPDM y pernos y tuercas de acero. Para paredes y pisos homologados para incendio, se proveerán dos sellos independientes, que consistan de placas de presión de acero de bajo carbono, galvanizadas, sellos de caucho silicona y pernos y tuercas galvanizados.

Los manguitos adaptadores de hierro fundido y junta mecánica serán compatibles con las tuberías según la norma ISO o equivalente. Los manguitos adaptadores con junta mecánica deberán estar provistos con zapatilla, anillo seguidor, y pernos adecuados, para lograr un sello apropiado. En general, los manguitos instalados en paredes, pisos, techos contra un lado del cual se desarrollará una presión hidrostática, o a través del cual pueda ocurrir una fuga de líquido, deberán ser sellados de esa manera. Si se utilizaran bridas soldadas como interruptoras de agua, las soldaduras deberán ser continuas 360 grados a ambos lados de la brida.

#### *1.12.2.2 Acoplamiento De Manguito Sólido*

Los acoplamientos de manguito sólidos deberán utilizarse para conectar tubería de servicio enterrada, donde se muestre en los Planos. Los acoplamientos de manguitos sólidos deberán ser de

hierro fundido, cuerpo largo, y deberán cumplir los requisitos de la norma ISO o equivalente, y deberán estar dotados con su contrabridas y pernos para conseguir la estanqueidad.

#### *1.12.2.3 Acoplamientos de Tipo Manguito*

Los acoplamientos flexibles de tipo manguito serán suministrados e instalados donde muestren los Planos. Adicionalmente, se proveerán acoplamientos flexibles de tipo manguito con arneses, en toda tubería expuesta de 3 pulgadas (7.6 cm) de diámetro y mayores, que crucen cualquier junta de expansión en un edificio o estructura.

Los materiales serán de acero de alta resistencia y los acoplamientos serán homologados para las mismas presiones que las de la tubería a la que conecten.

Las zapatillas serán de caucho. Los pernos y tuercas serán de acero de aleación, galvanizado por inmersión en caliente.

Los acoplamientos serán imprimados en el taller con un imprimador de calidad Premium, compatible con el sistema de pintura especificado.

#### *1.12.2.4 Arnese*

Los acoplamientos deberán ser amarrados con arnés a las bridas adyacentes, según se muestre, especifique, o se requiera de cualquier otra forma, para restringir toda tubería a presión.

Las dimensiones, tamaños, espaciamiento y materiales de espárragos, varillas de amarre, arandelas, y tuercas, cumplirán las normas de tamaño y presión de diseño especificados.

Cada acoplamiento se suministrará con sus pernos respectivos.

Los pernos de amarre, tuercas y arandelas serán de acero ASTM A 193, Grado B7 o mejor.

Las varillas para arnés deberán tener largos de menos de 10 pies (3.05 m) entre las juntas de bridas adyacentes en piezas, y deberán tener un recubrimiento que esté de acuerdo con las especificaciones de pintura en los documentos del proyecto.

Todo acoplamiento estará provisto con tope interior para la tubería.

#### *1.12.2.5 Adaptadores De Brida*

El adaptador de acoplamiento bridado o adaptador bridado proporciona un medio sencillo de unir tubería de extremo plano a accesorios, válvulas y equipo bridados, serán utilizados sin restricción en todos los casos donde el diámetro sea igual o mayor de 16" en tubería PVC o acero al carbón.

Los adaptadores bridados deben tener un diseño que utilice bridas separadas y empaquetaduras de extremo de acoplamiento y proporcione un medio para unir la tubería de extremo plano a los accesorios, válvulas. Se fabricarán de acero con una brida del mismo patrón de pernos que los accesorios bridados. Los pernos de acoplamiento deben cumplir con AWWA C-111 / ANSI 21.11.

Los adaptadores bridados deben contener certificación ANSI / NSF Standard 61, Annex G y ANSI / NSF 372.

Los adaptadores bridados deben cumplir o superan la norma ANSI / AWWA C-219 según corresponda

Se deberá presentar ficha técnica del producto, inclusive certificaciones de cumplimientos vigentes expedidas por los laboratorios y/o empresas.

#### **Materiales**

Tamaños de 16" y mayores

Anillo medio: acero según ASTM A-36

Brida Seguidora: acero según ASTM A-36

Brida: Brida AWWA C207 Clase D con perforación ANSI de 150 lb.

Juntas: Caucho de nitrilo butadieno (NBR, Buna-N) según ASTM D2000. Caucho virgen moldeado.

Rango de temperatura de la junta -40°F a 212°F (-40°C - 100°C)  
Recomendado para agua, soluciones salinas, ácidos suaves, bases.  
Pernos: Pernos mínimos de 5/8" ASTM A242 / ANSI 21.11 / AWWA C-111 resistente a la corrosión, de baja aleación de alta resistencia; tuercas hexagonales pesadas A563 según ANSI / AWWA C-219, recubierto de epoxi.  
Acabado: Recubrimiento epoxi de fusión opcional según AWWA C-213.

Se deberá presentar ficha técnica del producto, inclusive certificaciones de cumplimientos vigentes expedidas por los laboratorios y/o empresas.

#### *1.12.2.6 Adaptadores bridados con restricción para tubería PVC*

Los adaptadores bridados con restricción serán instalados en tuberías PVC SDR 26 a SDR 17 proporcionando flexibilidad para adaptarse a la desalineación de la tubería, no se requieren herramientas especiales para la instalación.

Serán totalmente restringido a la clasificación de presión 250 PSI con un factor de seguridad de 2:1

La brida cumple con los patrones de perforación ANSI Clase 125/150  
Sera diseñada para usar en tubería de PVC tamaño IPS de 3"- 12"

La junta MJ y la junta tórica de la brida están fabricadas con caucho de estireno butadieno (SBR) según ANSI / AWWA C111 / A-21.11.

#### **Materiales**

Anillo: Hierro dúctil según ASTM A536, Grado 65-45-12

Cuñas: Hierro dúctil según ASTM A536, grado 65-45-12 tratado térmicamente a un mínimo de 370 BHN

Acabado de cuña: recubrimiento epoxi curado térmicamente

Junta tórica: caucho de estireno butadieno (SBR) según ANSI / AWWA C111 / A-21.11

Adaptador: Hierro dúctil según ASTM A536, grado 65-45-12

Acabado del adaptador: revestimiento Fusión Bond Epoxy (FBE)

Serán listado con Underwriters Laboratories Inc. (UL) y aprobados por Factory Mutual Research (FM)

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### *1.12.2.7 Adaptadores Bridados con Restricción para Tubería Acero y Hierro Ductil*

Los adaptadores bridados con restricción para tuberías de extremos liso de acero al carbón y hierro dúctil se pueden utilizar para sujetar la tubería de extremo liso a los accesorios de brida en lugar de usar bridas roscadas o soldadas en la tubería de extremo liso. Los adaptadores de brida brindan sujeción mediante el uso de un dispositivo de bloqueo de tornillo de fijación similar al que se usa en el prensaestopas de retención de juntas mecánicas. Este tipo de brida adaptadora elimina la necesidad de bloques de empuje y otros dispositivos de restricción.

El adaptador bridado para uso en tubería de hierro dúctil o acero al carbón debe estar fabricado con hierro dúctil de alta resistencia de acuerdo con ASTM A536 Grado 65-45-12 para todos los tamaños. Las dimensiones aplicables deben cumplir con ANSI / AWWA C111 / A21.11, C110 / A21.10 y C153 / A21.53. Los extremos de las bridas cumplen con ANSI B16.1 Clase 125 y ANSI / AWWA C115 / A21.15. El adaptador de brida debe tener una presión nominal de trabajo de 250 PSI para tamaños de 3 "-12", 150 PSI para tamaños de 14 "-24" y 100 PSI para 30 "-36".

El dispositivo deberá estar listado por Underwriters Laboratories Inc. a 200 PSI para tamaños de 3 "-8" y a 175 PSI para tamaños de 10 "-12" para uso en tuberías de hierro dúctil y acero.

#### **Materiales**

Anillo: Hierro dúctil según ASTM A536, Grado 65-45-12

Los tornillos de fijación de los retenedores están hechos de acero de aleación de carbono medio templado, templado y revenido a la dureza de Rockwell C43-53

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### 1.12.2.8 *Juntas tipo Dresser*

Las juntas dresser para tuberías de 2" a 72" deben ser de acero al carbón o hierro dúctil. Los acoplamientos serán del tipo de amplia gama para adaptarse a acero, hierro fundido, hierro dúctil, PVC, HDPE y asbesto-cemento con solo un cambio de juntas. Los manguitos de acoplamiento deben tener 5" de largo en 2" – 3" tamaños nominales, 5 "de largo en tamaños nominales 4" - 12 ", 7 "de largo en tamaños nominales 16" - 30", 10 "de largo en tamaños nominales 36" - 48 ", mayores deberán ser especificados en los planos para fabricación especial.

Los juntas dresser empernados deben cumplir o superar la norma ANSI/AWWA C-219 según corresponda.

Manguito y bridas: Hierro dúctil según ASTM A536 65-45-12

Juntas: Caucho de estireno-butadieno (SBR) tiene buenas propiedades físicas. Compuesto para usar con agua, soluciones salinas, ácidos suaves y bases; tiene una excelente resistencia a la abrasión. Según ASTM D-2000.

Rango de temperatura estándar de -40o a 212° F (-40o a 100o C) constante, recomendado para agua, soluciones salinas, aguas residuales.

Pernos: Cabeza de oruga de cuello ovalado de baja aleación y alta resistencia a la corrosión de ½" – 1 ½" pernos según ASTM A242 / ANSI 21.11 / AWWA C111 y tuercas hexagonales pesadas por A563 o igual.

Recubrimiento epoxi por fusión según ANSI / AWWA C-213.

Los accesorios deberán estar clasificados para una presión de trabajo de 250 PSI

Los juntas dresser de acero deben estar certificados por ANSI/NSF Standard 61, Annex G y ANSI/NSF 372.

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### 1.12.4 Tuberías De Acero Al Carbono

##### 1.12.4.1 Alcance

Esta especificación comprende la tubería de acero al carbono, según se muestre en los Planos del Contrato.

Los tubos cumplirán la norma ANSI/AWWA C-200, de última revisión, o equivalente, de lámina de acero con soldadura eléctrica en espiral o longitudinal o para tubería sin costura y con las especificaciones, códigos y estándares de referencia:

ANSI	American National Standards Institute.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
AISI	American Iron and Steel Institute.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
AWWA	American Water Works Association.
CSA	Canadian Standards Association.
ISO	International Standards Organization.

Se requiere presentar por parte del fabricante de la tubería, de un programa de aseguramiento y control de calidad y de un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

##### 1.12.4.2 Materiales

Todos los tubos y uniones serán fabricados con acero al carbono que cumpla con las siguientes normas:

ASTM A 53 grado B, para la tubería.

ANSI B 31.10, para la tubería.

ASTM A-234 Gr. WPB, para los accesorios.

ANSI B 11.9, para los accesorios.

#### 1.12.4.3 *Ejecución*

##### Preparación de la Tubería

Se considera la preparación del material (corte, biselado, alineación) y la provisión de soportes temporales y facilidades para el manejo e instalación de la tubería y los accesorios de tubería necesarios tales como codos, T's, Y's, cruces, uniones, reducciones, conexiones, tapones, etc., según el trazado.

##### Desarrollo De Las Actividades

El alcance de los trabajos incluye la ejecución de las pruebas radiográficas de las juntas soldadas u otras pruebas, según se requiera, y la prueba hidrostática respectiva. Se incluyen, además, el suministro de mano de obra, transporte, suministro de equipos y herramientas de montaje y pruebas en el sitio (cabezales, manómetros, bombas para prueba hidrostática, etc.), equipo de protección y demás elementos y actividades necesarias para ejecutar el trabajo a satisfacción, de acuerdo con las especificaciones técnicas aplicables. Todas las bridas y uniones soldadas deberán dejarse sin pintar hasta que las pruebas sean realizadas. Las tuberías no deberán conectarse a equipos, tanques u otros componentes hasta que se hayan efectuado la limpieza y las pruebas indicadas. Para realizar la conexión, deberá contarse con la autorización del Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá utilizar operarios de soldadura calificados para la realización del trabajo; además, deberá presentar la certificación de la calificación de los soldadores y será responsable por la preparación y por la ejecución o aplicación de los procedimientos de soldadura necesarios. En caso de requerirse pruebas especiales, éstas se pagarán al Contratista por costos reembolsables.

La actividad de pintura de las tuberías se ejecutará de acuerdo con lo establecido en los documentos del proyecto y siguiendo las recomendaciones del fabricante. El color de la pintura de acabado será el indicado por la CAASD o por el Ingeniero Supervisor. Es

responsabilidad del Contratista garantizar y demostrar la calidad de los trabajos ejecutados mediante prueba de espesores e inspección visual.

Para el montaje y la puesta en servicio de las tuberías se considera la mano de obra, herramientas, equipos, materiales y consumibles requeridos para realizar a satisfacción la labor (equipo de soldadura, equipo de corte, pulidora, gratas, cepillos de alambre, soldadura, acetileno, oxígeno, eslingas, aparejos, etc.), de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Supervisor.

Para el caso de la instalación de tuberías que requieren la ejecución de trabajos en altura (mayores que 1,5 metros), deberá tenerse en cuenta el uso de andamios o plataformas de seguridad, escaleras de acceso, implementos de seguridad, tales como arnés y cuerdas de vida, y dispositivos de señalización, según lo establecido por las normas de seguridad industrial.

El alcance incluye la ejecución de la prueba hidrostática respectiva, la cual deberá realizarse de acuerdo con las partes aplicables de lo señalado para la tubería de hierro fundido dúctil.

#### 1.12.5 Tuberías de Hierro Galvanizado

##### 1.12.5.1 Alcance

Los tubos cumplirán lo establecido en la norma ANSI/ASTM A53. Esta especificación comprende la tubería de hierro galvanizado, según se muestre en los Planos del Contrato, de acuerdo a las siguientes especificaciones, códigos y estándares de referencia:

ANSI	American National Standards Institute.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
AISI	American Iron and Steel Institute.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
AWWA	American Water Works Association.
CSA	Canadian Standards Association.

ISO International Standards Organization.

Se requiere presentar por parte del fabricante de la tubería de un programa de aseguramiento y control de calidad, así como un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

#### *1.12.5.2 Materiales*

Todos los tubos y uniones serán fabricados con hierro galvanizado que cumpla con las siguientes normas:

ASTM A 53 grado A, para la tubería.

ANSI B 31.10, para la tubería.

ASTM A-338, para los accesorios.

ASTM A 153, para el galvanizado de la tubería y los accesorios.

#### *1.12.5.3 Ejecución*

##### Preparación De La Tubería

Se considera la preparación del material (corte, biselado, alineación) y la provisión de soportes temporales y facilidades para el manejo e instalación de la tubería y los accesorios de tubería necesarios tales como codos, T's, Y's, cruces, uniones, reducciones, conexiones, tapones, etc., según el trazado.

##### Desarrollo De Las Actividades

El alcance de los trabajos incluye la ejecución de las pruebas radiográficas de las juntas soldadas u otras pruebas, según se requiera, y la prueba hidrostática respectiva. Se incluyen, además, el suministro de mano de obra, transporte, suministro de equipos y herramientas de montaje y pruebas en el sitio (cabezales, manómetros, bombas para prueba hidrostática, etc.), equipo de protección y demás elementos y actividades necesarias para ejecutar el trabajo a satisfacción, de acuerdo con las especificaciones técnicas aplicables. Todas las bridas y uniones soldadas deberán dejarse sin pintar hasta que las pruebas sean realizadas. Las tuberías no deberán conectarse a equipos, tanques u otros componentes hasta que se hayan efectuado la limpieza y las pruebas indicadas.

Para realizar la conexión, deberá contarse con la autorización del Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá utilizar operarios de soldadura calificados para la realización del trabajo; además, deberá presentar la certificación de la calificación de los soldadores y será responsable por la preparación y por la ejecución o aplicación de los procedimientos de soldadura necesarios. En caso de requerirse pruebas especiales, éstas se pagarán al Contratista por costos reembolsables.

La actividad de pintura de las tuberías se ejecutará de acuerdo con lo establecido en estos documentos del proyecto y siguiendo las recomendaciones del fabricante. El color de la pintura de acabado será el indicado por la CAASD o por el Ingeniero Supervisor. Es responsabilidad del Contratista garantizar y demostrar la calidad de los trabajos ejecutados mediante prueba de espesores e inspección visual.

Para el montaje y la puesta en servicio de las tuberías se considera la mano de obra, herramientas, equipos, materiales y consumibles requeridos para realizar a satisfacción la labor (equipo de soldadura, equipo de corte, pulidora, gratas, cepillos de alambre, soldadura, acetileno, oxígeno, eslingas, aparejos, etc.), de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Supervisor.

Para el caso de la instalación de tuberías que requieren la ejecución de trabajos en altura (mayores que 1,5 metros), deberá tenerse en cuenta el uso de andamios o plataformas de seguridad, escaleras de acceso, implementos de seguridad, tales como arnés y cuerdas de vida, y dispositivos de señalización, según lo establecido por las normas de seguridad industrial.

El alcance incluye la ejecución de la prueba hidrostática respectiva, la cual deberá realizarse de acuerdo con las partes aplicables de lo señalado para la tubería de hierro fundido dúctil.

## 1.12.6 Tuberías de PVC presión

### 1.12.6.1 Alcance del trabajo

El trabajo cubierto por esta sección de las especificaciones consiste en el suministro, transporte y colocación de tuberías de PVC presión para la conducción del agua del Acueducto Oriental, según los diámetros y la SDR mostrada en los planos y los documentos del contrato, con dimensiones y localizaciones indicados en los planos o señalados por el Ingeniero Supervisor y de acuerdo con las siguientes especificaciones, códigos y estándar de referencia:

ASTM D2241  
ASTM D2466

Todos los materiales que serán suministrados por el Contratista, tendrán la mejor calidad y requerirán la aprobación previa del Ingeniero Supervisor, antes de su instalación.

El Contratista deberá suministrar certificados de que toda la tubería cumple con las normas especificadas. En caso de duda se realizarán ensayos.

El Contratista deberá suministrar los siguientes certificados:

a). Certificados de que toda la tubería y accesorios suministrados cumplen con las especificaciones indicadas.

b). Literatura descriptiva, boletines y catálogos de las tuberías y accesorios en original

Instrucciones precisas, del fabricante, para instalación, almacenaje y manipuleo.

Todos los gastos ocasionados por la toma de muestras y certificaciones serán a cargo del Contratista.

Ensayos

Todo el material utilizado en la fabricación de la tubería deberá cumplir con las normas especificadas y con los estándares mencionados.

Adicional a los ensayos requeridos en estas especificaciones, el Ingeniero Supervisor puede ordenar ensayos adicionales. Las muestras necesarias para estos ensayos serán a cargo del Contratista.

#### *1.12.6.2 Materiales*

Todos los tubos de PVC presión deberán ser marcados con el nombre del fabricante, el diámetro del tubo y la presión.

Los tubos deberán cumplir los requisitos de medidas y ensayos correspondientes a todo lo exigido en la norma ASTM D 2241.

Las uniones serán mecánicas con sello de caucho.

Los accesorios deberán ser del mismo calibre, designación y tipo de unión y fabricados con el mismo compuesto de PVC que la tubería.

#### *1.12.6.3 Ejecución*

Todo el material que se encuentre defectuoso será rechazado y deberá ser retirado del sitio de trabajo lo antes posible.

#### **Material De La Cama**

El material utilizado para el apoyo de la tubería deberá estar de acuerdo con la especificación de rellenos.

#### **Excavación Y Relleno**

La excavación y el relleno de la tubería deberán estar de acuerdo con lo establecido para Excavación y Relleno de estas especificaciones.

El ancho de las zanjas deberá ser el que resulte al dejar al menos 0,30 m a cada lado del tubo.

La altura mínima del recubrimiento de relleno sobre el tubo deberá ser de 0,60 m.

### Colocación del Tubo

El tubo deberá ser instalado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, como aquí se especifica y como se muestre en los planos, de manera que queden perfectamente unidos para permitir un flujo continuo.

Se deberán utilizar los implementos, herramientas recomendados por los estándares del fabricante de la tubería. Toda la tubería y accesorios deberán ser cuidadosamente bajados al fondo de la zanja de tal manera que no se produzcan daños a la tubería o a los accesorios. Bajo ninguna circunstancia se deberá dejar caer la tubería en la zanja.

El corte de la tubería deberá realizarse de acuerdo con los estándares del fabricante y con la herramienta adecuada para producir un corte plano y liso y suave.

La tubería y accesorios deberán ser inspeccionados antes de bajarlos a la zanja. Cualquier tubo defectuoso deberá ser reparado o reemplazado. Todo sucio o materia extraña deberá ser retirada del interior del tubo antes de bajarlo y deberá mantenerse limpio durante y después de su colocación. Todas las aperturas del tubo deberán mantenerse cerradas cuando no se estén utilizando.

### Manipuleo

El manipuleo del tubo de PVC deberá ser cuidadoso para asegurarse de que el tubo no sufrirá daño durante el almacenamiento, movilización, cargue y descargue e instalación.

### Uniones en el Campo

Todas las uniones deberán ejecutarse de acuerdo con las instrucciones escritas del fabricante.

El tubo no deberá ser deflectado ni horizontalmente ni verticalmente más allá de lo recomendado por escrito por el fabricante.

Cuando no se está adelantando la colocación de la tubería todos los extremos del tubo deberán permanecer cerrados para prevenir que entre agua en el tubo. Y se le debe colocar suficiente relleno para prevenir flotación. Cuando la tubería se flote deberá ser retirada de la zanja, limpiada y reinstalada de manera aceptable. No se podrá colocar tubería cuando, en la opinión del Ingeniero Supervisor, las condiciones de la zanja o del tiempo no son adecuadas para el trabajo.

#### *1.12.6.4 Ejecución del trabajo*

En general, la instalación de las tuberías se realizará de acuerdo con los detalles que serán indicados en los planos y siguiendo estrictamente las indicaciones de los fabricantes de la tubería.

Antes de su colocación, las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente de todas las materias extrañas. Las tuberías se deberán proteger adecuadamente cuando se suspenda la colocación de las mismas, para evitar que se taponen.

### 1.12.7 Tuberías de Hormigón Armado

#### *1.12.7.1 Alcance*

Esta especificación comprende la tubería de hormigón armado para las alcantarillas en el camino de acceso a la Planta Potabilizadora, de acuerdo con las siguientes especificaciones, códigos y estándares de referencia:

ANSI American National Standards Institute.

ASTM American Society for Testing and Materials.

AWWA American Water Works Association.

ISO International Standards Organization.

Se requiere presentar, por parte del fabricante de la tubería, de un programa de aseguramiento y control de calidad, así como un programa de pruebas en el lugar de fabricación.

#### 1.12.7.2 *Materiales*

Todos los tubos de hormigón deberán cumplir con las siguientes normas:

ASTM - C76M

ASTM - C497M

#### 1.12.7.3 *Ejecución del Trabajo*

Las excavaciones y rellenos necesarios para la instalación de las tuberías para alcantarillado se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones técnicas aplicables de estos documentos y los datos del proyecto.

Las tuberías se colocarán cuidadosamente según las líneas y pendientes establecidas, en brechas excavadas hasta la profundidad necesaria mostrada en los planos o indicada por el Ingeniero Supervisor; dichas brechas tendrán un ancho mínimo suficiente que permita la colocación y empalmes correctos de las tuberías y la compactación adecuada del material de relleno alrededor de ellas.

Las paredes de la brecha serán verticales, y los soportes requeridos se definirán de acuerdo con las condiciones del terreno y las normas de seguridad. Las tuberías deberán conservar el alineamiento y pendientes uniformes, para lo cual los extremos de las tuberías deberán encajar con precisión uno con otro.

Los extremos de las tuberías se limpiarán cuidadosamente y luego se humedecerán, antes de pegarlos con un mortero de cemento y arena que pase la malla No. 16, en proporción de 1 a 3 por volumen, o como lo indique el Ingeniero Supervisor.

Las juntas deberán pulirse cuidadosamente tanto en el interior como en el exterior de la tubería. Si la tubería descarga sobre losas de concreto, será necesario colocarla con precisión en su posición y asegurarla durante el vaciado y fraguado de las losas. La altura mínima del lleno sobre la corona de la tubería será de 0,60 m, a menos que el Ingeniero Supervisor ordene algo diferente.

Para el montaje y la puesta en servicio de las tuberías se considera la mano de obra, transportes, herramientas, equipos y materiales requeridos para realizar a satisfacción la labor, de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero Supervisor.

#### 1.12.8 Redes de Distribución y Acometidas

##### **Generalidades**

Se incluyen en este capítulo las normas específicas sobre materiales e instalación de tuberías para el servicio de acueducto (redes, acometidas y conducciones), como también para la construcción de sus obras complementarias, tales como; Tuberías y accesorios, Tuberías y accesorios en acero, Tuberías y accesorios en hierro fundido dúctil (HD), Tuberías y accesorios en Poli-cloruro de vinilo (PVC), Tuberías y accesorios en CCP, Tuberías y accesorios en plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP), Tuberías y accesorios en polietileno de alta densidad (PEAD), Accesorios en hierro fundido gris, Válvulas, Válvulas de compuerta, Válvulas reguladoras de presión, Válvulas de flujo o paso anular, Válvulas mariposa, Hidrantes, Instalación de tuberías, Uniones mecánicas, Accesorios, Cajas para válvulas, Acometidas de acueducto, Retiro de tuberías, válvulas e hidrantes de acueducto, Construcción de cámaras.

Todas estas especificaciones y normas serán exigidas a los contratistas, que construyan redes, acometidas o conducciones para la CAASD.

Para todos los materiales de tuberías y accesorios, la CAASD hará cumplir la última revisión de las normas y especificaciones nacionales e internacionales. Otros aspectos no incluidos en estas

normas cumplirán las especificaciones e información técnica del fabricante.

Las tuberías y accesorios se rotularán cumpliendo con lo establecido en la norma bajo la cual se fabriquen. Si en algún caso la norma no lo establece, deben venir rotulados como mínimo con marca, diámetro y presión de trabajo.

La longitud estándar para la tubería será la estipulada en las normas aprobadas para cada material. En caso de permitirse varias longitudes en la norma solicitada, la CAASD indicará la requerida en las especificaciones o en los planos del proyecto.

#### *1.12.8.1 Tuberías y Accesorios en Acero (materiales)*

##### **Tuberías**

Cumplirán la norma AWWA C-200 de lámina de acero con soldadura eléctrica en espiral o longitudinal o para tubería sin costura o su equivalente.

El acero cumplirá las especificaciones de la ASTM. El espesor de la lámina se calculará con base en acero grado C de las especificaciones ASTM A 283 ó en los aceros según la ASTM A 53, A 106, A 120. El espesor mínimo de lámina admisible en conducciones y redes de distribución será de 6,4 mm.

Se pueden utilizar otras clases de acero, previa aprobación de la CAASD indicando las especificaciones, el coeficiente de seguridad y la presión de trabajo.

##### **Accesorios**

Cumplirán las especificaciones AWWA C-208 o su equivalente.

##### **Uniones**

Las uniones entre tuberías de acero se harán soldadas o mediante uniones mecánicas. Las uniones entre tuberías de acero y otros materiales se realizarán con uniones de transición tipo mecánico de acuerdo con los materiales a empalmar.

Para uniones mecánicas se aplicarán las normas especificadas por el fabricante para máximas deflexiones, radios de curvas y desviaciones del tubo equivalentes a varios grados de deflexión. El empaque de caucho cumplirá la especificación AWWA C-111 o su equivalente.

Las bridas para tuberías o accesorios de acero seguirán las especificaciones AWWA C-207, ANSI B16, 5 o sus equivalentes; utilizando tornillos en acero inoxidable AISI 410, ASTM A193, ASTM A194 o en otro material si así se especifica.

Las uniones soldadas se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en la especificación de Soldaduras.

La prueba hidrostática de las uniones se hará a la misma presión utilizada en la prueba de todo el sistema.

#### Recubrimiento

Las tuberías y accesorios se recubrirán interior y exteriormente de acuerdo con las siguientes especificaciones: AWWA C-203 (Alquitrán de Hulla), AWWA C-205 (mortero de cemento), AWWA C-210 (Alquitrán Epóxido), AWWA C 213 (FBE), AWWA C 214 (Forrada con cinta) o sus equivalentes. Adicionalmente deben respetarse las especificaciones y ensayos establecidos por los fabricantes para los materiales y métodos de aplicación de los recubrimientos.

#### Utilización

La tubería de acero es utilizada usualmente en los siguientes casos:

- En viaductos.
- En la fabricación de accesorios tipo "T" y "Y", cruces, reducciones, codos, etc., necesarios para la construcción de empalmes con alineamientos especiales.

#### *1.12.8.2 Tuberías y accesorios en hierro fundido dúctil-HD especificación (materiales)*

#### Tuberías

Cumplirán las especificaciones de la norma ISO 2531 o su equivalente. El cálculo de resistencia a la presión interior y altura de

cobertura serán conformes con las especificaciones de la norma ISO 10803 o su equivalente.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

Accesorios.

Cumplirán las especificaciones de la norma ISO 2531 o su equivalente, además de las especificadas para las tuberías.

Uniones.

Se usarán uniones de tipo recto, con juntas automáticas, mecánicas o bridadas. Las dimensiones de las uniones serán conformes con las especificaciones de la norma ISO 2531 o su equivalente. En el caso de las juntas bridadas, Las dimensiones y taladrado de las bridas serán conformes con las especificaciones de la norma ISO 7005-2 o su equivalente.

Cimentación de las tuberías.

Las tuberías de hierro fundido dúctil, estarán sujeta en todos los sitios, tanto a cargas de tierra como a cargas de tráfico, durante la construcción. Mucha tubería se instalara en vías existentes. Las normas internacionales utilizan la formula Spangler's IOWA con variaciones menores para calcular los efectos de las cargas (vivas y muertas) entre el suelo adyacente y la tubería. Para este Proyecto, se usará el método de cálculo y tipos de zanja descritos en la norma ISO 10803. El proceso de determinación del tipo de zanja y altura de cobertura adecuados para las condiciones del proyecto consistirá en evaluar todos los tipos, desde el más sencillo hasta el más complejo, hasta encontrar el tipo adecuado desde el punto de vista técnico y económico.

Protección contra la corrosión

Las mangas de polietileno han resultado ser un método efectivo y económico de proteger la tubería de HFD en ambientes corrosivos. El polietileno tiene excelentes propiedades dieléctricas que permiten aislar efectivamente la tubería de las corrientes de bajo espectro. El polietileno provee un ambiente uniforme a la tubería, los puntos de corrosión por corrientes galvánicas son virtualmente eliminados.

Pequeños orificios en el material de envoltura no disminuyen significativamente su capacidad de protección.

La manga de polietileno requiere poco personal adicional y poco equipo especial para su instalación. Las cuadrillas de construcción simplemente deslizan el polietileno sobre la tubería durante su instalación.

El recubrimiento de polietileno es aplicado en el campo, por ello, no requiere de manejo o empaqueo especiales durante el embarque. Puesto que la manga de polietileno se instala en el sitio, los daños son menores que los recubrimientos aplicados en fábrica. Si se daña, el polietileno se repara fácilmente en el campo con cinta adhesiva compatible.

Puesto que el polietileno es un sistema de protección pasiva, no requiere un mantenimiento ni un monitoreo costoso, y no cuesta casi nada su operación una vez ha sido instalado.

La determinación de la necesidad de aplicar protección adicional con manga de polietileno se hará llevando a cabo los estudios pertinentes para tal fin.

Cortes en tubería.

Los cortes en la tubería de HD se efectuarán con los equipos especificados por el fabricante o por las normas de fabricación, serán perpendiculares al eje y deben establecer el chaflán estándar. No se permitirá cortar la tubería con acetileno o por cualquier procedimiento que no sea aprobado por el Ingeniero Supervisor.

#### *1.12.8.3 Tuberías y accesorios en Policloruro de Vinilo (PVC)*

Tuberías.

Seguirán la norma ASTM D-2241 para tubería de presión. La presión de trabajo para las redes de distribución y conducciones normalmente varía de 1,1 MPa (160 psi) a 2,17 MPa (315 psi) para las diferentes relaciones diámetro - espesor (SDR), las cuales varían respectivamente entre 26 y 13,5. Los planos y diseños indicarán la

presión de trabajo y el respectivo SDR requerido cuando se determine la utilización de este material.

#### Accesorios.

Los codos, adaptadores, T's y uniones de PVC cumplirán con la norma ASTM D2461. Los accesorios que se usen de otro material, cumplirán con las normas que correspondan al mismo y se adaptarán siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de la tubería. No se aceptan accesorios de PVC ensamblados con soldadura líquida.

#### Uniones.

Las tuberías y los accesorios vienen con unión mecánica integral de campana y espiga, con empaque de caucho. Para su ensamble se deben utilizar limpiadores y lubricantes recomendados por el fabricante. De acuerdo con los requerimientos, se usarán adaptadores PVC de campana y espigo o uniones de doble campana, bien sea de reparación o de construcción, del mismo material.

#### Protección.

En condiciones normales no se requiere ninguna protección exterior especial, excepto cuando las tuberías queden expuestas a los rayos solares por largo tiempo, caso en el cual se deben proteger con la pintura que recomiende el fabricante.

Tanto las tuberías como los anillos o empaques y demás accesorios, se cubrirán con un polietileno de color azul o negro que cumpla con las recomendaciones del fabricante, cuando durante su almacenamiento queden expuestos por largo tiempo a los rayos solares.

Además, se deben tener en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante para el almacenamiento e instalación de la tubería.

#### 1.12.8.4 Válvulas

Se utilizarán válvulas en tuberías que conducen agua potable con PH entre 6,5 y 7,7; a temperatura promedio de 18 grados centígrados.

Operarán a la intemperie o enterradas en zonas con temperatura ambiente de 15 a 35 grados centígrados y con humedades relativas entre 70 y 90%.

No se permitirá la instalación de válvulas que no tengan grabados en relieve o en placa los siguientes datos: marca, diámetro, presión de trabajo, número de serie (reguladoras, flujo anular y de diámetro de 300 mm y mayores) y flecha indicadora de la dirección del flujo si el tipo de válvula lo requiere (flujo anular, reguladoras y cheque).

El costo de los ajustes, reemplazos y similares, así como los de transporte que se presenten durante la prueba de las válvulas, causados por fallas o defectos de fabricación y de montaje de las mismas, serán por cuenta del Contratista.

A menos de que se especifique lo contrario, las válvulas con bridas se suministrarán con las respectivas contrabridas y el costo de éstas estará incluido dentro del valor de la válvula.

En los planos del proyecto se indicará el uso de niples con uniones de desmontaje aguas abajo de la válvula para optimizar las condiciones de instalación y mantenimiento.

#### Válvulas de compuerta

Se utilizarán válvulas en tuberías que conducen agua potable con PH entre 6,5 y 7,7; a temperatura promedio de 18 grados centígrados. Operarán a la intemperie o enterradas en zonas con temperatura ambiente de 15 a 35 grados centígrados y con humedades relativas entre 70 y 100%.

No se permitirá la instalación de válvulas que no tengan grabados en relieve o en placa los siguientes datos: marca, diámetro, presión de trabajo, modelo, normativa, año de fabricación, lugar de fabricación.

El costo de los ajustes, reemplazos y similares, así como los de transporte que se presenten durante la prueba de las válvulas, causados por fallas o defectos de montaje de las mismas, serán por cuenta del Contratista.

Válvulas de Compuerta 2" – 12"

Las válvulas de compuerta de cuña resistentes deben cumplir o superar todos los requisitos aplicables de la revisión actual de ANSI / AWWA C515. Deberán contar con la certificación UL 262, la aprobación FM 1120/1130 y la certificación ANSI / NSF 61 y 372.

Las válvulas deben tener una presión de trabajo AWWA / UL / FM de 350 psig. Cada válvula se someterá a prueba de asiento de fábrica a 525 psig y de carcasa a 700 psig. Serán de extremos bridados FL x FL

El tipo de válvula debe ser NRS (vástago no ascendente) como se especifica.

Las válvulas deben tener una flecha en la tuerca de operación o en el volante que muestre la dirección de apertura.

Las válvulas NRS deben estar provistas de una tuerca de operación cuadrada de 2". El perno que une la tuerca de operación al vástago debe estar empotrado en la tuerca de operación para no interferir con la operación de la llave de válvula. El perno debe ser de acero inoxidable 316.

Las válvulas deben tener pernos y tuercas de acero inoxidable Tipo 316 para la caja de empaquetadura y el bonete.

Los vástagos de las válvulas deben tener arandelas de empuje "antifricción", una arriba y otra debajo del collar de empuje del vástago para reducir el torque de operación. El diseño del vástago de la válvula debe ser tal que, si se aplica un par de entrada excesivo, la falla del vástago ocurrirá por encima de la caja de empaquetadura en un punto tal que permita el funcionamiento de la válvula con una llave de tubo u otra herramienta fácilmente disponible.

Los vástagos de las válvulas estarán hechos de bronce ASTM B138, aleación C67600 H04, material de barra dura. El collar del vástago de bronce debe ser forjado en caliente; No se aceptan collares que no estén integrados en el vástago.

El material del vástago debe proporcionar una resistencia a la tracción mínima de 73.000 psi, un límite elástico de 48.000 psi y un alargamiento mínimo del 8%. Los materiales opcionales de los vástagos de bronce pueden ser aleación ASTM B98 C66100 H02 (semiduro). Los vástagos de acero inoxidable opcionales pueden ser recalcados con forja en caliente o mecanizados a partir de barras en los siguientes grados acero inoxidable 304 o 316

Las válvulas deben tener una caja de empaquetadura con pernos en línea con el flujo y estar selladas con una junta tórica. La caja de

empaquetadura tendrá dos orejetas de elevación fundidas integralmente. Se colocarán dos juntas tóricas arriba y una junta tórica debajo del collar de empuje del vástago. El collar de empuje debe estar lubricado de fábrica. El collar de empuje y su lubricación deben estar aislados por las juntas tóricas de la vía fluvial y de la contaminación exterior, proporcionando una lubricación permanente para facilitar la operación a largo plazo. Las válvulas sin prensaestopas son inaceptables. Las válvulas sin al menos tres juntas tóricas del vástago también son inaceptables.

El cuerpo de la válvula, el bonete, la caja de empaquetadura y la tuerca de operación deben estar compuestos de hierro dúctil ASTM A536. El cuerpo y el bonete deben adherirse al espesor mínimo de pared como se establece en AWWA C515-09 Tabla 2, sección 4.4.1.2. No se aceptan espesores de pared que no cumplan con los mínimos de AWWA.

El disco de la válvula y las orejetas de guía deben estar compuestos de hierro dúctil ASTM A126 Clase B o ASTM A536 y completamente encapsulados en caucho SBR ASTM D2000. Se colocarán tapas de guía de un material con cojinetes de acetal sobre orejetas guía sólidas para evitar la abrasión y reducir el par de operación. Las orejetas de guía colocadas sobre metal desnudo no son aceptables. EPDM ASTM D2000 estará disponible como opción.12. Las válvulas deben tener todas las superficies ferrosas internas y externas recubiertas con un recubrimiento epóxico en polvo termo endurecible unido por fusión de 10 milésimas de pulgada de espesor nominal. El revestimiento debe cumplir con AWWA C550.

Las válvulas de roscado deben tener una brida de entrada que cumpla con ANSI B16.1 Clase 125 para su conexión a un manguito o cruz de roscado. Además, la brida de entrada de la válvula deberá tener una proyección mecanizada o un labio de alineación elevado que cumpla con MSS SP-60 para una alineación precisa con el receso de acoplamiento en la brida de la manga de roscado. La abertura del asiento de las válvulas de derivación debe ser de al menos .30" o más grande que el tamaño nominal de la tubería para permitir cortadores de carcasa de tamaño completo.

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

### Válvulas aire y vacío para servicios en pozos profundos

Válvulas de aire para servicio de pozo será adecuadas para presiones de hasta 400 psig (2760 kPa) para servicio de descarga de bomba de agua limpia o cruda.

Las válvulas de aire de servicio de pozo serán válvulas operadas por flotador completamente automáticas diseñadas para extraer el aire que está presente en el bombeo de la columna al arrancar la bomba y permita que el aire vuelva a entrar en la columna cuando se apague la bomba o si se produce una presión negativa.

El dispositivo de estrangulamiento de puerto doble (para válvulas de 3" y de menor diámetro) un control ajustable de la tasa de escape y permitirá fluir hacia la válvula a través de un puerto de entrada independiente.

Los tamaños de válvula de 3 pulg. y menores deben tener entradas y salidas NPT de tamaño completo iguales al tamaño nominal de la válvula. La conexión de entrada del cuerpo debe ser hexagonal para una conexión de llave.

La válvula tendrá dos conexiones NPT adicionales para la adición de válvulas de liberación de aire, manómetros, pruebas y drenaje.

El cuerpo de la válvula debe proporcionar un área de flujo continuo igual al tamaño nominal de la válvula. Una cubierta atornillada con tornillos de aleación y se proporcionará una junta plana para permitir el mantenimiento y la reparación.

Los flotadores estarán garantizados incondicionalmente contra fallas, incluidas las subidas de presión. El flotador tendrá una forma hexagonal eje guía apoyado en el cuerpo por casquillos circulares para evitar que se atasquen por los escombros. El flotador estará protegido contra impacto directo del agua por un deflector interno.

El asiento elástico debe proporcionar un cierre hermético a la presión nominal total de la válvula. El asiento tendrá un mínimo de 0.5 pulg. (12 mm) de espesor en 2 pulg. (50 mm) y válvulas más grandes y aseguradas de tal manera que se evite la distorsión. Válvulas con

Las válvulas de 3 pulg y más pequeñas estarán equipadas con un dispositivo de estrangulamiento de doble puerto para controlar la

descarga de aire de la válvula y permita el flujo de vacío total a través de un puerto separado. El dispositivo debe tener un tornillo ajustable externamente y contratuerca para ajustar el disco de control de descarga. El disco se dimensionará para permitir un área de flujo del 5% cuando esté completamente estrangulado. El puerto de vacío debe estar equipado con un disco cargado por resorte para permitir el flujo hacia la válvula durante condiciones de presión negativa.

No se aceptan dispositivos de estrangulamiento con un puerto de escape y vacío común. El material del cuerpo será de acuerdo con la válvula de aire de servicio de pozo. El resorte será de acero inoxidable ASTM A313 Tipo 316.

El dispositivo debe montarse en la entrada de la válvula de aire de servicio del pozo, permitir el flujo de aire libre y restringir el flujo de salida.

El Dispositivo debe ser un patrón de globo con bridas, con un disco guiado central y un conjunto de asiento. El disco debe tener orificios roscados para proporcionar un ajuste del caudal a través de la válvula.

El material del cuerpo debe ser compatible con la válvula de aire de servicio de pozo. El asiento y el disco serán de bronce ASTM B584, aleación C83600.

El cuerpo, la cubierta y el deflector de la válvula de aire para servicio de pozo deben estar contruidos con hierro fundido ASTM A126 Clase B para válvulas Clase 125 y Clase 250.

El flotador, los ejes de guía y los bujes deben estar contruidos con acero inoxidable tipo 316. No se aceptan guías y casquillos no metálicos. Los asientos resilientes serán Buna-N.

Las válvulas se fabricarán y probarán de acuerdo con el estándar de la American Water Works Association (AWWA) C512.

Las válvulas utilizadas en el servicio de agua potable deben estar certificadas según NSF / ANSI 61

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

## Válvulas control de flujo hidráulico

La válvula de control debe ser una válvula de cámara única, accionado por diafragma

Las válvulas de 4" y más pequeñas deben proporcionar un movimiento suave y sin fricción y el accionamiento se logra mediante el uso de un diafragma EPDM de estilo plano. Estarán contruidos con tela de nailon unida con caucho sintético.

Las válvulas de 6" y más grandes, deben proporcionar un movimiento suave y sin fricción para garantizar una estabilidad de flujo bajo para especificar un mínimo de GPM

La válvula principal, el bonete y la tapa del vástago removible deben estar contruidos con hierro dúctil ASTM A536 (Grado 65/45/12).

Las válvulas de 2.5" y mayores deben tener una tapa de vástago extraíble para acceder al vástago de la válvula principal para verificar la alineación, instalar el resorte y facilitar el servicio y el montaje.

El bonete de la válvula principal se ubicará utilizando dos o más pasadores de guía de ubicación para mantener la alineación del conjunto de la válvula interna y facilitar el mantenimiento.

Los internos de la válvula principal, que consisten en un anillo de asiento y un vástago, deben estar contruidos en acero inoxidable AISI 316. El vástago de la válvula debe tener caras planas para facilitar el mantenimiento.

La válvula de control debe proporcionar un sello hermético utilizando un disco elástico retenido mecánicamente, que tiene una sección transversal rectangular, contra el anillo de asiento de acero inoxidable AISI 316 estacionario.

El anillo de asiento de acero inoxidable AISI 316 estacionario de las válvulas principales de 2.5" y mayores se mantendrá en su lugar utilizando tornillos autobloqueantes y retenedores de anillo de asiento.

Todos los componentes ferrosos internos y externos, incluidas todas las superficies de acoplamiento, se deben recubrir con un epoxi adherido por fusión aprobado por NSF-61 hasta un mínimo de 10 milésimas de pulgada de espesor de película seca. No se aceptará ningún mecanizado de ninguna pieza externa después del recubrimiento final para garantizar una superficie de recubrimiento continua en toda la válvula.

Los elastómeros de la válvula principal: diafragma, disco elástico y juntas, serán de EPDM o Buna-N.

Todos los sujetadores de la válvula principal (pernos, tuercas, espárragos, tornillos de cabeza) se suministrarán como acero inoxidable AISI 18-8 o 304. Todos los pernos del bonete deben estar equipados con arandelas de acero inoxidable para evitar daños en el revestimiento del bonete.

Todas las reparaciones y el mantenimiento serán posibles sin quitar la válvula de la línea. Para facilitar la extracción y el reemplazo del conjunto de la válvula interna y para reducir el desgaste innecesario de la guía, el vástago debe estar vertical cuando la válvula se monta en una línea horizontal.

Cada válvula debe someterse a prueba de aire antes de su envío. La prueba estándar incluirá la prueba de fugas, la prueba de fugas del asiento y la prueba de carrera.

La válvula debe tener conexiones finales bridadas. Las conexiones bridadas deben especificarse con bridas ANSI / ASME B16.42 Clase perforadas, revestidas y clasificadas.

La válvula será una válvula de control de flujo operada por piloto que limitará el caudal a un máximo preestablecido. La válvula estará normalmente abierta para proporcionar la demanda de flujo y limitará el caudal máximo mediante el control de presión diferencial a través de una placa de orificio aguas abajo, independientemente de las fluctuaciones en la presión aguas arriba o aguas abajo.

El piloto debe ser un piloto de velocidad de flujo normalmente abierto que reacciona a pequeños cambios en la presión diferencial a través de una placa de orificio aguas abajo, que actúa para modular la presión del bonete de la válvula principal para ajustar hidráulicamente el conjunto de la válvula interna posición para mantener un caudal máximo en función del orificio de la placa de orificio y el ajuste del control de presión diferencial.

El piloto será autolimpiante con la salida del piloto ubicada en la parte inferior del flujo del piloto con el vástago del piloto y la guía libres de cualquier acumulación de escombros.

La guarnición del piloto, que consta de un anillo de asiento, vástago y yugo, estará construida de acero inoxidable AISI 316.

Los elastómeros piloto: diafragma, válvula interior y juntas, serán de EPDM o Buna-N.

El rango de resorte piloto ajustable se suministrará con un rango de resorte de rango específico (2 a 20 psid o 25-50 psid). El piloto debe estar preconfigurado de fábrica en el punto de ajuste específico psid para proporcionar un punto de ajuste de caudal máximo de USGPM. El cuerpo del piloto y la carcasa del resorte se construirán en acero inoxidable ASTM A351 CF8M.

La placa de orificio suministrada debe ser de acero inoxidable AISI 18-8 calibre 11 (0,120 pulg.). El orificio del orificio mecanizado, con una tolerancia de +/- 0,005 pulg., Proporcionará una relación de flujo ajustable de 2: 1 de USGPM (L / s) especificados sobre un ajuste de 3 a 12 psid del piloto. Los cálculos del diámetro interior del orificio serán proporcionados por el fabricante.

Se debe proporcionar una placa de orificio estilo paleta para encajar entre y dentro del círculo de pernos y sujetadores de la clasificación de brida especificada. El orificio del orificio debe estar grabado en la parte de la paleta y visible con la placa del orificio instalada.

Se debe suministrar una restricción fija como acero inoxidable AISI 303 con un orificio de orificio seleccionado por el fabricante en función del tamaño y la operación de la válvula.

Se debe suministrar un control de velocidad de cierre de válvula de aguja ajustable como material específico acero inoxidable AISI 316.

El estabilizador de flujo ajustable será un control de velocidad de apertura autolimpiante.

Los accesorios piloto se deben suministrar como material específico acero inoxidable AISI 316.

La tubería piloto se debe suministrar como material específico (ASTM B280 de cobre sin costura o acero inoxidable AISI 316 o acero inoxidable trenzado flexible revestido con PTFE).

Las válvulas piloto de bola de aislamiento se deben suministrar como estándar. La (s) válvula (s) de bola de aislamiento piloto se construirán con el material especificado (latón B16 o acero inoxidable 316) con un operador de manija de acero inoxidable.

Se debe suministrar un filtro piloto como estándar. El material del colador debe ser de acero inoxidable ASTM A351 CF8M con una pantalla de acero inoxidable 316 de malla 40 o malla 80. El filtro piloto externo debe tener un tapón extraíble para facilitar el acceso de mantenimiento a la pantalla piloto y debe estar provisto para la instalación de una válvula de bola para el lavado de la pantalla piloto.

La válvula de control se suministrará con un indicador de posición como estándar. El indicador de posición de la válvula proporcionará una referencia visual a la posición abierta de la válvula principal. La varilla del vástago del indicador será de acero inoxidable AISI 316, roscada o fijada al vástago de la válvula principal. La varilla indicadora se moverá dentro de una carcasa hexagonal de material específico (latón B16 o acero inoxidable 303) con una mirilla transparente. Se proporcionará una tapa y una válvula de purga para purgar el aire que pueda quedar atrapado dentro del bonete de la válvula principal y la tapa del vástago.

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015

La válvula de control de flujo y antirretorno deberá ser homologada y/o certificada: NSF/ANSI 372

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

### Válvulas de Flujo o Paso Anular

Se usará como guía para la fabricación de las válvulas de flujo o paso anular la norma ISO 5208 o su equivalente.

Estas válvulas serán utilizadas como órganos de regulación de caudal mediante la disipación de la energía en puntos intermedios o derivaciones y además de altitud para la entrada a tanques de almacenamiento.

Las válvulas de paso anular son también denominadas como de compuerta de émbolo cilíndrico. Estarán provistas de un obturador interior en forma de émbolo que se mueve axialmente (en la misma dirección del agua) y perpendicularmente al asiento, para dejar un paso anular al agua en cualquier posición. El diseño del sistema obturador debe ser tal que pueda desplazarse el émbolo sin problemas ante una posible incrustación de sólidos en el órgano disipador.

El Contratista deberá suministrar a la CAASD., para su aprobación las características garantizadas que cumplen las válvulas, tales como:

Diámetro Nominal en mm.

Presión Nominal en MPa (BAR).

Presión de prueba en MPa (BAR).

Gráfico de la curva del coeficiente de pérdida de carga contra porcentaje de apertura.

Gráfico de la curva de factor de caudal Kv contra porcentaje de apertura.

Fabricante.

País.

Normas de fabricación de la válvula y las bridas.

Materiales, indicando la norma, con que se van a fabricar las distintas partes:

Cuerpo

Émbolo

Eje cigüeñal

Biela

Asiento

Otros

Dimensiones completas y pesos de la válvula y accesorios.

El cuerpo de la válvula debe ser de hierro fundido dúctil de acuerdo con la norma ISO 1083 o su equivalente. La forma del émbolo y del cilindro que lo contiene debe ser hidrodinámica, de modo que garanticen una mínima pérdida de presión y ausencia de cavitación. El émbolo de cierre constará de un cuerpo cilíndrico con cono de cierre y anillo hermetizante perfilado, de goma o caucho natural, que garantice la estanqueidad del cierre en ambas direcciones de flujo.

El conjunto se desplazará en un sistema de guía con el fin de evitar movimientos laterales del émbolo que pudieran originar un incremento de las fuerzas de accionamiento o un bloqueo del mecanismo de cierre. El cuerpo del émbolo y el cono de cierre tendrán superficies de contacto de acero inoxidable. El anillo de asiento será en acero inoxidable.

Las partes exteriores del mecanismo de operación serán de hierro fundido dúctil o fundición gris.

Los engranajes estarán colocados dentro de una caja protectora blindada al cuerpo de la válvula, de modo que desde el interior no pueda penetrar el agua. Las partes interiores tales como eje, pernos, cojinetes, etc. Serán de acero inoxidable; los bujes de soporte serán de bronce.

Todas las válvulas tendrán revestimiento protector interior y exterior de epoxy con un espesor mínimo de 250 micras. Las uniones serán del tipo brida y de conformidad con los requisitos de la norma ISO 7005-2 o su equivalente. En el exterior, e integrado con el cuerpo de la válvula, deberán estar grabados claramente la marca, el diámetro, la presión de trabajo garantizada, el número de la válvula y una flecha indicadora de la dirección del flujo.

Las válvulas se someterán a pruebas de operación preliminar y aceptación final, las cuales serán programadas, dirigidas y ejecutadas por personal de la CAASD con representantes del Contratista si fuere necesario.

#### Válvulas Mariposa:

En general, se tomará como guía para la fabricación de las válvulas, la norma EN 1074, o equivalente.

Las válvulas serán diseñadas para soportar presión de trabajo por ambos lados simultáneamente o por un solo lado. Deberán garantizar completa hermeticidad cuando estén cerradas y mínima pérdida de carga con la válvula completamente abierta, y estarán provistas de mecanismos que garanticen operación fácil y suave en forma manual por un solo hombre.

El cierre será dextrógiro, es decir, que la válvula cerrará cuando la rueda de manejo o la tuerca de operación (según se especifique) giren en el sentido de las manecillas del reloj. Estarán provistas de indicador de apertura y de topes que impidan que el mecanismo de

cierre continúe avanzando cuando la válvula esté completamente abierta o cerrada.

Las uniones serán del tipo brida y cumplirán con los requisitos de la norma ISO 7005-2 o su equivalente, en las presiones nominales 10, 16 y 25, según se indique en el formulario de precios o en los planos.

El Contratista deberá suministrar a la CAASD, para su aprobación, las características garantizadas que cumplen las válvulas:

Diámetro Nominal en mm.

Presión Nominal en MPa (Bar).

Presión de prueba en MPa (Bar).

Gráfico de la curva del coeficiente de pérdida de carga contra porcentaje de apertura.

Gráfico de la curva de factor de caudal Kv contra porcentaje de apertura.

Fabricante.

País.

Normas de fabricación de la válvula y las bridas.

El cuerpo de la válvula será corto y de hierro fundido dúctil y en sus extremos estará provisto de las dos bridas de conexión. El asiento del cuerpo será de acero inoxidable, de tal forma que se garantice la resistencia a la corrosión y al desgaste.

Se indicará los materiales y la norma con que se van a fabricar las distintas partes las válvulas:

Cuerpo

Disco

Eje

Asiento

Otros

Se deberá suministrar información del fabricante sobre las dimensiones completas y pesos de la válvula y accesorios

Diametralmente opuesto tendrá dos bujes metálicos para apoyar los extremos del eje. El disco de cierre será diseñado para oponer

resistencia mínima al paso del fluido; llevará encajado en una ranura circunferencial un anillo de estanquidad de EPDM, que pueda ser intercambiable sin necesidad de desmontar el disco de la válvula. El disco será de hierro fundido dúctil o un material de mejor calidad.

En los extremos del eje se colocarán anillos de goma presionados, que actuarán como elementos de sello para evitar fugas. Los ejes serán horizontales y estarán unidos al disco de mariposa por medio de pernos, estarán convenientemente engrasados para operación suave, sin fricción ni desgaste. Los ejes serán de acero inoxidable al igual que la tornillería interior que está en contacto con el agua. El mecanismo de operación estará ubicado en una caja sellada a prueba de agua.

En los planos o formularios de precio se especificará el tipo de válvula mariposa según la posición del disco (sin excentricidad, excéntrico o doble excentricidad).

#### *1.12.8.5 Hidrantes*

Los hidrantes que se coloquen en el sistema se ceñirán a lo especificado en las normas vigentes de la CAASD para el diseño de redes de distribución acueducto, complementado con lo que se describe a continuación.

Los hidrantes serán de 100 mm (4") de diámetro, tipo pedestal y cumplirán las especificaciones ASTM A 126 CL B, D 2000, 147 8A, B 62 y EN 1563 para una presión nominal de trabajo de 1,06 MPa (150 psi) y presión de prueba de 2,12 MPa (300 psi).

Todos los hidrantes llevarán una válvula auxiliar de compuerta, la cual cumplirá con lo establecido en estas especificaciones, y se instalará sobre la tubería de hierro fundido dúctil que conecta la red de distribución con el hidrante. Esta tubería de hierro fundido dúctil se ceñirá a las normas establecidas en las especificaciones y su diámetro será igual al del hidrante. Esta válvula, al igual que las menores de 12", será de compuerta en la red de distribución y se les colocarán cajas telescópicas.

Se instalarán alejados de obstáculos que impidan su correcto uso en caso de incendio y que al ser utilizados como descargas no ocasionen problemas a los vecinos. La base del hidrante se asegurará con un anclaje de hormigón.

Los hidrantes serán protegidos exterior e interiormente por una pintura epoxy de 150 micras y por una capa de poliuretano del color correspondiente de 40 micras según las normas ISO vigentes. La parte superior del hidrante se pintará, de acuerdo con su descarga y siguiendo las normas internacionales, así:

Rojo Descargas hasta 32 lts/s  
Amarillo Descargas entre 32 y 63 lts/s  
Verde Descargas mayores de 63 lts/s

Los hidrantes llevarán grabados en relieve los siguientes datos: marca, diámetro y presión de trabajo.

#### *1.12.8.5 Caudalímetros Electromagnéticos de Inserción*

Los caudalímetros electromagnéticos de inserción para instalación con tubería en servicio, diseñados para su uso con líquidos conductores en tuberías. Se utilizarán sensores de acero inoxidable con el fin de permitir que el medidor se adapte a un rango de temperatura, presión y ambientes corrosivos.

El medidor será un modelo para instalación en tubería sin interrupción del servicio, se pueden reinstalar o reparar sin cerrar la línea, por medio de una válvula de aislamiento de puerto completo de 2" que viene con un niple para la instalación en la conexión de la tubería; inclusive una válvula de bola de acero inoxidable 316 componente propio del medidor.

El medidor será adecuado para aplicaciones difíciles con cambios viscosidades y flujos pulsantes. No debe contener partes móviles, estos medidores podrán usarse en aplicaciones de "agua sucia".

Sera a prueba de inmersión min. 1.0 m

El sistema contendrá una salida analógica y visualización de tasa y total, los módulos electrónicos se pueden montar en la pared o en el medidor.

El medidor tendrá una salida para ser utilizada con un controlador programable, la señal de salida se puede alimentar directamente, sin necesidad de ningún otro acondicionamiento.

Se deberán incluir todos los accesorios de conexión necesarios para instalación en tuberías de 12" y 16" de acero al carbón.

#### Características

Pantalla colectora digital, incluye fuente dual 115 VAC / 12 - 24 VDC (alimentación a 115V)

Potencia máxima potencia: 12-24 V CC, 250 mA

#### Materiales

Carcasa Aluminio fundido con recubrimiento de polvo

Cuerpo del sensor Acero inoxidable 316

Junta tórica EPDM

Electrodos Hastelloy

Casquillo de electrodo PVDF

Presión máxima 200 psi (14 bar)

Temperatura Ambiente 0° a 160° F (-17° a 72° C)

Temperatura Fluido 32° a 200° F (0° a 93° C)

Conductividad mínima 20 microSiemens / cm

Velocidad de flujo de 0,28 a 20 pies / seg (0,08 a 6,09 m / seg)

Precisión  $\pm 1\%$  de la escala completa

Visualización: rango automático de 5 dígitos, totalizador rango de 8 unidades, unidades: galones / segundo / minuto / hora / día, litro / segundo / minuto / hora / día, pies cúbicos / segundo / minuto / hora / día, metros cúbico / segundo / minuto / hora / día, mega litros / día, millones de galones / día, onzas líquidas / segundo / minuto / hora / día, barriles / segundo / minuto / hora / día

Salida de pulsos 1 y 2: salida de pulsos escalada, salida de alarma alta o salida de alarma baja,

Poder del lazo de 4-20 mA,

Rango P: 0.1 - 99999.9 unidades / pulso, entrada 5V pulso o cierre de contacto.

Rango de entrada 0.752 - 2000 Hz,

Salida Pulso de onda cuadrada, opto aislado, 500 Hz a 20 pies / seg.

Software de detección de tuberías vacías, predeterminado en flujo cero

Cubierta NEMA 4X, IP67.

El medidor electromagnético debe contener certificación ANSI / NSF Standard 61 y NSF 372.

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015  
Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### 1.12.8.6 *Bombas Sumergibles*

Las bombas multietapas sumergibles se utilizarán principalmente para bombear agua cruda desde el subsuelo y tendrá la opción de instalarse horizontalmente, por ejemplo, en un tanque. Las bombas se instalarán en perforaciones o pozos, sumergidas por debajo del nivel del agua.

Los bombas tendrán una válvula check integrada en acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304).

Todos los materiales de los componentes de la bomba serán de acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304), exceptuando los siguiente componentes:

Arandela espaciadora para anillo de tope: Carbón/Grafito / PTFE

Eje de la bomba: Acero inoxidable 431

Asiendo de la válvula check: SUS304+NBR

Collar: SUS304+NBR

Cojinete: NBR

Junta tórica: NBR

La capacidad nominal del motor debe tener un tamaño tal que no se cargue más allá de la capacidad nominal de la placa de identificación en ningún punto a lo largo de la curva característica de la bomba. No se aceptará el uso del factor de servicio del motor. Imprescindible la entrega de las curvas, punto de funcionamiento en la oferta.

Las bombas de 4", 6" y 8" serán adecuadas para suministro de agua potable y deberá ser homologada y/o certificada: NSF/ANSI 372

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### 1.12.8.6 *Motores Sumergibles*

Motor sumergible de acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304). Las conexiones y los ejes de los motores de están diseñados según las normas NEMA.

Todos los motores llevaran un robusto cojinete de empuje, que también funciona como cojinete de empuje axial, lo que significa un funcionamiento fiable.

Para motores de 6" y mayores serán rebobinables.

Los bobinas del estator están hechos de un cable estanco especial de cobre electrolítico puro, revestido con un material termoplástico especial, no higroscópico. Las características de alta resistencia dieléctrica de este material permiten el contacto directo entre los bobinados y el líquido para una refrigeración eficaz de los bobinados. La camisa, tapa superior e inferior del motor será de acero inoxidable según DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304).

Debe contener placa de identificación, conteniendo:

Tipo

Código

Datos del motor

Marca de homologación

País de origen

El margen de tensión necesario para los motores sumergibles medido en los terminales del motor es  $-8\%/+5\%$  de la tensión nominal durante el funcionamiento continuo (incluyendo variaciones de la tensión de alimentación y pérdidas en los cables).

Los motores deberán funcionar a temperaturas del líquido hasta  $50^{\circ}\text{C}$ .

Los motores tendrán conexiones según la norma NEMA.

Resistente para líquido de bombeo con arena.

El motor se podrá instalar horizontalmente

Cuando se especifique las camisas de enfriamiento serán fabricadas por el mismo fabricantes del motor y serán de acero inoxidable SS304.

Todos los motores de 15 HP y mayores tendrán una entrada para sensor de temperatura PT100/1000 y serán equipados con un sensor

de temperatura, que incorpora una resistencia NTC capaz de detectar la temperatura, se convierte en una señal de alta frecuencia que se envía a través de un cable sumergible y se conecta mediante el sistema de control y telemetría.

Todos los motores serán homologados: NSF/ANSI 372

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### *1.12.8.7 Accesorios*

Se consideran como accesorios todos los elementos necesarios para completar la red de acueducto, tales como: T's, codos, cruces, Y's, reducciones, tapones, válvulas, hidrantes y uniones de construcción, reparación y transición; acordes con las normas y especificaciones internacionales o nacionales para cada tipo de accesorio.

Los accesorios deben ser anclados adecuadamente al terreno mediante bloques de concreto, los cuales deben tener la resistencia especificada para el momento en que se realice el empalme o entren en servicio las redes. Aquellos accesorios que se instalen en el momento del empalme deben ser anclados provisionalmente al terreno mediante elementos metálicos como rieles o tubos en acero hincados en el suelo o soportados sobre anclajes de concreto primario, vaciado con la debida anticipación.

#### *1.12.8.8 Registros Para Válvulas.*

Cuando se trate de válvulas de compuertas instaladas en redes de distribución, los registros se construirán de acuerdo con el Esquema utilizados por la CAASD o indicados por el Ingeniero Supervisor, los cuales serán ubicados en los sitios indicados en los planos para instalar estas válvulas. El concreto empleado en su construcción tendrá una resistencia a la compresión de 21 MPa (210 Kg/cm<sup>2</sup>).

Los registros de válvulas en conducciones y de las reguladoras de presión se construirán con la forma, características y dimensiones mostradas en los planos, utilizando los concretos y aceros especificados en los mismos y observando en su ejecución lo establecido en las normas y especificaciones.

#### *1.12.8.9 Acometidas De Acueducto*

##### Generalidades

Se entiende por acometida de acueducto la derivación de la red local o de distribución que llega hasta el registro de corte (llave de acera: que es la llave que se encuentra antes del medidor) en el inmueble.

La acometida, dependiendo del diámetro del medidor, tendrá los elementos que se determinan en los esquemas, donde se indican además los modelos de instalaciones típicas.

La ejecución de la acometida consta de los siguientes pasos:

- Corte de pavimento (en caso de que exista).
- Demolición y retiro del andén.
- Excavación de la zanja para la colocación de la tubería.
- Excavación del nicho sobre la tubería principal o de distribución.
- Perforación de la tubería de distribución.
- Extensión o colocación de la tubería y protección con una capa de arenilla.
- Colocación del collar de derivación (si se requiere).
- Colocación de las llaves de incorporación (si se requiere), acera y contención.
- Construcción de la caja y colocación de la tapa.
- Empalme de la tubería extendida al medidor y del medidor a la tubería interna del suscriptor.
- En el caso de las acometidas nuevas, el empalme al suscriptor se hará cuando la distancia entre el medidor y la tubería del inmueble sea menor de 1,50 m.; cuando sea mayor se dejará un niple de 0,40 m., de tal forma que el medidor quede asegurado dentro de la caja. En el caso de cambios de

acometida, se debe dejar la vivienda con el servicio normal de acueducto.

- Reparación del andén.
- Bacheo de pavimento (si se requiere)
- Limpieza general: esta labor se va efectuando durante el avance de todas las actividades (recogida y botada de escombros).

#### 1.12.8.10 Tubería de la acometida

La tubería se colocará sobre una base uniforme de material adecuado, para evitar futuros asentamientos desiguales del terreno que le produzcan esfuerzos excesivos, y a una profundidad no inferior a 0,60 m con relación al pavimento terminado.

La siguiente tabla indica la perforación máxima admisible para los diferentes diámetros y materiales de la red de distribución:

TABLA No. 1

Diámetro máximo de la acometida

Diámetro de la tubería principal (red de distribución)	Diámetro máximo de la acometida
75 mm (3")	38 mm (1 1/2")
100 mm (4")	50 mm (2")
150 mm (6")	75 mm (3")
200 mm (8") y 250 mm (10")	100 mm (4")
300 mm y mayores	150 mm (6")

Derivación de la red principal a la acometida.

a.- Tuberías de distribución de acero, hierro dúctil, con espesor de pared de 6,4 mm (1/4") o mayor:

Se perfora la tubería y se instala la llave de incorporación con extremo roscado, sin necesidad de usar collar de derivación para acometidas hasta de diámetro 50 mm (2").

Para acometidas con diámetros mayores se intercalará una "T" ensamblada como se indica en los esquemas.

b.- Tuberías de distribución de acero, hierro dúctil o fundición gris con espesor de pared menor de 1/4" (6 mm).

Se perfora la tubería de distribución según el diámetro de la acometida y se instala un galápago o collar de derivación de uno de los siguientes tipos:

Collares de derivación de hierro nodular o dúctil: el material cumplirá la norma ASTM A 536 clase 65 - 45 - 12 y será de tal forma que pueda ser instalado en tuberías de acero, hierro dúctil, fundición gris o PVC. Constará de 2 o 3 módulos o secciones con forma de cinta o correa cuyo ancho será mínimo de 40 mm, y el diámetro interior del collar será igual al diámetro exterior de la tubería sobre la cual se instala, y la derivación igual al diámetro de la acometida.

Tendrá una resistencia a la tracción de 415 MPa (60.000 psi), punto de fluencia de 275 MPa (40.000 psi), elongación del 18%, buena resistencia al impacto y a la corrosión. El sello se hará mediante un anillo de caucho-nitrilo prefijado al cuerpo metálico del collar. Para mejorar la resistencia a la corrosión; el collar será recubierto con una pintura de caucho clorado con un espesor mínimo de 25 micras. Los tornillos de ajuste de las secciones serán de acero inoxidable, y las roscas de la derivación cumplirán las normas American National Standard Taper Pipe Threads, tipo NPT con 14 hilos por pulgada para las derivaciones de 13 y 25 mm y con 11,5 hilos por pulgada para derivaciones de 38 y 50 mm.

Collares de derivación de polipropileno: serán de tal forma que puedan ser instalados en tuberías de acero, hierro dúctil, fundición gris o PVC. El diámetro interior del collar será igual al diámetro exterior de la tubería sobre la cual se instala, y la derivación igual al diámetro de la acometida. La tapa y la base serán fabricadas en polipropileno, el "o" ring será de neopreno o en PVC, y los tornillos y tuercas serán de acero inoxidable, o combinación de nylon y fibra de

vidrio en color negro. Los tornillos aceptarán un torque de 5 lb/ft, y resistirá una presión hidrostática de trabajo de 1,75 MPa (250 psi) con ausencia de fugas. Las paredes internas del collar tendrán estrías que permitan una mejor adherencia con las tuberías.

Si no se encuentran comercialmente los collares anteriormente mencionados, se procederá así: en tubería de acero, se perfora y se le suelda un niple de acero, de diámetro igual al de la acometida. En tubería de otros materiales, se instala una "T" fabricada en el material correspondiente a la tubería y en caso de no conseguirse en el mercado se colocará una "T" de acero.

### c. Accesorios de la acometida

c.1 Llave de incorporación. Para acometidas de diámetro hasta de 50 mm (2") la llave será de paso libre, del tipo esférica, y llevará marcados claramente, en relieve en el cuerpo, la marca, diámetro y presión de trabajo. El cuerpo será de aleación de cobre donde el porcentaje correspondiente al cobre será mínimo del 85 % (Norma ASTM B 62), y el resto en otros elementos como zinc, plomo, estaño, hierro y aluminio en una escala descendente de porcentajes.

El eje de la esfera será de acero inoxidable o de bronce con revestimiento de cromo; en los orificios de entrada y salida habrá empaques circulares de caucho sintético, NBR o similar. El extremo superior del eje no tendrá rueda de manejo, pero será maquinado de modo que pueda ser operado por medio de una llave portátil. El extremo por donde entra el agua tendrá rosca externa NPT y en el extremo de salida tendrá acople para tubería de cobre, o rosca interna NPT. La presión de trabajo será de 1,05 MPa (150 psi) y la de prueba en fábrica de 1,75 MPa (250 psi).

En las acometidas de diámetro 63 mm (2 1/2") y mayores se utilizará como llave de incorporación una válvula de compuerta de acuerdo con la especificación. En estos casos, a las válvulas de diámetro mayor o igual a 75 mm (3") se les construirán registros según se especifique, las cuales en la lámina exterior llevarán grabadas en bajo relieve y pintadas las letras V-Ac para identificarlas como válvulas de acometida.

c.2 Llave de Corte o Acera (antes del contador). Para acometidas de diámetro hasta de 50 mm (2") la llave de corte será de paso libre, del tipo esférica y llevará marcados claramente, en relieve en el cuerpo, la marca, diámetro y presión de trabajo. El cuerpo será de aleación de cobre donde el porcentaje correspondiente al cobre será mínimo del 85% (norma ASTM B 62), y el resto en otros elementos como zinc, plomo, estaño, hierro y aluminio en una escala descendente de porcentajes.

El eje del cilindro cónico será de varilla de latón maquinado de acuerdo con la norma ASTM B16; el cilindro cónico será de acero inoxidable o bronce.

El extremo superior del eje no tendrá rueda de manejo, pero será maquinado de modo que pueda ser operado por medio de una llave portátil. Los extremos de entrada y salida del agua tendrán rosca interna NPT, o rosca interna NPT a la salida y rosca externa con racor para conexión a tubería de cobre a la entrada. La presión de trabajo será de 1,05 MPa (150 psi) y la de prueba en fábrica de 1,75 MPa (250 psi).

En las acometidas de diámetro de 63 mm (2 1/2") y mayores se utilizará como llave de corte una válvula de compuerta bridada de acuerdo con la especificación.

c.3 Filtro en Y para acometidas. El filtro deberá llevar la marca, diámetro, dirección de flujo y presión de trabajo. Será de unión roscada para diámetros hasta de 50 mm (2") y unión brida para diámetros mayores de 50 mm (2").

Para diámetros hasta 50 mm (2") el filtro constará de un cuerpo de aleación de cobre ASTM B- 62, AWWA C500 grado D o E, con los extremos de rosca interior NPT. Será en forma de "Y" con la derivación en el sentido de flujo del agua; en el interior estará la rejilla de forma cilíndrica, de lámina perforada o de malla de alambre de acero inoxidable AISI tipo 302 calibre 28, o de aleación de cobre ASTM B-26 con agujeros de diámetro 1,19 mm (3/64").

Para diámetros de 63 mm (2 1/2") a 150 mm (6") el cuerpo será de hierro fundido ASTM A 126 clase B o hierro dúctil ASTM A 536 o

ASTM A 395 con protección de pintura anticorrosiva y epóxica no venenosa y extremos con bridas ANSI B 11.1 clase 125; la rejilla será de acero inoxidable AISI tipo 302 o similar calibre 24 o de aleación de cobre ASTM B 62 calibre 22 con agujeros de 1,58 mm (1/16"). Para diámetros mayores a 150 mm (6") la "Y" será de hierro dúctil ASTM A 536 o ASTM A 395 con protección de pintura anticorrosiva y pintura epóxica no venenosa, o de acero ASTM A 216 grado WCB galvanizado, con extremos de bridas ANSI B 11.1 clase 125 o ANSI B 11.5 clase 150, con rejilla de acero inoxidable calibre 22 o de bronce calibre 20 y agujeros de 3.18 mm (1/8").

La rejilla será de forma cilíndrica y estará colocada en la derivación de la "Y" de tal forma que el agua entre en dirección axial a la rejilla y salga en dirección radial; el extremo de la derivación tendrá un tapón roscado para diámetro hasta 50 mm (2"), o una brida pernada para diámetros mayores a 50 mm (2") del mismo material del cuerpo, fácilmente desmontable de modo que se pueda retirar la rejilla para efectos de limpieza y mantenimiento. El cuerpo y la rejilla deberán estar diseñados para una presión de trabajo de 1,05 MPa (150 psi) y serán probados a una presión de prueba en fábrica de 1,75 MPa (250 psi).

c.4 Unión de desmontaje para acometidas. La unión de desmontaje está conformada por cuerpo cilíndrico o camisa, un juego de empaquetadura y dos aros roscados o dos bridas unidas por pernos. La unión completa deberá estar protegida interior y exteriormente con dos capas de pintura anticorrosiva no venenosa y dos capas de pintura epóxica o caucho clorado. Los empaques serán de caucho sintético NBR, EPDM o similar con dureza mínima de 50 grados en la escala shore A y resistencia mínima a la compresión de 21 MPa (3000 psi). Los pernos, las tuercas y arandelas serán de acero inoxidable AISI 410, ASTM A193, ASTM A194 u otra similar. Los pernos serán de cabeza redonda o hexagonal, pero la base será cuadrada e irá insertada en los orificios de las bridas, de tal modo que al apretar las tuercas el tornillo no gire.

Las bridas y el cuerpo deberán ser fabricados con lámina de acero ASTM A53 grado A o B, hierro fundido gris ASTM A126 o hierro dúctil ASTM A531.

La unión será aplicable a tubería de cobre, acero, galvanizada y en diámetros de tubería 25 mm (1") hasta 150 mm (6"). La presión de trabajo de la unión será de 1,05 MPa (150 psi) y la presión de prueba será de 1,75 MPa (250 psi).

Otros tipos de uniones de desmontaje serán evaluadas y podrán ser colocadas con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

c.5 Válvula de retención. Las válvulas de retención deberán cumplir con las especificaciones de la norma AWWA C-508.

Las válvulas deben permitir el paso de fluido solamente en una dirección y se cierran automáticamente cuando el fluido intenta retroceder. La apertura de la válvula se realiza por la presión dinámica del fluido.

Las válvulas tienen asiento plano, sello bronce - bronce con inclinación de 45°.

Tendrán extremos con rosca interna NPT para diámetros hasta de 50 mm (2") y extremos bridados para diámetros de 63 mm (2 1/2") y mayores con bridas ANSI B 11.1 clase 125. La presión de trabajo será de 1,05 MPa (150 psi) y la de prueba en fábrica de 1,75 MPa (250 psi).

Deberán llevar la marca, diámetro, dirección del flujo y presión de trabajo.

d. Requisitos para Instalación de Acometidas

Serán realizadas por personas o entidades inscritas ante la CAASD. No se admitirán dos o más acometidas para una vivienda, ni interconexión de tuberías interiores de propiedades diferentes.

No necesariamente el diámetro de la tubería de la acometida tiene que ser igual al diámetro del medidor, pero todos los accesorios de la llave de acera en adelante tendrán el mismo diámetro del medidor. El cambio de diámetro entre la tubería y los accesorios quedará en la caja.

Ninguna tubería acometida, empalmada al sistema de la CAASD puede conectarse con otro sistema de red de acueducto.

Las acometidas, en general, están sujetas al reglamento de suscriptores de la CAASD.

#### *1.12.8.11 Ejecución Del Trabajo*

##### Introducción

La tubería de acueducto no podrá ir en la misma brecha de la de alcantarillado. La mínima distancia horizontal libre será: entre aguas residuales y acueducto 1,50 m; entre aguas lluvias y acueducto 1,00 m. La tubería de acueducto se instalará respetando los alineamientos propuestos en la especificación y a un nivel más alto que la de alcantarillado, con una distancia vertical libre de 0,30 m como mínimo.

La profundidad de instalación de la tubería de acueducto será la establecida en los planos; para casos especiales lo determinará el Ingeniero Supervisor.

##### Colocación de las Tuberías y Accesorios

Antes de iniciar la colocación, los tubos y sus accesorios serán limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto exterior como interiormente.

Siempre que se suspenda la colocación de tubería, las bocas de los tubos se sellarán con tapones metálicos o del material de la tubería. En cualquiera de los casos dichos tapones serán reutilizables y su costo estará incluido en el valor unitario de la partida "Instalación de tuberías".

Deben tomarse todas las precauciones para evitar la entrada de agua en la zanja y que se presente la flotación de los tubos.

El lleno de la zanja se hará inmediatamente después de colocada y aceptada la tubería por parte del Ingeniero Supervisor en cuanto a su

alineamiento, para proceder en su momento a la prueba hidrostática de acuerdo con lo establecido en esta especificación.

Los daños ocasionados al recubrimiento de las tuberías durante su instalación, deben corregirse antes de proceder al lleno de la zanja y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Al mover los tubos y demás accesorios, el Contratista tomará las precauciones para evitar su maltrato o deterioro, para lo cual dispondrá de personal experimentado y en número suficiente para la movilización, cargue y descargue y demás operaciones con la tubería en la plaza de almacenamiento. El manejo de los tubos se efectuará siempre con equipos de la capacidad adecuada para transportar, subir y bajar los mismos en forma controlada. Durante todas las operaciones de transporte, los tubos se asegurarán y soportarán adecuadamente. No se permitirá arrastrarlos o rodarlos. Cuando un tubo se vaya a alzar por medio de gatos mecánicos, se colocarán placas protectoras entre éste y los gatos.

Pueden moverse los tubos en dirección transversal sobre cuadros de madera con aristas redondeadas.

Cuando las tuberías sean suministradas por la CAASD su instalación se hará conforme a los detalles indicados en los planos que entregue la Empresa. En el caso de que el Contratista suministre las tuberías, su instalación se hará de acuerdo con los planos y detalles que él mismo elabore de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En este último caso cualquier error que se presente en la instalación y los costos que conlleve su reparación será responsabilidad del Contratista.

No podrá hacerse ningún cambio de alineamiento o pendiente, sin la autorización expresa y por escrito del Ingeniero Supervisor.

Las tuberías con uniones mecánicas se instalarán en alineamientos rectos, es decir sin deflectar los tubos en sus puntos de acople, utilizando los codos en los sitios para cambio de dirección.

Solo se admitirán las deflexiones indicadas en los planos o autorizadas por el Ingeniero Supervisor.

### Cimentación de las Tuberías

Los tubos se colocarán directamente sobre el fondo de las zanjas cuando el terreno y el tipo de tubería así lo permitan; en caso contrario se extenderá la tubería sobre un entresuelo de arena o de material granular bien graduado y compacto según se especifica en los documentos del proyecto y en los planos.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentren piedras, hay que profundizar la zanja por lo menos 0,10 m más. Esta excavación adicional se llena con una capa de arena, cascajo fino o limo apisonado. En terrenos empinados esta capa debe protegerse del arrastre por medio de traviesas de madera o de otro material adecuado.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente y en el lugar donde se colocará la campana se excavará un nicho para que el tubo quede apoyado en toda su longitud sobre el terreno.

Adicionalmente, se deberán seguir todas las recomendaciones del fabricante para la colocación de la tubería.

### Suministro, transporte e instalación de tuberías y accesorios

El Contratista efectuará bajo su responsabilidad el suministro, transporte, descargue, almacenamiento, acarreos dentro de la obra y colocación de las diferentes tuberías o accesorios indicados en el formulario de cantidades de obra, incluyendo el lubricante y los empaques de caucho cuando se requieran para su correcta instalación.

### Prueba de presión hidrostática

La prueba de presión hidrostática se hará en todas las redes que se instalen o donde lo indique el Ingeniero Supervisor, ejecutándose antes de hacer los empalmes a las redes existentes. Se realizará en tramos con una longitud máxima de 500 metros de tubería instalada, pero en el tramo en prueba la diferencia de presión entre el punto más bajo y el más alto no excederá del 50% de la presión de prueba del tramo. Durante esta prueba de presión deben tomarse precauciones de seguridad para proteger al personal y a la propiedad

en caso de fallar la tubería. Las precauciones dependerán de la naturaleza de los materiales de la tubería, el diseño del sistema, el contenido volumétrico y la presión, ubicación y duración de la prueba.

La prueba de presión se hará con agua limpia suministrada por el Contratista.

Se utilizarán los equipos y accesorios adecuados para esta clase de labor, como motobomba, manómetros, tapones con los elementos necesarios para toma de presión, evacuación del aire, aseguramientos provisionales y demás que garanticen la efectividad de la prueba.

**Precauciones al efectuar la prueba hidrostática**

La tubería debe estar adecuadamente anclada para impedir el movimiento.

La prueba no debe iniciarse hasta que los bloques de empuje o anclajes (de concreto) estén “curados” y/o debidamente soportados para resistir las fuerzas de empuje ocasionadas por las presiones de la prueba.

La tubería debe ser llenada lentamente, evitando crear una oleada o una trampa de aire. Toda trampa de aire debe ser liberada. El sistema debe incluir salidas apropiadas de aire en los extremos o tapones provisionales.

El agua de prueba tendrá una temperatura ambiente.

**Procedimiento para la prueba hidrostática**

Durante el proceso de instalación de la tubería se recomienda dejar identificadas las uniones y demás puntos donde se puedan presentar fugas. El Ingeniero Supervisor determinará cuales uniones y acoplamientos deben permanecer expuestos, para facilitar la inspección de la prueba.

En los extremos y derivaciones del tramo que va a ser inspeccionado, se colocarán tapones debidamente asegurados antes

de iniciar la prueba, los cuales deben ser fácilmente desmontables para poder continuar con la instalación de la tubería.

Para un mejor manejo de la información se definen los siguientes términos:

Pd: Es la presión de trabajo de diseño del sistema.

Pn: Es la presión nominal para la cual fueron fabricadas las tuberías o los accesorios de un sistema.

Pp: Es la presión con la cual se va a probar un tramo.

Una vez evacuado el aire y llenada lentamente la tubería, ésta se presurizará hasta alcanzar una presión de prueba (Pp) equivalente al 150% de la presión trabajo de diseño del sistema (Pd) medida en el punto más elevado, sin sobrepasar el 200% de la misma en el punto más bajo, durante un tiempo no inferior a dos horas y manteniéndose constante la presión durante toda la prueba.

Nunca la presión de prueba (Pp) excederá del 150% de la presión nominal (Pn) de cualquiera de los elementos del tramo en prueba, ya sea de la tubería o de los accesorios.

En la utilización de sistemas de presurización en los cuales no se presenta compensación del volumen de agua que se pierde durante la prueba, se considerará satisfactorio cuando durante el tiempo de la prueba el manómetro no indique un descenso superior a la raíz cuadrada de Pp quintos  $\sqrt{Pp} / 5$ , midiendo la presión en kg/cm<sup>2</sup>.

Cuando se utilicen sistemas en cuales los equipos mantienen la presión constante en bajos consumos, o sea compensando el volumen permitido de agua que se puede perder en la prueba, se utilizará el método de cuantificar el goteo aceptable de las uniones aplicando la siguiente fórmula:

$$Qg = N * D * \sqrt{Pp} / 7400$$

Donde:

$Q_g$  = Cantidad de agua que se permite perder en la prueba durante una hora, en galones.

$N$  = Número de uniones en la longitud de la tubería en prueba.

$D$  = Diámetro nominal de la tubería, en pulgadas.

$P_p$  = Presión de prueba, en psi.

El Contratista presentará al Ingeniero Supervisor, para su aprobación, el método o sistema que empleará en la prueba de presión hidrostática.

Todos los escapes que despresuricen el tramo en prueba serán reparados por cuenta del Contratista. La línea deberá ser recargada y chequeada de nuevo siguiendo el mismo procedimiento.

Una vez terminada la prueba, el Contratista adecuará el sistema para descargar las redes de forma tal que no ocasione daños ni impactos en la obra.

Todos los costos por equipos, materiales y mano de obra que conlleven la ejecución de esta prueba deben ser considerados dentro de la partida "Instalación de tuberías".

#### Reparación de las Tuberías

El Contratista efectuará las reparaciones a los tubos que fueron afectados durante el transporte y manejo, siguiendo las instrucciones del fabricante o sometiendo a la aprobación del Ingeniero Supervisor el método que se propone utilizar.

#### *1.12.8.12 Instalación de tuberías para acueducto con equipo perforador subterráneo*

Este sistema de trabajo se empleará cuando se indique en los planos o los señale el Ingeniero Supervisor, para evitar el daño en vías de

mucho tráfico o de muy buenas especificaciones, y en otros casos en que se estime conveniente.

Para adelantar estos trabajos se harán los nichos necesarios para colocar los equipos de perforación y para hacer los empalmes, causando el menor daño posible a la vía. Se debe tener precaución para no interferir con las redes de otros servicios como energía, teléfonos, gas, acueducto y alcantarillado.

Queda a criterio del Contratista la clase de equipo (eléctrico o neumático) que utilizará, siempre y cuando se ajuste a unos rendimientos normales de trabajo.

En caso de que se realice este tipo de trabajo, se acordará un precio cuya unidad de medida para el suministro, transporte e instalación por parte del Contratista, será el metro (m) real de tubería colocada, es decir, sin incluir los accesorios instalados que se pagarán a los precios indicados en la lista de cantidades y precios.

El precio unitario incluirá la tubería propiamente dicha con sus respectivos empaques, los cargues, transportes, descargues, almacenamiento, manipuleo, cortada, biselada en ambos extremos en los casos en que este trabajo aplique, la instalación, la desinfección, la prueba de presión hidrostática, los equipos, mano de obra, herramientas y en general todos los costos directos e indirectos necesarios para ejecutar la actividad.

El pago de la tubería sólo se hará cuando se haya realizado la instalación de la misma con sus accesorios, la colocación y compactación de los llenos y el afirmado y la aceptación de la prueba de presión hidrostática cuando se exija.

#### **1.12.9 TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (GRP)**

### 1.12.9.1 Alcance

#### Normas

Las tuberías de fibra de vidrio serán fabricadas de conformidad con la Norma Internacional AWWA C950-95.

Las normas nacionales e internacionales para los materiales y procedimientos de fabricación que se mencionen en este Volumen formarán parte de estas Especificaciones en cuanto se refiere a las estipulaciones técnicas de dichas normas y se aplicará su última edición a menos que específicamente se indique algo diferente.

Cuando no se haga referencia a alguna norma específica, el equipo y los elementos suministrados por EL CONTRATISTA deberán cumplir los requisitos de las normas aplicables que se mencionan en el siguiente orden de prioridades:

- 1) ISO International Standards Organization
- 2) AWWA American Water Works Association
- 3) ASTM American Society for Testing and Materials
- 4) ASME American Society of Mechanical Engineers
- 5) ANSI American National Standard Institute
- 6) NACE National Association of Corrosion Engineers

El sistema de pesas y medidas para los propósitos de la obra será el Sistema Internacional de Unidades SI, oficialmente reconocido en República Dominicana.

La tubería cuyo suministro se solicita debe ser del siguiente tipo y cumplir con las normas de fabricación indicadas a continuación:

Tipo de Tuberías: Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (GRP)

Normas de Fabricación: AWWA C 950-95, ASTM D 3754, ASTM D 3681, ASTM D5365, ASTM D 4161

Podrán aplicarse otras normas equivalentes expedidas por organizaciones internacionales, siempre y cuando se asegure una calidad igual o superior a las citadas en estas especificaciones.

#### PRESENTACIONES

A. Planos de Taller: El CONTRATISTA deberá presentar Planos de Taller de tuberías y piezas de acuerdo con los requisitos de la Sección 15000 titulada “Tuberías, Generalidades”.

B. Sometimiento por parte del fabricante de tubería de un programa de aseguramiento y control de calidad.

C. Sometimiento de un programa de pruebas en el lugar de fabricación, por parte del fabricante de tubería.

#### *1.12.9.2 Materiales*

**La tubería de fibra de vidrio es un sistema de material compuesto producido a partir de refuerzos de fibra de vidrio, resinas termofraguantes y adhesivos. Los compuestos de fibra de vidrio son diseñados y procesados para cumplir criterios funcionales descritos en la Sección 2.02 – Diseño.**

**La tubería de fibra de vidrio será según se fabrica por uno de los dos procesos básicos siguientes: bobinado de filamento o fundición centrífuga. Deberá en todo caso cumplir los requisitos mínimos de comportamiento de la norma AWWA C950.**

**El fabricante deberá presentar al Interventor para su aprobación una lista completa de todos los materiales empleados para producir la tubería propuesta. Los materiales y configuración del producto serán:**

- 1) Tipo de filamento de vidrio**
- 2) Forma del refuerzo de fibra de vidrio**
- 3) Disposición del refuerzo**
- 4) Resinas**
- 5) Rellenos.**
- 6) Promotores, aceleradores e inhibidores**
- 7) Pigmentos**

### **DISEÑO**

**Los tubos de GRP serán fabricados en conformidad con la Norma Internacional AWWA C950-95, la cual presenta las siguientes pruebas de aceptación:**

## **Ensayo de Control de Calidad y Prueba Hidrostática**

Los tubos se deberán someterse luego de instalados a una Prueba de Presión Hidrostática igual al 1.5 de la Presión de Trabajo del tramo a probar. Las distancias de los tramos a probar serán por mutuo acuerdo.

Todos Los componentes

## **Ensayo de Rigidez**

Para tuberías de 54 pulgadas (1400 mm) de diámetro y mayores se efectuará un ensayo de rigidez por cada cien longitudes de tubería producida. La rigidez mínima de la tubería será determinada al 5% de deflexión usando el aparato y el procedimiento de la ASTM 2412, con las excepciones siguientes: (1) el espesor de pared será medido con precisión de 0.25 mm; (2) la muestra extraída del cilindro del tubo será cargada a 5% de deflexión, la carga será registrada, y la muestra será examinada para detectar fisuras o grietas. Una vez ensayada la tubería exhibirá sin daño estructural la rigidez mínima especificada en la tabla 8 y 9, de la Norma AWWA C-950-95. Los criterios de deflexión presentados en la tabla 9, están basados en una deflexión máxima al 5%. Si la muestra de tubería no cumple alguno o los dos requisitos (para los niveles A y B de la tabla 9), la deflexión a largo plazo permitida deberá ser reducida proporcionalmente para los tubos representados por la muestra.

## **Ensayos de Resistencias a la Tracción Circunferencial**

Para tuberías de 54 pulgadas (1400 mm) de diámetros y mayores, el fabricante efectuará ensayos de tracción circunferencial con una frecuencia de un ensayo por cada cien longitudes de tubería producida. Las propiedades de tracción axial serán determinadas a partir del promedio de los resultados del ensayo de tres especímenes extraídos de la muestra usando el aparato y los procedimientos descritos en los métodos de ensayos descritos en las normas ASTM D 2290, D638, D1599.

La tubería deberá cumplir o exceder la tensión de tracción circunferencial a corto plazo mínima calculada por la ecuación (1) o la dada por la tabla 10 de la Norma AWWA C-950-95, de ellas las que sea mayor.

$$F = S_i / S_r * P * r$$

F: Tensión de tracción circunferencial mínima requerida. S<sub>i</sub>: Tensión de tracción circunferencial inicial de diseño.

S<sub>r</sub>: Tensión de tracción circunferencial a la clase de presión. P: Clase de presión de la tubería.

r: Radio nominal de la tubería ((DE - espesor de pared) / 2).

Los valores de S<sub>i</sub> y S<sub>r</sub> deben ser suministrados por el fabricante.

### **Ensayos de Resistencia a la Tracción Axial.**

Para tuberías de 18 pulgadas (450 mm) de diámetros y mayores, el fabricante efectuará ensayos de tracción circunferencial con una frecuencia de un ensayo por cada cien longitudes de tubería producida. Las propiedades de tracción axial mínimas serán determinadas a partir del promedio de los resultados del ensayo de tres especímenes extraídos de la muestra usando el aparato y los procedimientos descritos en las normas ASTM D 2105, D638, dependiendo de del tamaño de los especímenes de tubería a ser ensayados.

La tubería deberá cumplir o exceder los requisitos de resistencia a la tracción axial mínimos listados en la Tabla 11 al ensayarse la muestra de acuerdo con la Norma ASTM D638, D 2105.

### **Rechazo y Revisión.**

Si los resultados de algún ensayo no conforman los requisitos descritos en estas especificaciones tal como se describen en la norma AWWA C-950-95, a opción del proveedor, aquel ensayo será repetido en dos muestras adicionales del mismo lote de tubería. Cada una de las dos muestras deberán satisfacer los requisitos especificados. Si alguna de las dos muestras adicionales fallara, el lote puede ser rechazado, a opción del comprador. El rechazo debería ser reportado al productor o

proveedor inmediatamente y por escrito. En caso de inconformidad con los resultados del ensayo el productor o proveedor puede exigir una revisión o reconsideración.

### **Inspección en Planta por el REPRESENTANTE DEL CONTRATANTE**

**El REPRESENTANTE DEL CONTRATANTE se reserva el derecho de hacer revisiones a la producción en la planta, para lo cual de común acuerdo con el fabricante se harán las respectivas visitas y supervisiones, los gastos de estas visitas serán cubiertos por el CONTRATISTA.**

**La tubería debe estar libre de defectos, tales como deslaminación, burbujas, agujeros de alfiler, fisuras, picaduras, ampollas, inclusiones extrañas y áreas secas de resina tales que debido a su naturaleza, grado o extensión afecten en detrimento la resistencia y servicio de la tubería.**

### **Rotulado**

**Cada longitud estándar y cada longitud aleatoria serán claramente identificadas. El rotulado será aplicado sin identificación de modo tal de permanecer legible durante las prácticas normales de manipuleo e instalación como mínimo estos rótulos consistirán en lo siguiente: (1) la frase AWWA- C-950-95; (2) tamaño nominal de la tubería, código de clasificación, series de diámetro; (3) clase de presión; (4) clase de rigidez; (5) logotipo del fabricante y (6) nombre del proyecto, y del comprador.**

### **Tipo de Junta**

**Las juntas serán de tipo Campana-Espiga en GRP. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente. Las juntas en GRP serán fabricadas en conformidad con la Norma Internacional ASTM D4161.**

**Con la tubería debe entregarse la pasta lubricante para el ensamble de las tuberías.**

### **Clase de presión de la tubería**

**Los tubos de GRP serán fabricados para una clase de tubería de 100 psi (690 kPa), como mínimo.**

### **Clase de Rigidez**

**La tubería de GRP debe cumplir como mínimo con una clase de rigidez de SN 2500, para una deflexión máxima de 5%, de acuerdo con la norma AWWA C-950-95.**

### **Longitudes de tuberías**

**Las longitudes para la tubería GRP serán ajustadas al despiece presentado previo al inicio de la instalación. El cual debe ser aprobado por la supervisión.**

### **Inspección en Planta**

**El Contratante se reserva el derecho de inspeccionar la tubería en la fábrica.**

### **PIEZAS ESPECIALES DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO**

**Denominaremos así, a todos los accesorios de GRP, que sea necesario fabricar para la conexión con un elemento especial. Todas las bridas deben ser fabricadas para la norma ISO 2084 PN 10, pero el taladrado debe ser compatible con la Norma ISO 2531 para PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas. Las piezas utilizadas en la construcción de accesorios serán fabricadas de conformidad con la Norma Internacional AWWA C950-95.**

**Protecciones: No se requiere ningún tipo de revestimientos interior o exterior para las tuberías GRP.**

## DISEÑO DE LA TUBERÍA

### Zanja

El Cuadro 1 presenta los parámetros para diseñar la tubería de GRP que resista la presión interna y las cargas externas en una zanja seca con una cubierta máxima de tierra de 2 metros. La tubería deberá diseñarse para resistir los esfuerzos de flexión, axiales y longitudinales (de campo) para cada una de las condiciones siguientes:

- a. Una combinación de presión total (presión de trabajo más presión de golpe de ariete) y cargas muertas.
- b. Una combinación de presión total, cargas muertas y cargas vivas.
- c. Cargas muertas y vivas sin presión interna.
- d. Cargas muertas sin presión interna y esfuerzos longitudinales de flexión causados por los apoyos de tuberías (caballetes) en el fondo de la zanja o eslingas para sostener la tubería en base a las necesidades y métodos constructivos del CONTRATISTA.

Los criterios de diseño para una zanja seca son los siguientes:  
Cuadro 1

### Criterios Mínimos de Diseño para Tubería de GRP en Zanja Seca

Presión de Trabajo	90 psi (621 kPa)
Sobrepresión por golpe de ariete	10 psi (69 kPa)
Presión Total	100 psi (690 kPa)
Vacío parcial en la línea	2 psi (14 kPa)
Altura de Cobertura	
Mínimo	1.00 metros
Máximo	3.00 metros
Cargas Vivas	HS-20
Módulo del Suelos Naturales (E'n)	300 psi (2.1 mPa)
Relleno	Tipo VIII (granular)
Compactación Proctor Standard de Relleno (mínimo)	90%

**Módulo del relleno @ mínimo profundidad 1230 psi (8.5 mPa)**  
**Peso unitario del relleno 1800 Kg/m<sup>3</sup>**  
**Material para la Cama Tipo I (arena) o VI (granular)**  
**Ancho de Zanja (mínimo) Diámetro Externo Tubería + 0.60 metros**  
**Nivel Freático profundidad desde el nivel del suelo 0.1 m**  
**Factor de Retardo en Deflexión DL 1.5**

**Pedido de Modificación en Diseño / Instalación.** Después de la adjudicación del contrato, el CONTRATISTA podrá elegir cambio en los métodos de instalación, aumentando el ancho de zanja o cambio en la calidad del material para relleno. Por ejemplo, dichos cambios pudieran incluir el compactar el material de relleno hasta 90 o 95 por ciento del Proctor. Los cambios en medios y métodos de construcción para aumentar la velocidad de instalación de tubos, que cumplan todas las metas de calidad del proyecto, requerirán la aprobación del Representante Del Contratante. Los cambios que tengan un impacto significativo sobre el diseño de la tubería y el costo del proyecto, y en el evento en que el CONTRATISTA acepta adoptar esos cambios en sus medios o métodos de instalación de la tubería modificada, entonces el CONTRATISTA podrá seguir el procedimiento siguiente:

- a. EL CONTRATISTA presentará al Representante Del Contratante una descripción detallada de los medios o métodos de construcción revisados para instalar la tubería modificada. se presentará un programa de aseguramiento y control de calidad, que delineen los pasos que el CONTRATISTA tomará para cumplir esos procedimientos cambiados, y los pasos que el Representante Del Contratante en el campo deberá tomar para vigilar y asegurar el cumplimiento. Cualquier prueba adicional de compactación, o aumento de la vigilancia más allá del nivel inicial de servicio requerido por parte del Representante Del Contratante en el campo, será al costo del CONTRATISTA.**
- b. El fabricante de la tubería presentará los cálculos de diseño para la tubería original y para la tubería modificada en base a los**

procedimientos cambiados en los medios o métodos de construcción.

c. El CONTRATISTA deberá pedir al Representante Del Contratante una Orden Contractual de Cambio que delinee los medios y métodos de construcción y el diseño revisado de la tubería. EL CONTRATISTA deberá certificar que él asume todo riesgo implícito en la fabricación, instalación y comportamiento de la tubería y que cumplirá con los requisitos revisados para aseguramiento y control de calidad. El CONTRATISTA deberá delinear las economías en costos (valor de ingeniería) que se proveerán al Contratante como parte de la Orden Contractual de Cambio.

d. El Representante Del Contratante podrá o no aceptar el pedido de Orden Contractual de Cambio hecho por EL CONTRATISTA. La decisión será tomada por el Representante Del Contratante y no estará sujeta a revisión externa por parte del CONTRATISTA. La decisión del Representante Del Contratante acerca de un pedido del CONTRATISTA de Orden Contractual de Cambio será definitiva.

#### *1.12.9.3 Ejecución del Trabajo*

La tubería se instalará de acuerdo con las prácticas recomendadas AWWA M45 – Fiberglass Pipe Design.

El criterio para deflexión en las uniones para este Proyecto será:

- 1) Diseño de Curvas de la Tubería: 60 por ciento de la deflexión máxima.
- 2) Instalación: Hasta 75 por ciento de deflexión máxima en uniones individuales.

EL CONTRATISTA deberá probar a presión, con aire o con agua, las uniones individualmente. La intención al probar las uniones es confirmar que los empaques estén instalados adecuadamente y que no existe fuga excesiva.

El procedimiento a seguir en la prueba con aire de una unión se describe a continuación.

**El CONTRATISTA podrá presentar un procedimiento alternativo de prueba, dependiendo del modelo y capacidad del equipo para probar uniones que se proponga.**

**1) Determinar la presión de prueba. La presión de prueba para tubería de Gran Diámetro deberá ser 3.5 PSIG (0.24 bar). Adicionalmente se le suma 0.43 PSIG (.03 bar) a la presión de 3.5 PSIG (0.24 bar) por cada pie (30 cm.) de carga de agua por encima de la parte superior de la tubería.**

**2) Colocar el Probador de Uniones en posición tal que los elementos del extremo (anillos neumáticos inflables) estén ubicados a ambos lados de la unión que se va a probar. Inflar los elementos extremos a 50 PSIG (3.45 bar).**

**3) Presurizar con aire la cavidad central para probar la presión calculada según el Paso 1 anterior. Dejar que la presión se estabilice (aproximadamente 10-15 segundos) y cerrar la fuente de presión.**

**4) Si la presión en la cavidad se mantiene, o cae menos de 1 PSIG (0.69 bar) en 5 segundos, se considerará la unión como aceptable. Si la presión cae más 1 PSIG, la unión es defectuosa y deberá ser reparada**

**5) Cuando se termine la prueba de la unión, se evacuará toda la presión desde la cavidad central hasta 0 PSIG, y después desde los elementos extremos a 0 PSIG. El Probador de Uniones podrá entonces ser transportado y colocado en posición sobre la próxima unión que vaya a ser probada.**

**EL CONTRATISTA podrá elegir el empleo de un procedimiento de prueba con agua.**

**Cualquier trabajo dentro de la tubería deberá ser realizado con cuidado para evitar daños. No se insertarán dentro de la tubería cables, brazos para izar u otros dispositivos. Todo mecanismo para izar, halar o empujar tendrá que ser aplicado al exterior de la tubería.**

**El llevar la tubería a su lugar será logrado mediante el empleo de un dispositivo mecánico para halar, al menos que El**

**Representante Del Contratante acepte otra cosa. Ninguna tubería será golpeada o lavada para llevarla a su sitio. Los métodos de limpieza deberán ser aceptables por el Representante Del Contratante, y deberán ser suficientes para remover todo sedimento, rocas u otro escombros que pueda haber entrado a la tubería durante su instalación.**

## 1.13 ELEMENTOS METÁLICOS

### 1.13.1 Alcance del trabajo

En este numeral se estipula todo lo relativo al suministro, fabricación, protección, transporte e instalación por parte del Contratista, en los sitios mostrados en los planos, de los elementos metálicos que se utilizarán en el proyecto y que no se han considerado en otra parte de estas especificaciones tales como escaleras y pasamanos metálicos; rejas, tapas y marcos metálicos; soportes para ductos y cables; platinas empotradas, elementos de anclaje y desagües de piso; y todos los demás elementos metálicos requeridos para la ejecución de las obras del proyecto. También se estipula lo relativo al suministro de equipo, herramientas, mano de obra y materiales necesarios para la instalación de los elementos descritos.

### 1.13.2 Materiales

Todos los materiales que se empleen para la fabricación de los elementos metálicos serán nuevos y de primera calidad comercial, libres de defectos e imperfecciones y de la clasificación y grados designados. La especificación de los materiales, con indicación de grado y clase será mostrada en los planos.

Los materiales deberán cumplir lo especificado en la última edición de las especificaciones de la ASTM y de la ANSI, como sigue:

Acero estructural	Normas ASTM A-36, A-283 y A-306
Rieles para apoyo	Normas ASCE
Pernos, tuercas y arandelas	Norma ASTM A 307
Sumideros de bronce	Norma ANSI B 21.28

Los materiales para la elaboración de los elementos metálicos serán los siguientes:

Elementos de anclaje. Los elementos de anclaje se fabricarán de lámina y varillas de acero estructural, y tendrán las dimensiones indicadas en los planos.

Pasamanos y barandas. Se fabricarán con tubería de acero galvanizado o acero inoxidable de 2" de diámetro, según se indique en los planos y lista de cantidades y precios. Los materiales, productos, cargas de diseño, acabados y ejecución serán como se indica en 1.19.3.

Escaleras. Se fabricarán con tubería negra de acero soldable, Schedule 40, según se indique en los planos y lista de cantidades y precios.

Rejas y tapas. Se usará lámina corrugada para pisos, tipo antideslizante o equivalente.

Otros elementos metálicos. El Contratista suministrará e instalará todos los elementos metálicos varios, relacionados con los trabajos de qué trata esta sección, aunque no estén expresamente incluidos en estas especificaciones, tales como entradas de tubería, pernos de anclaje y de expansión, rejillas de bronce y demás elementos metálicos mostrados en los planos.

En caso de que no sea posible conseguir algunos materiales o que no sea práctica la ejecución de algunos detalles que se muestren en los planos, podrán hacerse sustituciones, previa aprobación del Ingeniero Supervisor, siempre y cuando los sustitutos sean estructuralmente equivalentes a las partes originales.

### 1.13.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista elaborará los planos detallados de taller y verificará en la obra todas las dimensiones de las estructuras, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

El Contratista instalará los elementos en forma cuidadosa y con exactitud, cuidando de no dañar ninguna pieza y comprobando su funcionamiento para hacerle los ajustes que el Ingeniero Supervisor determine.

El Contratista tendrá especial cuidado con las platinas, las cuales quedarán colocadas a ras con la superficie del hormigón y posicionadas con una tolerancia de 5 mm, con relación a la localización indicada en los planos.

El Contratista suministrará e instalará, de acuerdo con el Ingeniero Supervisor, otros elementos metálicos equivalentes a los anteriormente descritos en estas especificaciones.

#### 1.13.4 FABRICACIÓN

La fabricación de los elementos metálicos se hará como se indica en los planos, por medio de soldaduras, pernos de unión, o por una combinación de ellos.

Para la fabricación, montaje y soldadura de elementos que la CAASD considere como principales, sólo se utilizará personal experto y calificado, equipo y herramientas adecuadas, con previa aprobación del Ingeniero Supervisor, para lo cual el Contratista suministrará a éste, 20 días antes de iniciar los trabajos correspondientes, los nombres de los diferentes trabajadores que utilizará, como también la especialidad de cada uno de ellos y los registros de trabajo de los mismos, así como la lista de herramientas y equipos que utilizará en la instalación de cada uno de los elementos.

Los elementos de acero estructural se fabricarán y ensamblarán en taller. Los ensambles y las partes que los forman se probarán en el taller para comprobar el ajuste correcto y se marcarán claramente para su instalación. Cuando en los planos no aparezcan detalles de

uniones, éstas se harán soldadas, de acuerdo con las conexiones estipuladas en las especificaciones de la última edición de “Diseño, fabricación y montaje, en acero estructural de edificios”, del Manual de la construcción en acero, de la AISC en las partes que sean aplicables.

En caso de que no sea posible conseguir algunos materiales o que se considere conveniente la modificación en la ejecución de algunos detalles que se muestren en los planos, podrán hacerse sustituciones y modificaciones, previa aprobación del Ingeniero Supervisor, siempre y cuando el material de las secciones sustituidas sea estructuralmente equivalente en cuanto a resistencia, y las modificaciones propuestas sean equivalentes o mejores que el diseño que se modifica. Los cambios o modificaciones serán tales que se obtenga la máxima economía de materiales disponibles, manteniendo los esfuerzos dentro de los valores permisibles, de acuerdo con las especificaciones.

Todos los materiales y elementos fabricados podrán ser sometidos a inspección y pruebas por el Ingeniero Supervisor, en el taller del Contratista o en la fábrica del subcontratista o proveedor, sin que esto implique un costo adicional para la CAASD. El Contratista proveerá todas las facilidades, asistencia y seguridades necesarias para los inspectores designados por el Ingeniero Supervisor durante el cumplimiento de sus obligaciones.

El Ingeniero Supervisor tendrá pleno derecho a rechazar o a exigir su corrección o cambio, en el caso de que cualquier material o elemento fabricado resulte defectuoso, debido a la mala calidad de la materia prima o la mano de obra, o de que por cualquier motivo no esté conforme con los requisitos de estas especificaciones y de los planos. Los materiales o elementos que hayan sido rechazados o que requieran corrección serán cambiados o corregidos por cuenta del Contratista, tal como lo exija el Ingeniero Supervisor.

La inspección o el cambio realizados por el Ingeniero Supervisor, de cualquier material o elemento, no eximen al Contratista de ninguna responsabilidad respecto a defectos y otras fallas de fabricación que

puedan descubrirse antes de que termine el tiempo durante el cual el fabricante garantiza la buena calidad de los elementos.

Todos los materiales y elementos metálicos serán transportados en una forma tal que se evite daño a los mismos o a su terminado.

El Contratista no podrá comenzar el trabajo de pintura de los elementos metálicos, antes de que el Ingeniero Supervisor inspeccione y apruebe las soldaduras.

#### 1.13.5 SOLDADURAS

Todas las soldaduras se harán como se especifica en los planos o como indique el Ingeniero Supervisor. Se empleará cualquiera de los procesos permitidos en el numeral 1.3 "Welding Processes" del código AWS D1.6. El Contratista utilizará procedimientos de soldadura, soldadores u operarios de soldadura, calificados de acuerdo con lo establecido en el capítulo 5 "Qualification" del código citado. Antes de iniciar los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor, las especificaciones de procedimiento de soldadura.

Los electrodos serán del tipo revestido, para soldar en cualquier posición. El tamaño, tipo y características de los electrodos estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Todas las soldaduras de estructuras y elementos expuestos a la vista y las soldaduras expuestas en todos los elementos metálicos, serán esmeriladas y pulidas a ras, salvo cuando se autorice lo contrario; las distintas partes de un ensamblaje serán probadas en el taller, para ajuste, y se marcarán claramente con señales de coincidencia en los lugares de unión de las piezas.

#### 1.13.6 Protección de Superficies

El Contratista suministrará, transportará, preparará y aplicará todos los materiales que se requieran para limpieza, protección y pintura en

taller, de las superficies de los elementos metálicos, de acuerdo con los requisitos técnicos especificados más adelante y las recomendaciones de los fabricantes de la pintura. Además, el Contratista suministrará todos los materiales y pinturas requeridos para reparar en el sitio los recubrimientos protectores hechos en el taller.

El Contratista empleará únicamente personal experimentado y equipo adecuado para todas las operaciones de limpieza y protección.

Las superficies preparadas no presentarán resaltos o bordes agudos, y cualquier cavidad que pueda presentarse durante la limpieza será pulida por esmerilado. Además, el polvo que pueda permanecer después de la limpieza será removido por medio de un chorro de aire seco, libre de aceite.

Todos los recubrimientos tendrán espesor uniforme y una superficie lisa libre de huellas, hendiduras, picaduras y otras imperfecciones. Las capas protectoras de taller serán sometidas a la aprobación, por parte del Ingeniero Supervisor.

Las superficies que hayan sido limpiadas, pretratadas o de otro modo preparadas para pintura serán recubiertas tan pronto como sea posible, después de que dicha preparación termine. La pintura se aplicará únicamente a las superficies que estén completamente secas, y bajo condiciones de humedad y temperatura ambientales tales que se cause evaporación en vez de condensación.

Los certificados del fabricante y las especificaciones completas de los recubrimientos protectores que se usarán se someterán a la aprobación del Ingeniero Supervisor, antes de comenzar cualquier operación de protección.

El Contratista indicará en un formato los siguientes datos concernientes al producto que se usará para protección: fabricante, nombre comercial, tipo, rendimiento por capa, número de capas, espesor de la capa, tonos de las capas sucesivas, métodos de aplicación, temperaturas de aplicación, tiempo de secado entre

capas, tiempo de secado final, envase, duración y condiciones de almacenamiento permisibles; pesos específicos del producto envasado y del producto secado; preparaciones recomendadas para el vehículo, diluyentes y disolventes que se usarán; resistencia química y orgánica, rango aceptado para la temperatura de servicio, y resistencia al agua y a la intemperie.

#### 1.13.7 Sistemas de protección

Los grados de preparación de superficies especificados a continuación serán comparables a los patrones visuales de limpieza de la norma ASTM D - 2200.

##### Superficies en contacto con agua

Preparación de la superficie. Limpieza con chorro abrasivo hasta un grado equivalente al Sa 3.

Sistema de protección. Un imprimante a base de una resina epóxica rica en zinc, de un espesor de 75 micrones (3 mils), cubierto por varias capas de pintura epóxica bituminosa, hasta obtener un espesor total de 400 micrones (16 mils).

##### Superficies en contacto con hormigón

Estas superficies serán cubiertas con una capa de lechada de cemento, inmediatamente después de limpiarse. Alternativamente, se podrá utilizar, en lugar del procedimiento arriba mencionado, la aplicación de una pintura de protección, con propiedades garantizadas de adherencia igual o mejor que las del acero limpiado con chorro de arena. La preparación de la superficie se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la pintura. La protección adoptada para las superficies adyacentes, que no están en contacto con hormigón, se extenderá 200 mm dentro del mismo.

##### Superficies expuestas a la atmósfera (interior o exterior)

Preparación de la superficie. Limpieza con chorro abrasivo hasta un grado equivalente al Sa 3.

Sistema de protección. Un imprimante a base de resina epóxica rica en zinc con un espesor total de 75 micrones (3 mils), cubierto por varias capas de pintura a base de resina vinílica, hasta obtener un espesor total de 175 micrones (7 mils). Para exteriores la capa final deberá ser una resina vinílica a base de aluminio.

#### 1.13.8 Inspección y ensayos de aceptación de las protecciones

El Ingeniero Supervisor hará una inspección completa de todas las operaciones de pintura, incluyendo la preparación de la superficie y la aplicación del sistema de protección. Las superficies sobre las cuales hayan sido aplicados imprimantes o recubrimientos intermedios serán inspeccionadas cuando dichos recubrimientos hayan secado.

El espesor completo de pintura será certificado por medio de medidores de espesor apropiados.

El Ingeniero Supervisor hará inspección visual para verificar la ausencia de picaduras, ampollamientos, cuarteamientos, chorreos, descascamientos y otros defectos de las pinturas.

El Ingeniero Supervisor podrá efectuar pequeños ensayos localizados, con un instrumento agudo para medir físicamente el espesor de la película de pintura o para determinar otras cualidades del recubrimiento. Las marcas ocasionadas por dichos ensayos serán reparadas por el Contratista.

#### 1.13.9 Galvanizado

Todos los elementos metálicos especificados como galvanizados serán preparados y galvanizados en caliente, de acuerdo con los requisitos de las normas ASTM o con otra norma equivalente y aprobada por el Ingeniero Supervisor.

Cualquier soldadura, corte o taladrado requerido en la fabricación del elemento metálico serán efectuados antes del galvanizado. Después del galvanizado, el elemento metálico no será sometido a ningún tipo de acción que vaya en detrimento del revestimiento. La remoción de las combas y curvaturas después del galvanizado se hará por medio de un prensado o rolado del material. Aquellos materiales que no puedan ser enderezados, sin dañar el revestimiento de zinc, serán rechazados.

Los defectos mayores, como no adherencia del zinc al acero, excesiva variación en el espesor del revestimiento, depósitos localizados de zinc y otras irregularidades, darán lugar a rechazo del material. Tampoco se aceptarán los elementos que tengan daños causados al revestimiento de zinc, por exposición directa a abrasión o por mal manejo durante el cargue o el descargue o durante el montaje.

Todos los elementos de acero galvanizado, con defectos o daños como los descritos antes, serán limpiados apropiadamente con ácido y su superficie preparada y completamente galvanizada en caliente, de nuevo. Cualquier otro método de reparación como por ejemplo rocío metálico, soldadura, pintura epóxica o pintura simple, no serán aceptados.

#### 1.13.10 Instalación

El montaje de los elementos metálicos en el campo, se hará por medio de soldadura, pernos de unión, o una combinación de ambos, según lo indiquen los planos. Todas las partes serán montadas y ensambladas como se indica en los planos o en los dibujos de taller siguiendo, en general, las especificaciones para “Diseño, fabricación y montaje, en acero estructural de edificios” de la última edición del Manual de la construcción en acero, de la AISC.

Las partes metálicas que vayan embebidas en hormigón se instalarán y controlarán en presencia del Ingeniero Supervisor, antes de hacer los vaciados correspondientes, y todos los elementos embebidos se fijarán firmemente para evitar cualquier

desplazamiento, deformación o movimiento de ellos. No se procederá a hacer ningún vaciado de hormigón sin haber realizado el control de la instalación y sin haber recibido la aprobación del Ingeniero Supervisor.

El Contratista suministrará todos los electrodos para la soldadura requerida durante el montaje de elementos metálicos, así como las cuñas, pernos de ajuste, y los materiales varios que se requieran para colocar en posición y asegurar, en forma firme y cuidadosa, todos los elementos metálicos, con el fin de evitar distorsiones y desplazamientos de los materiales al hacer los vaciados de hormigón. Los materiales cuya colocación sea posterior al vaciado del hormigón se instalarán cuidadosamente y se asegurarán por medio de pernos de expansión, pernos de roca, pernos de ajuste, o por medio de soldadura. Todas las instalaciones se harán en forma exacta y cuidadosa, para que presenten buena apariencia, posición, alineamiento y nivelación correctos, de acuerdo con lo mostrado en los planos.

Terminada la instalación, todas las partes se limpiarán de óxido, escamas, grasa y materiales extraños y todos los empates de soldadura se esmerilarán y pulirán a ras, salvo cuando se autorice lo contrario. A continuación se pintarán como se indica en estas especificaciones técnicas.

## 1.14 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

### 1.14.1 Acueducto

#### 1.14.1.1 Alcance del trabajo

El Contratista construirá las obras necesarias para conducción y distribución del agua a las instalaciones de la Planta Potabilizadora, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

#### 1.14.1.2 Materiales

Todos los materiales serán suministrados por el Contratista, serán de primera calidad y requerirán la aprobación previa del Ingeniero Supervisor, antes de su instalación.

#### 1.14.1.3 Ejecución del trabajo

Las excavaciones y el relleno necesarios para la instalación de las tuberías se ejecutarán de acuerdo con lo especificado en las secciones "Excavación estructural en material común" y "Llenos estructurales". La profundidad de las zanjas será la indicada por el fabricante de las tuberías o la definida por el Ingeniero Supervisor.

Las redes de tubería y los accesorios se colocarán de acuerdo con los alineamientos, cotas y pendientes indicados en los planos. Las tuberías y las uniones deberán descargarse a lo largo de la zanja, en el lado opuesto a aquél en que se haya depositado el material procedente de la excavación. No se permitirá descargar las tuberías, las uniones y los accesorios, lanzándolos al piso desde el vehículo que los transporta; el descargue deberá hacerse por medios mecánicos o manuales.

Cada tubo será inspeccionado y limpiado antes de su colocación en la zanja y el Ingeniero Supervisor rechazará toda tubería dañada, defectuosa o con los extremos sucios. Todos los accesorios como: codos, T's, Y's, válvulas, etc., deberán anclarse mediante un vaciado de hormigón de la resistencia indicada en los planos, de las

dimensiones sugeridas en las guías de instalación del fabricante de las tuberías o las indicadas por el Ingeniero Supervisor.

Toda la tubería de la red de acueducto deberá ensayarse hidráulicamente después de rellenar las zanjas, dejando expuestas las uniones y los accesorios. Los ensayos tienen por objeto comprobar que todas las partes hayan quedado correctamente instaladas, que los materiales estén libres de defectos y roturas y que no haya escapes de agua.

La tubería de PVC deberá llenarse lentamente de abajo hacia arriba y a baja presión para permitir el escape total del aire, antes de aplicar la presión de prueba, que será de por lo menos 1.5 veces la presión normal de trabajo de la tubería, certificada por el fabricante de la misma, para cada tramo y se dejará de 30 minutos a una hora. La prueba se considerará satisfactoria si en ese lapso de tiempo, el manómetro no indica caída de presión.

Cuando se compruebe un escape en la tubería, se deberá reparar el daño y se volverá a hacer el ensayo. En todo momento, se deberán tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes, para el ensayo de las tuberías, sus uniones y accesorios.

La parte superior de las cajas para válvulas será una losa de hormigón de la resistencia indicada en los planos.

### *1.15 SISTEMA ELÉCTRICO*

#### *1.15.1 Especificaciones*

El Contratista realizará el suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio del proyecto, considerando normas internacionales, nacionales, el NEC National Electrical Code, las mejores prácticas de ingeniería, los planos, estas especificaciones, la coordinación con los operadores de redes de servicios públicos y los requerimientos de la CAASD.

Los equipos, materiales y elementos a suministrar deberán ser de buena calidad, certificados y de un fabricante reconocido.

En el área eléctrica se tendrán básicamente estos subsistemas:

Línea aérea eléctrica a 12470 Vca.

Sistema de fuerza, control, alumbrado y tomas en la edificación de la planta.

Sistema de fuerza, control, alumbrado y tomas en la Estación de bombeo.

Alumbrado exterior de las edificaciones.

Sistemas de puesta a tierra y apantallamiento contra descargas atmosféricas

Para alimentar los diferentes equipos de fuerza a 480 Vca se tendrán transformadores 12470-480/277 Vca, DYn, ONAN, refrigerados en aceite del tipo Pad Mount y en poste. Para energizar el sistema de alumbrado y tomas se tendrán transformadores trifásicos, DYn, tipo seco 480-208/120 Vca.

El sistema de control tendrá los enclavamientos, para evitar que dos plantas de emergencia trabajen en paralelo.

En caso que no se tenga disponible energía de la red de 12470 Vca, la transferencia automática energizará una planta de emergencia dependiendo de los requerimientos eléctricos. Para el caso de la Planta Potabilizadora, el sistema de control seleccionará cuál de las dos plantas se energizará, en caso de falla de esta planta se dará la orden de energizar la otra planta de emergencia

Los motores tendrán arrancadores directos, estrella triángulo, suaves y variadores de velocidad, tal como se indica en los planos.

Se tendrán estos ductos: tubería PVC enterrada, tubería metálica semi-pesada galvanizada en caliente, bandejas portacables.

Las cajas expuestas para el cableado, serán del tipo conduit en fundición de aluminio.

Para las instalaciones empotradas en muros de instalaciones de alumbrado y tomas las cajas serán metálicas galvanizadas en caliente de 4"x 4" con tapas reductoras.

El alumbrado exterior se realizará con postes de concreto de longitud 25 pies, con una resistencia a la flexión de 300 DaN

La red aérea de 12.47 kV se realizará en general con postes de concreto de longitud 40 pies, con una resistencia a la flexión indicada en los planos y/o formularios.

El Contratista realizará las bases, fundaciones y cárcamos necesarios para transformadores, planta de emergencia, motores, tableros y equipos que lo requieran.

La siguiente es una lista parcial de las abreviaciones típicas que pueden usadas en las especificaciones y las organizaciones a las que se refieren:

ANSI -	American National Standard Institute
ASME	- American Society of Mechanical Engineers
ASTM	- American Society of Testing and Materials
CEA -	Insulated Cable Engineers Association
IEEE -	Institute of Electrical and Electronic Engineers
NEC -	National Electrical Code
NEMA	- National Electrical Manufacturers Association
OSHA	- Occupational Safety and Health Act
UL -	Underwriters' Laboratories, Inc.

El Contratista presentará con anticipación a la iniciación de los trabajos para la aprobación de la CAASD o del Ingeniero Supervisor, los siguientes documentos:

Planos de fabricación de los tableros y los armarios, donde se indique la disposición de elementos, características de los

materiales, lista y catálogos de cada uno de los elementos y equipos que constituyen cada tablero.

Planos, esquemas de fabricación y montaje o catálogos de: tuberías, canaletas y accesorios, cajas de potencia, cajas de empalme y conduletes, tomacorrientes, conductores, luminarias y balastos, postes, tableros, etc.

Todos los materiales y equipos serán aprobados previamente por la CAASD o por el Ingeniero Supervisor y deberán tener certificación de conformidad de producto.

Documentos y catálogos con características de materiales

Una vez aprobados los materiales y equipos, El Contratista deberá entregar a la CAASD o al Ingeniero Supervisor dos (2) copias de los documentos mencionados en los párrafos anteriores.

Además El Contratista deberá elaborar los planos de obra terminada y presentar todos los demás documentos indicados en estas especificaciones.

Los planos de obra terminada deberán entregarse una copia en medio magnético y dos copias en papel. Los archivos magnéticos deben ser en formato autocad (dwg) versión 2012 o posterior.

Pruebas de los elementos

No habrá pago por separado por las pruebas en fábrica, las pruebas en sitio y la puesta en servicio, deberán ser incluidas en los correspondientes, equipos, sistemas y elementos.

Elementos de fijación

No habrá pago por separado por el suministro e instalación de los elementos metálicos de fijación adicionales de diseño especial, tales como estructuras metálicas, ménsulas, angulares, etc., que se utilicen para soporte de tableros, luminarias, tuberías y demás materiales, éste se incluirá en cada ítem que los requiera.

Instalaciones temporales

No habrá pago por separado por las instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza que El Contratista requiera, ni por las modificaciones o sostenimiento durante el tiempo que éste las utilice.

#### Línea Aérea A 12.47 Kv

Para la línea a 12470 V, serán utilizadas estructuras en postes de concreto para circuito sencillo, en configuraciones indicadas en los planos en un sólo poste y tipo "H", crucetas en perfilados metálicos. Dichas estructuras deberán ser venteadas donde así se requiera. El trazado general de la línea y las normas de las estructuras que se muestren en los planos.

El suministro de materiales comprende:

Cables

Aisladores

Postes de concreto en general de 40 pies de longitud (indicadas en los planos y/o formularios, incluyendo los vientos y sus accesorios)

Herrajes para las cadenas de aisladores, accesorios para los cables, crucetas, elementos para el sistema de puesta a tierra y herrajes diversos.

#### 1.15.2.1 Conductores

Los conductores serán del tipo AAAC (Conductor de Aleación de Aluminio) de los calibres indicados en los planos.

Normas y Especificaciones. El diseño, la fabricación y las pruebas de los conductores deberán cumplir los requisitos y recomendaciones de la última edición de las normas aplicables, principalmente:

ASTM B-398 Aluminum Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes (Alambres de aleación de aluminio 6201-T81).

ASTM B-399 Concentric-Lay-Stranded 6201 J81 Aluminum Alloy Conductors (Cables de aleación de aluminio 6201-T81 cableado concéntrico).

Los conductores deberán las secciones, resistencia a la ruptura apropiada para soportar las condiciones climáticas. La resistencia eléctrica deberá estar acorde con las normas correspondientes.

El conductor deberá ser fabricado con hilos redondos trefilados en frío. La resistencia nominal del conductor completo deberá ser verificada por medio de pruebas reales.

El área del conductor completo deberá ser determinada por las dimensiones y cableada de los hilos. El arreglo y cableado de los hilos deberán ser tales que no ofrezcan tendencia a destorcerse o abrirse cuando sean cortados.

El conductor deberá ser cableado concéntricamente y apretadamente, y no deberán existir aflojamientos en la capa externa del cable, a temperaturas menores de 40°C. Cada capa deberá ser cableada en dirección opuesta a la anterior, de tal forma que la capa externa resulte con un cableado a la derecha. Cada hilo de aluminio individual deberá ser cableado de modo que cuando el conductor sea cortado por una sierra, todos los hilos permanezcan substancialmente en su lugar.

Será responsabilidad del Contratista realizar todas las pruebas mecánicas del conductor y otras pruebas y presentar los correspondientes informes. Si se dispone de informes de pruebas certificadas (pruebas previas similares) del material, la CAASD puede decidir si acepta éstas, sin realizar pruebas adicionales.

Los hilos de aluminio serán probados antes de efectuar el cableado.

Los hilos de aluminio serán sometidos a pruebas de tracción, flexión y resistividad, para verificar el cumplimiento de los requisitos de la especificación de la ASTM.

Las dimensiones y variaciones permisibles para los hilos de aluminio, y el conductor completo, deberán estar de acuerdo con las normas ASTM.

La CAASD se reserva el derecho de presenciar alguna o todas las pruebas. El Contratista debe notificar a la CAASD la realización de las pruebas con un mes de anticipación. Si el representante de la CAASD no asiste a la prueba, éstas serán realizadas por el Contratista y, en este caso los informes con resultados satisfactorios de las mismas serán enviados a la CAASD.

La longitud de cable del carrete patrón y las dimensiones del carrete deberán ser de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.

Los carretes y el recubrimiento deberán ser de material y construcción que garanticen el suministro del conductor al sitio de la obra, libre de daños; deberán soportar todas las solicitudes debidas a la manipulación y operaciones de tendido y prevenir daños a los conductores debidos a estas operaciones, cuando las prácticas y equipos de construcción empleados sean normales y adecuados. La madera utilizada deberá ser de buena calidad y químicamente tratada, para que sea resistente a la acción del ambiente. El revestimiento deberá ser firmemente fijado en su lugar por cintas de acero. No deberá haber proyecciones puntiagudas que puedan dañar el conductor dentro del carrete.

El revestimiento será de madera dura, resistente, adecuada para la protección del conductor en los carretes durante todas las condiciones de manipulación, transporte y almacenamiento.

El conductor en cada carrete deberá estar firmemente asegurado en cada extremo. El extremo exterior del conductor deberá ser fijado con el conductor bajo tensión. La tensión debe ser tal que no sea permitido aflojamiento para las capas internas. El conductor deberá ser apretado y uniformemente enrollado en el carrete. Cada vuelta deberá ser colocada contra el lado de la vuelta precedente y la primera y última vueltas en cada caja deberán ser dispuestas contra la pestaña del carrete.

Cada carrete deberá ser marcado de forma que indique los siguientes datos:

Nombre del fabricante

Nombre del comprador, número de la orden de compra y destino

Tipo y calibre del conductor

Longitud del conductor

Peso neto y bruto

Flecha en las dos caras del carrete, que indique el sentido en que el carrete girará al retirar el conductor. (El mismo en que debe ser rodado el carrete en la manipulación).

Las siluetas y dimensiones básicas de las estructuras corresponden a las indicadas en los planos.

Los postes deberán ser diseñados, fabricados y probados en todos los aspectos de acuerdo con las normas aplicables, al igual que las dimensiones y ubicación de huecos.

Los postes deberán tener una placa de identificación que contenga la siguiente información:

Comprador

Fabricado por

Altura

Fecha de fabricación

Las estructuras serán venteadas donde sea necesario y será de responsabilidad del Contratista el cálculo de los vientos correspondientes.

El Contratista deberá hacer pruebas adecuadas para determinar si el material entregado bajo estas especificaciones está estrictamente de acuerdo con ellas. Por otro lado, el representante de la CAASD podrá inspeccionar y aceptar o rechazar el material en la fábrica del Contratista. Cualquier costo en reparaciones y sustituciones de material defectuoso será por cuenta del Contratista, sin considerar el hecho de una aceptación previa en la fábrica.

El Contratista deberá entregar a la CAASD los informes de materia prima, indicando las propiedades físicas y químicas de cada lote de material con el cual las estructuras serán fabricadas, así como de las demás pruebas efectuadas durante la fabricación de las estructuras.

La CAASD se reserva el derecho de obtener muestras de cualquier lote de material que esté siendo fabricado, para pruebas independientes hechas en laboratorio de su elección, y de eliminar cualquier lote de material cuyas pruebas no cumplan los requisitos de las normas aplicables o de estas especificaciones.

El material deberá ser enviado por el Contratista, embalado y marcado correctamente para almacenamiento y subsecuente transporte terrestre.

El material deberá ser embalado en conformidad con las limitaciones y dimensiones de transporte especificadas.

El Contratista, deberá presentar una lista con todos los ítems, y hacer referencia a dicha lista, en los embarques parciales de material, para facilitar la identificación del material enviado.

#### *1.15.2.2 Elementos para vestidas de estructuras*

Los elementos para vestidas de las estructuras, están comprendidos por: crucetas, diagonales metálicas, bayonetas, aisladores tipo pin, aisladores tipo suspensión, grapas terminales, grapas de suspensión, pararrayos, cuchillas desconectadoras, cortacircuitos con fusibles y demás herrajes necesarios para la instalación de las vestidas de cada una de las estructuras, según el diseño detallado.

Los aisladores para las líneas a 12.5 kV del proyecto, serán del tipo pin y tipo suspensión, según normas clase AE-4 (ANSI C29.5 clase 55-4) y clase AS-1 (ANSI C29.2, clase 52-1) respectivamente.

Serán aplicables las normas de Herrajes y Accesorios para Redes y Líneas Aéreas de Distribución y energía eléctrica indicadas en los planos.

Los componentes de los conjuntos de herrajes, con excepción de las grapas de suspensión y amarre del conductor deberán ser preferiblemente forjados a partir de acero al carbono. También será considerado el hierro maleable, hierro nodular o aluminio, siempre que el Contratista pueda garantizar las mejores condiciones para satisfacer el desempeño mecánico y eléctrico requerido por estas especificaciones.

Los materiales ferrosos deberán ser galvanizados.

Las grapas de suspensión y de retención del conductor deberán ser de aleación de aluminio.

Las partes metálicas deberán estar libres de rebabas, cantos afilados, protuberancias y escorias y deberán ser uniformes para que las partes interconectables se ajusten perfectamente y puedan ser montadas y desmontadas con facilidad. Las partes de acero roscadas deberán ser galvanizadas y el exceso ser removido de las roscas. Las tuercas y contratueras deberán ser roscadas después de galvanizadas y deberán correr a lo largo de las roscas de los tornillos, sin necesidad de usar llave. Las clavijas deberán ser de cierre automático, para que no sea necesario curvar sus extremos después de instaladas.

Los conjuntos de herrajes para la suspensión del conductor, incluirán las varillas de blindaje para protección de los mismos. Las varillas deberán ser completamente preformadas y tener el mismo paso de la caja externa del conductor en el cual serán aplicadas. Las varillas deberán tener su centro marcado, para facilitar la instalación.

Las grapas de suspensión deberán ser capaces de retener el conductor sin ningún deslizamiento, bajo las condiciones de tiro unilateral igual al 25 % de la tensión de rotura del conductor y deberán tener una resistencia mínima a la rotura igual al 60% de la tensión de rotura del respectivo conductor.

Las grapas de retención del conductor serán del tipo pasante, pernadas tipo recta.

Las grapas de retención del conductor deberán tener una carga de rotura y una resistencia al deslizamiento respectivamente del 100% y 95% de la tensión nominal de rotura del correspondiente conductor.

Los conjuntos de herrajes de suspensión y de amarre deberán presentar una carga de ruptura compatible con la carga de ruptura del conductor o cable correspondiente.

Será responsabilidad del Contratista realizar las pruebas eléctricas y mecánicas establecidas en la norma que se aplique, y presentar los correspondientes informes. Si se dispone de informes de pruebas certificadas (pruebas previas similares), la CAASD puede decidir si acepta éstas, sin realizar pruebas adicionales.

Las pruebas a los aisladores deberán ser ejecutadas de acuerdo con las normas ANSI C-29.1 ó IEC-383.

El Contratista garantizará a la CAASD que el material suministrado está estrictamente de acuerdo con estas especificaciones. Será responsabilidad del Contratista realizar todas las pruebas mecánicas u otras pruebas y presentar el reporte de pruebas certificadas correspondientes.

Los elementos de las vestidas de las estructuras, deberán ser embalados en cajas de madera, con un forro impermeable. Las cajas deberán proporcionar protección adecuada contra la contaminación salina, ataque químico y daños durante el transporte terrestre. No se deberá mezclar en una sola caja, diferentes tipos de elementos, aún más si estos son frágiles.

Cada caja deberá tener una etiqueta o estar adecuadamente marcada, indicando los siguientes datos:

El nombre del fabricante

El nombre del comprador, número de la orden y destino

Tipo de elemento empacado

Para los aisladores, la resistencia electromecánica combinada de las unidades en kilogramos

Peso neto y bruto de la caja, en kilogramos

### *1.15.2.3 Accesorios para el conductor*

Los empalmes de tensión plena del conductor deberán ser del tipo a compresión y deberán consistir de una junta tubular (manguito) de acero, para compresión del núcleo y de un manguito de aluminio, de una pureza de por lo menos 99,5 %, para compresión del conductor completo. Este manguito deberá permitir la aplicación de un compuesto especial para garantizar la conductividad del conjunto.

Los empalmes deberán desarrollar un mínimo de 95% de la tensión nominal de ruptura del conductor. La conductividad de los empalmes no debe ser menor que la del conductor para el cual han sido diseñados.

Los conjuntos de reparación del conductor consistirán de un cuerpo tubular del tipo a compresión y de un compuesto fijador de conductividad, que debe garantizar que la conductividad del conjunto no sea menor que la del conductor.

La CAASD podrá aceptar conjuntos de reparación, del tipo preformado.

Los amortiguadores de vibraciones tipo Stockbridge serán instalados en los conductores. La grapa del amortiguador deberá tener un área de contacto suficientemente grande para no permitir la deformación del cableado de aluminio. Cada peso del amortiguador debe poseer

un orificio de drenaje, posicionado en el fondo de cada peso, cuando el amortiguador sea instalado.

El material debe ser expedido por el Contratista, embalado adecuadamente y tratado para embarque, almacenaje prolongado y subsecuente transporte terrestre.

El Contratista preparará y entregará a la CAASD una lista detallada del material y deberá referirse a ésta en su lista de embalaje para los embarques parciales de material, con el fin de facilitar su identificación.

#### *1.15.2.4 Herrajes misceláneos*

Los conectores y grapas deberán cumplir las normas NEMA CC1 y CC3 que sean aplicables, en su última revisión.

Los conectores y grapas bifilares para los conductores serán de aleación de aluminio.

El electrodo para puesta a tierra estará constituido por una varilla Cooperweld de un diámetro de  $\frac{3}{4}$  “.

Las grapas bifilares deberán cumplir la norma NEMA. CC3. “Connectors for Use Between Aluminum or Aluminum Copper Overhead Conductors”.

El material debe ser expedido por el Contratista, embalado adecuadamente y tratado para embarque, almacenaje prolongado y subsecuente transporte terrestre.

El Contratista preparará y entregará a la CAASD una lista detallada del material y deberá referirse a ésta en su lista de embalaje para los embarques parciales de material, con el fin de facilitar su identificación.

### 1.15.2.5 *Equipo de medida de la energía eléctrica*

Los transformadores de corriente y de potencial para la medida de la energía se instalarán en postes de concreto, las características de estos transformadores y del medidor de energía están indicadas en los planos. La instalación y características finales se coordinarán con la empresa suministradora de energía local.

### 1.15.3 Transformadores

En esta sección se especifican los requisitos para el diseño, fabricación, pruebas y suministro de los transformadores de potencia, para la planta, los cuales deberán ser suministrados completos para su correcta operación.

#### 1.15.3.1 *Normas*

Los transformadores deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las siguientes normas:

Publicación IEC 60076 "Power transformers".

NEMA PUB.TR1, "Transformers, Regulators and Reactors".

ANSI/IEEE C57, "Distribution, power and regulating transformers".

#### 1.15.3.2 *Transformadores en aceite*

Los devanados de los transformadores deberán ser fabricados con conductores de cobre, con materiales de aislamiento clase A. Los terminales de baja tensión deben ser ubicados en la tapa del transformador y se deberá instalar un cerramiento con marco alrededor de estos terminales para el acople con el ducto de barras de conexión con el tablero de distribución.

Los transformadores en aceite tendrán las siguientes características, adicionales a las establecidas en las normas:

Los transformadores tipo pedestal estarán conformados por el compartimiento del transformador autoprotegido con un seccionador de maniobra y fusibles, compartimiento de terminales de media tensión de frente muerto y compartimiento de terminales de baja tensión, dispuestos dentro de gabinetes tipo intemperie, con puertas con cerraduras, de tal forma que todos los componentes y conexiones eléctricas queden inaccesibles a las personas. El transformador tipo pedestal debe cumplir con las normas.

Los transformadores serán del tipo sumergido en aceite con refrigeración ONAN y materiales de aislamiento clase A, con bobinas de conductores de cobre.

Los transformadores tendrán las siguientes características, adicionales a las establecidas en las normas:

Tipo	Pad Mount, Trifásico, en aceite.
Voltaje nominal primario:	12470 Vca
Voltaje nominal secundario en vacío:	480 Vca
Capacidad: (indicada en planos)	KVA
Enfriamiento:	ONAN
Cambiador de derivaciones en vacío:	+/-2 x 2.5% en el lado de alta tensión
Tipo de conexión del transformador:	
- En alta tensión:	Delta
- En baja tensión:	Estrella con neutro sólidamente a tierra
Grupo de conexión	DYn5
Eficiencia mínima:	99.5%

Se deben incluir todos los accesorios y protecciones del transformador, tales como:

Válvulas de llenado y de vacío.

Válvulas para toma de muestras.

Válvulas de drenaje.

Indicador de nivel de aceite con contactos.

Caja terminal de cableado de las señales del transformador.

Se deberán suministrar todos los accesorios estándar establecidos en las normas aplicables.

Junto con los transformadores tipo pedestal se deberá suministrar un seccionador de operación bajo carga para 200 A, 15 kV, de tres vías con cuatro posiciones que permita la conexión de los circuitos de entrada, salida y al transformador como se indica a continuación:

Posición seccionador	Seccionador de circuito de entrada	Seccionador de circuito de salida	Seccionador de salida transformador
Posición 1	Cerrado	Cerrado	Cerrado
Posición 2	Cerrado	Cerrado	Abierto
Posición 3	Cerrado	Abierto	Cerrado
Posición 4	Abierto	Abierto	Abierto

El seccionador deberá estar en un compartimiento independiente de los transformadores, de las mismas características constructivas de los gabinetes de los transformadores

Los transformadores y el seccionador deben ser adecuados para instalación a la intemperie y deben ser suministrados con terminales tipo codo de 200 A, 15 kV adecuados para cables de cobre calibre 2 AWG, con aislamiento XLPE 133%, para las conexiones de alta tensión y con un interruptor del tipo de caja moldeada con protección termomagnética ajustable en el lado de baja tensión.

### 1.15.3.3 Transformadores secos

Los transformadores secos tendrán las siguientes características, adicionales a las establecidas en las normas:

Típo:	Trifásico
Voltaje nominal primario:	480 Vca
Voltaje nominal secundario:	208 Vca
Capacidad:	Según planos
Enfriamiento:	AN
Cambiador de derivaciones en vacío:	+/-2 x 2.5% en el lado de alta tensión
Tipo de conexión del transformador:	
- En alta tensión:	Delta
- En baja tensión:	Estrella con neutro sólidamente a tierra
Grupo de conexión	DYn5

Los transformadores secos deberán ser de tipo cerrado NEMA 3R, trifásicos, con aislamiento clase H, 180 C o superior, con devanados en aluminio. El núcleo del transformador deberá ser de acero de grano orientado, de bajas pérdidas. El núcleo deberá ser recubierto con una laca a base de resinas para protección contra la corrosión.

Los transformadores secos deberán ser suministrados instalados en una celda metálica, auto soportada, para uso en exterior, encapsulado NEMA 3R. La estructura de la celda será apropiada para resistir los esfuerzos a que estará sometida durante el transporte y la instalación.

Deberá cumplir y estar listado NEMA, ANSI, UL

Se deben incluir planos dimensionales, características eléctricas completas especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos de los equipos y accesorios.

#### 1.15.3.4 *Ensamble y pruebas en fábrica*

Los transformadores serán completamente ensamblados en la fábrica y se les harán las pruebas eléctricas y mecánicas de fábrica rutinarias exigidas en las normas, para asegurar la calidad y la operación confiable de todas sus partes. El equipo de prueba en la fábrica y los métodos de prueba empleados se ajustarán a las exigencias aplicables de las normas IEC, ANSI, IEEE o NEMA y estarán sujetos a aprobación del Cliente. El Contratista suministrará, antes del despacho, para aprobación del cliente, tres copias certificadas de los protocolos incluyendo los resultados completos de todas las pruebas efectuadas. El costo de todas las pruebas, debe ser asumido por el Contratista e incluido en el precio de los equipos.

#### 1.15.3.5 *Documentos a entregar*

Una vez probados los equipos y autorizado su despacho el contratista deberá suministrar dos copias en papel de los planos eléctricos y mecánicos de los equipos, con los manuales de instalación, operación y mantenimiento de los mismos y sus componentes. Adicionalmente deberá suministrar una copia en medio magnético de la información indicada anteriormente, en versión de software de uso común.

#### 1.15.3.6 *Características técnicas de los equipos*

El Proponente deberá anexar información técnica de los equipos a suministrar, que permita verificar sus características y su aplicación al proyecto de acuerdo con lo solicitado en estos documentos.

Transformadores de potencia		
	Fabricante de los transformadores en aceite	_____
	Fabricante de los transformadores tipo seco	_____

	Tipo de aislamiento de los transformadores tipo seco	<hr/> <hr/>
	Fabricante de los transformadores de tipo pedestal	<hr/> <hr/>

#### 1.15.4 Planta de Emergencia

##### 1.15.4.1 Alcance del trabajo

En esta sección se especifican los requisitos detallados para el diseño, pruebas y suministro de las plantas generadoras Diésel de la potencias indicadas en los planos y/o formularios, factor de potencia 0,8, 480 V, 60 Hz, trifásica, completa con equipos auxiliares, sistema de arranque eléctrico, control y accesorios que deberán ser suministrados para la estación de bombeo para el acueducto de acuerdo con estas especificaciones.

##### 1.15.4.2 Normas

La planta generadora Diésel deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las normas emitidas por las siguientes asociaciones, para materiales, diseño y pruebas:

ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
NFPA	National Fire Protection Association
DEMA	Diesel Engine Manufacturers Association
BS	British Standards Institution

Adicionalmente, la planta generadora Diesel y su equipo auxiliar deberán cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas:

NEMA MG1	"Motors and Generators"
NEMA LA-1	"Lightning Arresters"
NEMA 250 maximum)"	"Enclosures for electrical equipment (1000 Volts
ANSI C50.10 Machines"	"General Requirements for Synchronous
ANSIC37-20 Enclosed Bus"	"Switchgear Assemblies Including Metal
ANSI C57.13	"Instrument Transformers"
ANSI C39.1	"American Standard Requirements for Electrical Indicating Instruments"

#### 1.15.4.3 *Características generales*

La planta generadora Diesel deberá ser un producto de producción regular de un fabricante vinculado regularmente a la producción de estos equipos y adaptada a los requerimientos de estas especificaciones.

El conjunto deberá ser nuevo, ensamblado y probado en fábrica y deberá ser suministrado completo con todos los accesorios requeridos para la operación satisfactoria y lista para su puesta en servicio.

Los equipos deberán ser diseñados, construidos y protegidos para asegurar una larga vida de servicio continuo, cuando se operen bajo las condiciones ambientales encontradas en el trópico.

La planta generadora deberá consistir de un motor Diésel, directamente acoplado al generador, ambos montados sobre una base común de acero, de construcción rígida. El conjunto deberá ser instalado completo dentro de un contenedor metálico, incluyendo el

tanque diario de combustible. Los pernos de anclaje, los aisladores para vibraciones y las lengüetas para el alce deberán ser suministrados por el contratista y dispuestos donde sean necesarios. El acople entre el generador y el motor Diésel deberá ser de un tipo flexible que proporcione un alineamiento seguro. El equipo deberá ser fácilmente accesible para inspección y mantenimiento.

#### *1.15.4.4 Condiciones de operación*

La planta generadora Diésel deberá ser conectada a través de un interruptor de potencia extraíble de bajo voltaje al tablero de distribución a 480 V.

La planta de emergencia se energizará en forma automática, mediante la orden del tablero de la transferencia, la cual tendrá los bloqueos electromecánicos necesarios para evitar la energización simultánea de dos fuentes de alimentación.

La capacidad de la planta generadora Diésel deberá estar prevista para operación continua del conjunto, y deberá ser equipada con todos los accesorios necesarios para operación, tales como: radiador, ventilador, filtros de aire, de aceite y de combustible, bomba para aceite de lubricación, bomba para transferencia de combustible, bomba inyectora de combustible, bomba para agua de refrigeración, alternador para cargar las baterías, regulador de velocidad y regulador de voltaje. La planta deberá ser capaz de producir continuamente la potencia nominal en KW, con un factor de potencia de 0,8, para las condiciones ambientales y la altitud del sitio de instalación. El voltaje de salida deberá ser 480 V, 4 hilos, 3 fases, 60 Hz. La capacidad para suministro de potencia continua de la planta Diésel deberá ser determinada por el contratista de acuerdo con las características de los motores de las bombas, los arrancadores y las cargas de alumbrado y tomas a ser alimentadas desde la planta y no deberá ser inferior a la requerida en estas especificaciones

El conjunto será provisto con un dispositivo de control que permita arranque manual y automático. Para el arranque automático, deberá ser enviada una señal a partir de la secuencia automática de control del tablero de 480 V, cuando falle la alimentación principal a 480 V.

El Contratista deberá proveer en los equipos todos los contactos auxiliares libres de potencial, cableados a borneras, para señalización y alarmas, requeridos en el sistema de supervisión remota, indicado en estas especificaciones.

El conjunto deberá obedecer las siguientes condiciones de paro y alarmas:

En caso de falla en el regulador de velocidad, detectada por el dispositivo de sobre velocidad, que pueda conducir al embalamiento del motor, se deberá producir un paro automático de emergencia, con alarmas visuales y audibles.

Por bajo y alto nivel de combustible en el tanque de servicio diario, deberán darse las correspondientes alarmas visuales y audibles.

En caso de bajo nivel y/o baja presión de aceite, el motor deberá parar automáticamente y se deberán dar alarmas visuales y audibles.

Cuando exista alta temperatura en el agua de las camisas del motor, el mismo deberá parar automáticamente y se deberán dar alarmas visuales y audibles. Estas deberán darse también por fallas en el sistema de calentamiento de agua. Adicionalmente, deberán darse alarmas visuales y audibles por bajo nivel de agua en el circuito de refrigeración.

El funcionamiento automático programado (cada ocho o cada quince días) de la planta deberá anunciarse en su tablero de control por una alarma visual y audible, con antelación de 15 segundos antes del arranque.

La planta deberá ser adecuada para suministrar la potencia requerida bajo las siguientes condiciones del sitio de instalación: 118 metros sobre el nivel del mar, temperatura ambiente promedio de 27,5 grados centígrados y humedad relativa del 82%.

#### *1.15.4.5 Detalles de los equipos*

##### **Motor Diésel**

El motor Diésel deberá ser apropiado para trabajo severo ("heavy-duty"), del tipo de encendido por compresión, de varios cilindros, de eje horizontal, cilindros verticales en línea o tipo V, refrigerados con agua, ciclo de 4 tiempos, turbo-cargado, con válvulas superiores, sistema de arranque eléctrico y equipado con una volante encerrada, uno o más filtros de aire de tipo seco o de tipo húmedo, cubiertas y los accesorios aquí especificados o requeridos.

Los cilindros del motor deberán tener camisas removibles de tipo húmedo fabricadas con una aleación de hierro de grano fino; cigüeñal de una sola pieza balanceado estática y dinámicamente, hecho de acero forjado con tratamiento de calor y con muñones para las bielas endurecidos por inducción; bloque para cilindros fundido con hierro gris de grano fino; árbol de levas hecho de acero forjado y endurecido con tratamiento de calor, con levas integradas en el eje; pistones de aleación de aluminio y asientos de válvulas reemplazables.

*Capacidad.* El vendedor deberá presentar las curvas certificadas de la potencia del motor, mostrando la aprobación del fabricante respecto de la capacidad del motor para suministro de potencia de emergencia.

*Velocidad.* La velocidad del motor no deberá exceder de  $1800 \text{ min}^{-1}$  para operación normal a plena carga.

*Combustible.* El motor deberá ser capaz de funcionar satisfactoriamente con combustible para motores Diésel (ACPM), de las siguientes propiedades:

Gravedad API	35
Punto de inflamación, en °C, min.	51
Viscosidad Cst/40°C	2,0 a 5,8
Índice cetánico, mín.	45
Azufre, % en masa, máx.	0,2
Cenizas, % en masa, máx.	0,2
Destilación	

Punto inicial de destilación, en °C, máx.	216
Porcentaje que destila a 300°C, mín.	50
Porcentaje que destila a 360°C, mín.	90
Punto final de destilación, en °C	390
Agua y sedimento, % en volumen, máx.	0,1
Poder calorífico kcal/kg	10700

*Regulador de velocidad.* La velocidad del motor deberá ser controlada por un regulador electrónico, el cual deberá mantener controlada la velocidad en un rango de 1,8 ciclos, con base en 60 ciclos para variaciones de la carga del generador desde vacío hasta plena carga.

La frecuencia para cualquier carga constante, incluyendo la condición de vacío, deberá permanecer dentro de un ancho de banda de estado estable de más o menos 0,25% de la frecuencia nominal. El regulador deberá incorporar un dispositivo electrónico para ajuste de frecuencia, local, que proporcione como mínimo un ajuste de la velocidad entre 90 y 110% de la velocidad nominal. Para la conexión automática de la planta Diésel a la carga la característica de operación del regulador deberá ser tal que permita obtener un comportamiento isocrónico. Para evitar embalamiento del motor en el evento de alguna falla en el regulador de velocidad, deberá suministrarse un dispositivo de sobre velocidad el cual deberá producir un paro automático de emergencia, con alarmas visuales y audibles.

*Sistema de combustible.* El sistema de combustible deberá incluir una bomba para traslado de combustible desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque de combustible de servicio diario y un elemento filtrante de combustible convenientemente localizado y con los accesorios requeridos para facilitar su mantenimiento.

El tanque de combustible de servicio diario será montado en la base de la máquina para proveer un suministro de combustible inmediato una vez arranque el motor. El tanque deberá equiparse con un flotador para el control automático de la cantidad de combustible

suministrado a éste, controlando el arranque y paro de la bomba de combustible. Deberán darse alarmas por bajo y alto nivel de combustible en el tanque de servicio diario. La capacidad del tanque de servicio diario deberá fundamentarse en que el suministro de combustible sea suficiente para un período no menor de ocho horas de operación del motor a plena carga. Una señal de muy bajo nivel de combustible, inferior al nivel de alarma, deberá producir el paro de la planta.

*Lubricación.* El motor deberá tener una bomba para aceite de lubricación, del tipo de engranaje, para suministrar aceite a presión para lubricación de los cojinetes principales, cojinetes de los muñones del cigüeñal, pistones, eje del pistón, engranaje de distribución, cojinetes del árbol de levas, y el mecanismo balanceador de las válvulas. El sistema de lubricación deberá incluir un enfriador de aceite y filtros de aceite del tipo de flujo completo, convenientemente localizados y con los accesorios requeridos para facilitar su mantenimiento.

Los filtros deberán ser equipados con un "by-pass" o circuito en derivación, activado por un resorte cargado, para asegurar la circulación de aceite en el eventual caso de que los filtros se lleguen a obstruir. En el sistema se deberán incluir adicionalmente los accesorios y equipos requeridos para la instalación de los indicadores de nivel de aceite, y de los detectores de presión de aceite y de temperatura.

Cuando exista bajo nivel y/o baja presión de aceite, el motor se deberá parar automáticamente y se deberán dar alarmas visuales y audibles.

*Sistema de arranque.* El motor se deberá equipar con un sistema de arranque eléctrico, a 24 Vc.d. con capacidad suficiente para impulsar el motor hasta una velocidad tal que permita el arranque completo del motor por combustión Diésel. El sistema deberá suministrarse completo, con todos los componentes y accesorios, como se especifica aquí y como se requiera para la operación adecuada de la planta generadora, incluyendo baterías, alternador para cargar las baterías, cargador estático de baterías, motor de arranque,

accesorios y controles. Las baterías deberán ser del tipo plomo-ácido, selladas, libres de mantenimiento, del tipo estacionario y con capacidad suficiente para arrancar el motor Diésel un mínimo de cuatro (4) veces antes de recargarlas, impulsando en cada una de ellas el motor por lo menos durante 40 segundos, con intervalos de 15 segundos entre arranques, a las condiciones del sitio, especificadas anteriormente. Junto con las baterías se deberán suministrar sus válvulas de seguridad, su estante, los cables y los accesorios requeridos para su instalación. Preferiblemente se deberá instalar el estante junto con la base del conjunto. El alternador para cargar las baterías deberá tener capacidad suficiente para recargar las baterías a su condición normal requerida por el sistema de arranque. El cargador estático de baterías, deberá ser automático, proporcionando una carga de flotación y una carga rápida a las baterías cuando éstas no se encuentren sometidas a la carga por medio del alternador, y con una capacidad mínima de diez (10) Amperios para mantener completamente cargadas las baterías. En el sistema de arranque se deberá incluir un dispositivo sensor de velocidad que coloque fuera de servicio este sistema cuando el motor haya arrancado. El sistema de 24 V c.d. deberá ser utilizado adicionalmente como fuente auxiliar para los circuitos de control y protección de la planta y sus accesorios.

*Sistema de refrigeración.* El motor deberá ser suministrado con un sistema de refrigeración con capacidad suficiente para refrigerar el motor cuando la planta generadora Diésel esté funcionando a la capacidad nominal bajo las condiciones de temperatura ambiente y de altitud del sitio de operación especificadas anteriormente.

Para mantener el motor a un nivel de temperatura adecuado, éste deberá equiparse con una bomba de circulación de agua, del tipo centrífugo impulsada por el motor, y con las válvulas termostáticas que se requieran. Igualmente, en el sistema de refrigeración se deberán incluir calentadores para el agua, controlados termostáticamente, para asegurar el mantenimiento de la temperatura del agua en el bloque del motor entre 50 y 60 grados centígrados, para facilitar el arranque del motor. Los calentadores deberán ser adecuados para operar en un sistema eléctrico trifásico

de corriente alterna, con tensiones de 480 V entre fases y 277 V entre fases y neutro.

El motor deberá equiparse con un radiador y un ventilador del tipo y capacidad recomendados por el fabricante de los mismos. Un protector rígido deberá encerrar las partes laterales y superiores de todos los componentes en movimiento entre el motor y el radiador. Para adecuar la instalación de los radiadores con las paredes del contenedor metálico, se deberán suministrar protectores flexibles que conduzcan efectivamente el aire caliente al exterior. Las dimensiones del núcleo del radiador y el flujo de aire requerido para una adecuada refrigeración del motor y del generador deberán ser determinadas por el fabricante y se deberán dejar en el contenedor metálico las perforaciones con persianas motorizadas adecuadas para garantizar el flujo de aire requerido para la refrigeración de la planta Diésel. Deberán suministrarse los termostatos, filtros de agua, y los accesorios que sean requeridos para una operación satisfactoria y para facilitar el mantenimiento. Cuando exista alta temperatura en el agua de las camisas del motor, el mismo deberá parar automáticamente y se deberán dar alarmas visuales y audibles. Estas deberán darse también por fallas en el sistema de precalentamiento de agua. Adicionalmente deberán darse alarmas visuales y audibles para bajo nivel de agua en el circuito de refrigeración.

*Sistema de gases de escape.* El motor deberá ser suministrado con un sistema de gases de escape con un silenciador adecuado, del tipo industrial. En el sistema se deberá incluir para cada salida de los gases de escape en el motor y en el silenciador un adaptador continuo y flexible. El sistema deberá incluir toda la tubería, las conexiones y los accesorios que se requieran para su instalación.

*Controles.* El motor Diésel deberá tener sus controles y los siguientes instrumentos de señalización cuidadosamente dispuestos en un panel de instrumentos: temperatura y presión del aceite, temperatura del agua, contador de tiempo de servicio y tacómetro. Además, un selector de control con las posiciones "Automático", "Desconectado" y "Manual" o "Prueba" y un juego de pulsadores arranque-parada. Adicionalmente el panel de instrumentos deberá

disponer de un amperímetro para el sistema de carga de las baterías que es alimentado por el alternador.

El fabricante de la planta Diésel deberá suministrar los contactos eléctricos necesarios para las funciones de alarma visual y audible que serán instaladas en el anunciador de alarmas del tablero de distribución a 480 Vc.a.

### Generador

*Capacidad.* El generador deberá ser sincrónico, 480V, factor de potencia 0,8, 60 Hz, trifásico, cuatro hilos, y su capacidad deberá ser de las potencias indicadas en los planos y/o formularios para un funcionamiento continuo en suministro de potencia de emergencia.

*Construcción.* El generador deberá ser del tipo sin escobillas (Brushless) y equipado con una excitatriz trifásica. El conjunto deberá ser auto-ventilado, y acoplado, por medio de un acople flexible, directamente a la volante del motor. La carcasa del generador deberá atornillarse directamente a la carcasa de la volante del motor y deberá tener un solo cojinete de bolas para soporte del rotor.

El generador deberá cumplir con la última edición de la norma NEMA MG1. El aislamiento deberá ser clase F, compatible con las condiciones del sitio de operación y con la norma mencionada anteriormente. El incremento de temperatura del rotor y el estator medido por el método de resistencia a 480 Voltios, deberá ser de 105°C para suministro de potencia de emergencia.

En el generador, el vendedor deberá suministrar detectores de temperatura del tipo de resistencia, embebidos en el material aislante del devanado del estator, hechos de platino con una resistencia de 100 ohmios a 0°C y localizados de tal forma que detecten la temperatura de las partes más calientes del devanado.

El cableado entre el detector de temperatura y la caja de terminales y entre la caja de terminales y los indicadores, deberá ser hecho por el vendedor de la planta Diésel, con cables apantallados.

La excitatriz, cuya tensión de salida deberá alimentar el devanado de excitación del generador, deberá incorporar un rectificador rotatorio de onda completa, trifásico, con diodos de silicio sellados herméticamente, del tipo metálico, y dimensionados para la condición máxima permisible de arranque de motores. Para proteger el circuito de diodos contra condiciones transitorias, se deberán conectar entre ellos protectores apropiados y normalizados contra ondas de impulso.

El rotor deberá ser balanceado dinámicamente hasta una sobre velocidad del 25% y deberá ser impregnado con resinas compatibles con el aislamiento para darle resistencia contra la abrasión y la humedad. El cojinete del eje del rotor deberá ser del tipo encerrado, con provisiones para facilitar el mantenimiento a través de tubos de engrase que se deberán extender hasta el exterior de la carcasa del generador. El cojinete deberá ser diseñado para una vida mínima B-10 de 40000 horas.

El estator deberá ser hecho de acero de alto grado eléctrico (Electrical High Grade Steel), y el diseño del devanado deberá ser tal que la distorsión de la forma de la onda del tercer armónico sea eliminada. El devanado del estator deberá ser impregnado con resinas compatibles con el aislamiento para darle resistencia contra la abrasión y la humedad. La distorsión de la forma de onda por armónicos no deberá exceder del 5% del total del valor eficaz (R.M.S.) medido línea a línea para la carga nominal.

El generador deberá ser suministrado con cajas terminales ventiladas, fijadas a la carcasa del mismo, para las conexiones eléctricas de potencia y control. Las cajas deberán tener entradas roscadas para tubos en la parte inferior y cubiertas con empaques.

Se deberá incluir un regulador de voltaje del tipo de construcción de estado sólido, con control por tiristores (SCR), sin partes en movimiento, y deberá controlar las tres fases del generador para proveer un buen funcionamiento para cargas eléctricas balanceadas o desbalanceadas.

La regulación de voltaje del generador desde vacío hasta plena carga deberá permanecer dentro de una banda de más o menos dos por ciento (2%) del voltaje nominal, y la estabilidad de voltaje en estado estable deberá permanecer dentro de un rango de más o menos uno por ciento (1%) del voltaje nominal. El regulador deberá incorporar un dispositivo electrónico para ajuste de voltaje local que proporcione como mínimo un ajuste de voltaje de más o menos cinco por ciento (5%) del voltaje nominal.

Las tarjetas de los circuitos impresos del regulador y los diodos y tiristores de control deberán ser herméticamente sellados para protegerlos contra la humedad.

Funcionamiento. La regulación de frecuencia desde vacío hasta plena carga deberá variar de acuerdo con lo definido para el funcionamiento del regulador de velocidad del motor y, la variación de frecuencia en estado estable no deberá exceder de más o menos 0,25%.

Durante el arranque del motor de la bomba la caída de tensión en la planta no debe afectar la operación de las lámparas de descarga y fluorescentes ni los equipos de control alimentados desde la planta Diésel. El contratista deberá seleccionar la capacidad de la planta Diésel considerando esta restricción, las características de los equipos a alimentar y el arranque de la bomba a través de un arrancador del tipo de voltaje reducido con autotransformador.

#### *1.15.4.6 Equipos de control y accesorios*

Tablero de control de la planta Diésel. El tablero de control de la planta Diésel deberá ser una estructura auto-soportada y auto-estable. Este tablero deberá contener los controles y la instrumentación del motor Diésel, un voltímetro, un amperímetro, un vatímetro, un frecuencímetro, los selectores de fases y neutro, con posición "Desconectado", necesarios para el voltímetro y el amperímetro, un relé térmico (función 49), el control automático de arranque y parada y las lámparas de señalización requeridas. En el tablero se deberán incluir los transformadores de corriente y potencial requeridos para los funciones de medida y de protección.

El contratista podrá proponer un tablero con pantalla LCD para visualizar valores eléctricos, mecánicos, de alarma y falla.

Sistema automático de control. El sistema automático de control deberá estar constituido por una unidad electrónica, con base en microprocesador, que opere las funciones de arranque y parada de la planta y efectúe el control del motor Diésel.

Este sistema deberá estar equipado con pulsadores que permitan seleccionar las funciones "Automático", "Desconectado" y "Manual" o "Prueba", pulsadores de arranque, paro y lámparas de señalización energizadas por los sistemas de seguridad. Para las funciones de control, protección, señalización y alarma se deberán multiplicar los contactos de los diferentes controles y protecciones que se instalen en el tablero de control de la planta Diésel, para propósitos de señalización remota.

La unidad electrónica de control deberá proporcionar en el modo de operación automático, un arranque automático de la planta por falta de tensión en la red cuando falle el alimentador principal, una vez reciba la señal para arranque enviada por el sistema de control del tablero de distribución a 480 Vc.a., previendo un mínimo de cuatro arranques y tres períodos de descanso y la señalización correspondiente para indicar que el motor no ha arrancado después de haber terminado el ciclo de arranques. Al restablecerse la tensión de la red, se deberá producir la conmutación entre la planta y la red, permaneciendo el motor funcionando en condiciones de vacío durante un período de tiempo programable a ser definido por el fabricante del motor. En este modo de operación también se deberá disponer de un arranque automático de la planta en forma periódica controlado por un mecanismo programable sincrónico con base en reloj, que proporcione un arranque semanal, una operación en vacío de la planta durante un tiempo programable entre media hora y dos horas y un retorno a condiciones normales. El arranque periódico deberá incluir un selector para colocarlo manualmente fuera de servicio, no deberá operar cuando el motor se encuentre en servicio y su funcionamiento deberá anunciarse en el tablero de control de la planta Diésel por una alarma visual y audible con antelación de 15 segundos antes del arranque. En el modo de operación manual, la

unidad electrónica de control deberá disponer de todos los pulsadores requeridos para que el operador pueda controlar a su voluntad el arranque y paro de la planta.

*Transformadores de instrumentos.* El contratista deberá suministrar e instalar transformadores de corriente y potencial, como se indica en el diagrama unifilar eléctrico del tablero de distribución y el centro de control de motores No. 1, para los circuitos de medida y protección. Los transformadores de instrumentos deberán ser montados dentro de la carcasa del generador, en el tablero de control o en una caja fijada a la carcasa del generador.

Transformadores de corriente. Los transformadores de corriente deberán ser del tipo aislado con resina moldeada, de diseño compacto y de alta rigidez mecánica.

La capacidad y la clase de precisión para los núcleos de medida y protección deberán estar de acuerdo con los circuitos alimentados por ellos y deberán ser determinadas por el contratista teniendo en cuenta los relés e instrumentos que serán conectados. Estas características deberán ser coordinadas con los equipos instalados en el tablero de distribución a 480 Vc.a. de la estación de bombeo.

Los transformadores de corriente deberán tener las siguientes características eléctricas:

Voltaje nominal (fase a fase)	480 V
Clase de aislamiento	600 V
Nivel de aislamiento al impulso básico (BIL)	10 kV
Voltaje a frecuencia industrial no disruptivo	4 kV
Frecuencia	60 Hz
Corriente secundaria nominal	5 A
Capacidad de corriente para esfuerzos mecánicos	25 kA

Capacidad de corriente para esfuerzos térmicos (1 seg)	10 kA
Factor de capacidad de corriente permanente, basado en 30°C	1,33

*Transformadores de potencial.* Los transformadores de potencial deberán ser del tipo aislado con resina moldeada, con fusibles limitadores de corriente para protección en el lado primario y con interruptores tipo miniatura ("Miniature circuit breaker"). El contratista deberá suministrar para la planta generadora Diésel tres (3) transformadores de potencial, relación 480 - 120 V para protección y medida.

La capacidad y la clase de precisión de los transformadores de potencial deberán estar de acuerdo con los circuitos alimentados por ellos y deberán ser determinadas por el contratista, teniendo en cuenta los relés e instrumentos conectados.

Los transformadores de potencial deberán tener las siguientes características eléctricas:

Voltaje primario nominal	480 V
Voltaje secundario nominal	120 V
Relación de transformación	4:1
Clase de aislamiento	600 V
Nivel de aislamiento al impulso básico (BIL)	10 kV
Frecuencia	60 Hz

Conexión de la carga Trifásica

Pararrayos. La planta generadora Diésel deberá ser suministrada con tres pararrayos, diseñados para usar en un sistema trifásico 480V, 60 Hz, con conexión de neutro efectivamente aterrizado y para montaje interior. Los pararrayos deberán ser localizados en la caja de terminales del generador o en el tablero de control del generador. Los pararrayos deberán ser suministrados con terminales de línea y tierra, tornillos y arandelas para montaje.}

Los pararrayos deberán tener las siguientes características eléctricas:

Voltaje nominal del sistema	480 V
Voltaje nominal del pararrayos	650 V
Voltaje del impulso máximo para disrupción:	
Onda de 1,2x50 micro seg., valor de cresta	3,5 kV
Frente de onda, valor de cresta	3,8 kV
8x20 msec., corriente de descarga 5 kA, valor de cresta	5 kV

#### 1.15.4.7 *Ensamble y pruebas en fábrica*

La planta generadora Diésel deberá ser ensamblada y probada en la fábrica para asegurar su funcionamiento de acuerdo con los requisitos de estas especificaciones.

El motor Diésel deberá ser sometido a las siguientes pruebas en fábrica, realizadas de acuerdo con las normas ANSI aplicables:

- Pruebas de carga: al 25, 50, 75, 100 y 110 por ciento de la capacidad nominal.
- Prueba de sobre velocidad
- Prueba del regulador de velocidad

- Prueba de arranque

El generador deberá ser sometido a las siguientes pruebas en fábrica, realizadas de acuerdo con las normas ANSI aplicables:

- Resistencia de los devanados del estator y del rotor
- Incremento de temperatura
- Pérdidas y eficiencia
- Pruebas dieléctricas de todos los devanados
- Determinación de características de voltaje en vacío y de cortocircuito trifásico.

Para la realización de las pruebas, el contratista se deberá ceñir a los requisitos establecidos en estos documentos.

#### *1.15.4.8 Partes de repuesto*

El contratista deberá suministrar las partes de repuesto que solicite la CAASD. Los repuestos deberán ser despachados al mismo tiempo que las partes correspondientes de la planta generadora Diésel.

Adicionalmente a las partes de repuesto mencionadas anteriormente, el proponente deberá someter precios para algunas partes de repuesto adicionales que puedan ser necesarias para los equipos ofrecidos.

Todas las partes de repuesto suministradas deberán ser intercambiables con sus partes originales y deberán ser hechas de los mismos materiales y mano de obra que las correspondientes a la planta generadora Diésel suministrada bajo estas especificaciones.

#### **1.15.5 Tableros de Distribución y CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (MCC'S)**

##### *1.15.5.1 Normas*

Los tableros de distribución y sus accesorios deberán cumplir con los requisitos aplicables de la última edición de las siguientes normas, en cuanto a materiales, diseño y pruebas o ensayos.

Entidad	Norma	Descripción	Aplicación
IEC	60694	Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards	Generales diseño
ANSI	C37.13	Standard for Low-Voltage AC Power Circuit Breakers Used in Enclosures	Interruptores
ANSI	C37.16	Low-Voltage Power Circuit Breakers and AC Power Circuit Protectors Preferred Ratings, Related Requirements, and Application Recommendations	Interruptores
ANSI	C37.20.1	Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear	Interruptores
ANSI	C57-13	Instrument transformers	Transformadores de medida
UL	891	UL Standard for Safety Dead-Front Switchboards	Tableros
UL	1066	UL Standard for Safety Low-Voltage AC and DC Power Circuit Breakers Used in Enclosures	Interruptores
UL	1558	UL Standard for Safety Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear	Interruptores
NEMA	AB-1	Molded case circuit breakers	Interruptores
IEC	60715	Dimensions of Low-Voltage Switchgear and Controlgear Standardized Mounting on Rails for Mechanical Support of Electrical Devices in Switchgear and Controlgear	Tableros

Entidad	Norma	Descripción	Aplicación
		Installations	
IEC	60439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies	Tableros
IEC	60947	Low-voltage switchgear and controlgear	Tableros

#### 1.15.5.2 *Tableros de distribución a 480 V y 208 V, 60 hz*

Los tableros de distribución a 440 V y 220 V deberán ser suministrados con los interruptores y equipos indicados en los planos. La capacidad de corriente continua y de cortocircuito de las barras y de los interruptores será la indicada en los diagramas unifilares y deberán ser aislados mínimo para 600 V.

La estructura de los tableros estará dividida en secciones que contengan el interruptor, seccionador con fusibles, el barraje, los transformadores de corriente y de potencial y los dispositivos de control e indicación, ensamblados formando una estructura autoportada rígida para servicio interior tipo "metal-clad". La celda contendrá todos los equipos mostrados en los planos y aquellos equipos necesarios para hacer el suministro completo y operacional en todos los aspectos. Cada sección estará provista con barreras metálicas entre secciones de acuerdo con la norma ANSI C37.20.2 "Metald Clad and Station-type cubicle switchgear".

Las celdas tendrán un cerramiento tipo Nema 4, y las celdas se unirán una a otra con pernos.

El espesor de las partes metálicas que conforman la estructura deberá cumplir con lo especificado en ANSI C37.20.2 Artículo 1.6.5.1.

Las barras serán montadas sobre aisladores no-higroscópicos y serán completamente aislados con recubrimientos termoencogibles e identificadas con colores adecuadamente.

Un terminal de tierra estará disponible para cada circuito de salida. En general las protecciones de los circuitos de control deberán hacerse con minicircuit breakers.

Todas las fases serán identificadas y cada circuito tendrá identificación de acuerdo con las tablas de cableado o como lo indique la CAASD. Igualmente cada arrancador, elemento o equipo debe tener marquillas en acrílico o material similar en la parte exterior. Las marquillas deben ser resistentes al ambiente, temperatura, polvo y luz solar, de tal manera que no se deterioren.

Los tableros deberán ser suministrados con los interruptores de potencia de bajo voltaje con protecciones, interruptores del tipo de caja moldeada con protección termomagnética ajustables, barrajes, equipo de control, protección y medida.

Para la transferencia automática del alimentador principal y el de la planta diésel se utilizarán interruptores de potencia de bajo voltaje los cuales deberán cumplir con las partes aplicables de la norma ANSI C37-11. El tablero de distribución principal de 440 Vca, será alimentado desde el transformador de potencia de la subestación el cual se considerará el alimentador principal y desde una planta diésel como alimentador de reserva y alimentará todas las cargas de la mina. El tablero deberá ser suministrado con un PLC que realice la transferencia automática entre los alimentadores principales y de reserva. Todas las conexiones de las barras deberán ser plateadas.

Los interruptores de potencia de bajo voltaje, fijos, para los alimentadores a 440 V deberán ser tripolares, de conmutación simple, tipo interior, con extinción de arco por medio de aire, con mecanismo operado por medio de energía almacenada en resortes, y operados eléctrica y manualmente.

Los interruptores de potencia para bajo voltaje deberán tener un dispositivo de estado sólido para protección de sobrecorriente de fase y falla a tierra. Este dispositivo deberá tener ajuste instantáneo, de retardo de tiempo corto y de retardo de tiempo largo como se indica en los planos. El dispositivo deber ser provisto con contactos

auxiliares independientes de cada una de las fallas, libres de potencial para enclavamiento eléctrico y señalización local del disparo.

Los pulsadores que sean instalados en el interruptor, para operación manual de éste, deberán tener un enclavamiento mecánico que impida su operación cuando la transferencia este en automático.

Los interruptores deberán tener suficiente cantidad de contactos auxiliares para indicar a posición de los, para ser usados en enclavamientos eléctricos, en el control automático de transferencia, la señalización local y los circuitos de control y de alarma como sea requerido. La señalización local de la posición de los contactos del interruptor debe indicarse por medio de lámparas de señalización instaladas en la celda de cada interruptor.

El mecanismo de energía almacenada deber ser actuado por un motor a 120 V.c.a., 60 Hz o por medio de una palanca removible. Los interruptores de potencia de bajo voltaje deberán ser suministrados con contador de operaciones y conmutador de tres posiciones con retorno automático a la posición central, para el control del interruptor.

Los interruptores de caja moldeada deberán cumplir con las partes aplicables de la última edición de la norma NEMA AB-1 y deberán tener barras para conexión posterior (rear studs) y tapas cubre bornas para garantizar el frente muerto del tablero. Las conexiones desde el barraje principal a los interruptores deberá realizarse con barras de cobre, con sección igual a la del "frame" del interruptor y ser aisladas con fundas termoencogibles. La disposición de los interruptores en las celdas será, conformando filas, de tal forma que permitan una fácil conexión de los cables de salida y se prevea el espacio suficiente para la instalación de los cables que se conectan a ellos.

El equipo multifuncional de medida deberá ser clase 1, para medidas de V, A, f.p., W, Var, Hz, THD, Wh, Varh, para conexión a transformadores de potencial y de corriente a 120 V y 5A, 60 Hz. El medidor multifuncional deberá ser del tipo electrónico para instalar a

ras en las puertas del tablero, con conexiones por la parte posterior. La caja de los medidores deberá ser hermética al polvo. El medidor deberá tener puerto de comunicaciones que permita transmitir todas las variables medidas a equipos de supervisión remota. El medidor deberá tener displays luminosos para la presentación simultánea de al menos cuatro variables y teclado de selección para visualización de todas las demás medidas.

Los instrumentos análogos de las celdas de baja tensión tendrán las siguientes características.

Tamaño	96 x 96 mm, cuadrados
Precisión	1.5% de la lectura en la escala completa
Escala	240 grados
Montaje	Semirrasante
Marcas en la escala	Negras sobre fondo blanco

Todos los medidores eléctricos serán empotrados, semirrasantes (semi- flush), instalados en la puerta frontal de las celdas, con conexiones posteriores, tipo tablero, con las porciones expuestas de todas las cajas del mismo acabado y de una buena calidad y de buena apariencia general.

Las borneras de control deberán ser individuales aisladas para 600 V, adecuadas para montaje en riel DIN. Los cables de control deberán ser de cobre, cableado clase C, aislados para 600 V y se deberán instalar en canaletas plásticas con tapa.

Todas las conexiones de las barras deberán ser plateadas. Se deberán instalar en el barraje protectores de sobretensión del tipo varistores, adecuados al voltaje de operación y a las características de cortocircuito del tablero. Las barras del tablero y sus conexiones deberán ser de cobre de alta conductividad y deberán tener un aislamiento termocogible compatible con las características del tablero. Los tableros deberán tener una barra de neutro instalada

junto con el barraje principal, de una capacidad no menor del 70% de la capacidad de las fases.

Cada tablero deberá tener una barra de cobre para conexión a tierra instalada a lo largo del mismo, con la capacidad adecuada para la corriente de cortocircuito del tablero pero con una sección no menor de 50x5 mm.

Los tableros a instalar en la subestación deberán tener un cerramiento metálico tipo NEMA 12 ó IP43. Los tableros deberán tener las provisiones para el soporte de los cables dentro de las celdas y las provisiones para la entrada y salida de cables de fuerza y control por la parte superior e inferior.

Los transformadores de corriente deberán ser secos del tipo ventana, de un solo devanado primario, tipo interior y serán localizados de tal forma que se obtenga un fácil acceso para inspección y mantenimiento. Los transformadores de corriente deberán ser para 600 V, corriente secundaria nominal de 5 A, factor de sobrecorriente térmico continuo 1,2, clase de exactitud, núcleo de medida 0,5. La corriente primaria nominal de cada transformador de corriente deberá ser como se muestren en los planos. Los transformadores deben ser adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos originados por las corrientes de cortocircuito de diseño del tablero.

Los transformadores de potencial deberán ser secos, tipo interior. Los devanados de los transformadores de potencial deberán ser conectados en estrella (Y) con el neutro sólidamente puesto a tierra. Los transformadores de potencial deberán tener voltaje secundario 120 V, clase de aislamiento 1200 V, clase 0.5.

En el tablero principal a 220 V, ubicado en la subestación, se deberá instalar el transformador de distribución tipo seco de 45 kVA que alimenta el barraje del tablero y se deberán suministrar todas las conexiones y elementos necesarios para su conexión e instalación en el tablero.

El Contratista deberá seleccionar los interruptores de tal forma que su operación quede coordinada, produciendo la apertura del interruptor, aguas arriba, más cercana al punto de falla y el

interruptor que se encuentre antes de este operará como protección de respaldo en caso de falla o demora en la apertura del interruptor asignado al circuito fallado.

Los tableros deberán ser del tipo de frente muerto (Dead front type) y cumplir con las partes aplicables de las normas ANSI/IEEE C37.20, C37.21, IEC 60947 y IEC 60439. Los tableros y sus partes deberán cumplir con todas las partes aplicables de los Reglamentos Técnicos nacionales, y el NEC National Electrical code.

Los tableros de distribución principal, a instalar en la subestación, deberán ser autosoportados; los demás tableros deberán ser adecuados para sobreponer en muro o para montaje sobre estructuras metálicas. Los tableros deberán ser suministrados con un sistema de calefacción controlado por termóstato, con protecciones para ser alimentados a 120 Vca.

Los tableros deberán tener tratamiento contra la corrosión y deberán ser cubiertos con una capa de pintura anticorrosiva y una capa de pintura de acabado con un espesor total no menor de 125 micras.

Con la propuesta se deberán presentar planos con dimensiones de los tableros, listas de componentes, marca, referencias, características y catálogos.

Tanto los materiales como los equipos se diseñarán para funcionamiento en ambientes de alta humedad relativa y serán tropicalizados para protegerlos contra corrosión, hongos, insectos y otros efectos perjudiciales de los climas tropicales y corrosivos.

Relés de baja tensión (27) y sobretensión (59). Permitirán el funcionamiento de las transferencias automáticas entre la red de energía principal y las plantas de emergencia. Estos relés serán unidades trifásicas y adecuadas para conexión a los secundarios de los transformadores de potencial a 120 Vca. Estos relés serán de dos tipos: uno con medios de ajuste del voltaje de operación desde un 30% para supervisión de mínima tensión en barras y el otro para ajuste del voltaje de operación desde un 70% al 100% del voltaje nominal para los alimentadores de los tableros. Todos estos relés serán temporizados desde 100 ms a 60 s en pasos discretos y

ajustables en su tiempo de operación y operarán por caída de tensión en cualquiera de las tres fases monitoreadas, inversión o desbalance de fases. Los relés para los alimentadores tendrán protección contra sobrevoltaje con rango de ajuste entre 100 % y 150 % de la tensión nominal y con ajuste de tiempo entre 100 ms y 60 s. Estos relés se utilizarán para las transferencias de los alimentadores y para alarmas locales y remotas en el sistema de señalización y control.

#### **1.15.6 Panel de control trifásico simplex con variador de frecuencia y by-pass**

**El panel de control del motor debe ser ensamblado y probado por un fabricante de sistemas de control que cumpla con los estándares de UL para controles industriales y estará etiquetado y serializado UL 508 en consecuencia. El panel de control del motor debe ser ensamblado y probado por el mismo fabricante para asegurar la idoneidad en la adaptación de los controles a los motores y para asegurar la responsabilidad de una sola fuente para el equipo.**

**El panel deberá contener todos los componentes requeridos por el fabricante de la bomba para arrancar y proteger el motor, así como las características requeridas por el fabricante de la bomba para la garantía de las bombas.**

**La energía entrante de la bomba será trifásica, 60 Hz, 480 voltios CA.**

**Los controles de la bomba estarán alojados en un recinto de acero diseñado que cumpla con los requisitos de NEMA 3R en caja de acero con una puerta con bisagras y una junta de neopreno. El recinto deberá tener provisiones para un candado.**

**Se colocará una placa de identificación de forma permanente en el panel. Una etiqueta de clasificación deberá incluir el número de modelo, voltaje, fase, frecuencia, clasificación de amperios y potencia nominal y se colocará en el interior del gabinete. Se debe colocar una etiqueta de advertencia contra descargas eléctricas en la puerta exterior. El interior del gabinete debe tener un sobre transparente con esquemas "tal como se construyó" ubicados dentro.**

**Se proporcionará un controlador de bomba simplex a presión constante con variador de frecuencia, de torque variable, potenciómetro, filtros de armónicos y contactor de by-pass de capacidad nominal completa AC3, disyuntor con la manija de la puerta, transformador de potencia de control, apartarrayos supresor de pico, monitor de fases y desbalances de voltaje, sistema de control de nivel de agua programable, conexión de sensor de temperatura PT100/1000, ventilador interno, conexiones del bloque de terminales del motor, teclado montado en la puerta, botones de arranque / parada, luces de funcionamiento / falla**

**Características del variador de frecuencia:**

**Voltaje de entrada: 480VAC**

**Tolerancia de voltaje: -10% hasta +10%**

**Frecuencia nominal: 60Hz +/-2%**

**Tipos de control:**

**Control V / Hz (lineal, lineal con control de corriente de flujo / FCC)**

**Temperatura ambiente: -10 a 40 C**

**Humedad: 5 a 90% sin condensación**

**Eficiencia: Mayor de 97%**

**El equipo debe contar con las siguientes opciones de comunicación:**

**- EtherNet/IP, Profinet**

**- Modbus RTU, Profibus DP, BACnet MS/TP**

**Certificación UL, CSA, CE**

**Una condición de bajo nivel programable será utilizada para protección de la electrobomba**

**Se incluirá la conexión de un sensor PT100/1000 desde el motor sumergible para el censado de temperatura y protección por alta temperatura.**

**La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015**

**Certificación del panel UL508.**

**Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.**

**Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.**

**La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.**

### **1.15.6 Panel de control trifásico simplex con arrancador directo a línea**

El panel de control del motor debe ser ensamblado y probado por un fabricante de sistemas de control que cumpla con los estándares de UL para controles industriales y estará etiquetado y serializado UL 508 en consecuencia. El panel de control del motor debe ser ensamblado y probado por el mismo fabricante para asegurar la idoneidad en la adaptación de los controles a los motores y para asegurar la responsabilidad de una sola fuente para el equipo.

El panel deberá contener todos los componentes requeridos por el fabricante de la bomba para arrancar y proteger el motor, así como las características requeridas por el fabricante de la bomba para la garantía de las bombas.

La energía entrante de la bomba será trifásica, 60 Hz, 208 o 460 voltios CA.

Los controles de la bomba estarán alojados en un recinto de acero diseñado que cumpla con los requisitos de NEMA 3R con una puerta con bisagras y una junta de neopreno. El recinto deberá tener provisiones para un candado.

Se colocará una placa de identificación de forma permanente en el panel. Una etiqueta de clasificación deberá incluir el número de modelo, voltaje, fase, frecuencia, clasificación de amperios y potencia nominal y se colocará en el interior del gabinete. Se debe colocar una etiqueta de advertencia contra descargas eléctricas en la puerta exterior. El interior del gabinete debe tener un sobre transparente con esquemas "tal como se construyó" ubicados dentro. Se proporcionará una placa trasera de aluminio extraíble para montar todos los disyuntores, arrancadores de motor, etc. Todos los componentes montados en la placa trasera deberán estar asegurados con tornillos autorroscantes tipo 25 en los orificios extruidos. No se aceptarán remaches para asegurar ningún componente a la placa posterior.

Se proporcionará un controlador de bomba simplex para la lógica de control. El controlador utilizará una placa de circuito impreso para evitar el cableado convencional. La placa de circuito impreso del controlador de la bomba se fabricará con materiales listados por UL, CSA, Se incluirá circuito de control. Se debe proporcionar un interruptor automático de mano para el circuito de la bomba. El

interruptor de mano-apagado-automático deben montarse en la placa de circuito impreso.

El arrancador de motor magnético debe tener clasificación IEC para la potencia de la bomba e incluir un contactor con una vida mecánica mínima de 5,000,000 operaciones y una vida mínima de contacto de 1,000,000 operaciones. Se utilizará un interruptor de protección del motor para proporcionar protección de sobrecarga ajustable, proteger de fallas en la línea y desconectar la bomba de la energía entrante. El interruptor de protección del motor debe ser ajustable para cumplir con los requisitos de NEC para controles de motor. Clase 10 o 20 seleccionable.

Se proporcionará un sistema electrónico de protección de motores, homologado: UL/CSA 508, CE, cUL, C-tick, monitorea los parámetros siguientes:

Resistencia del aislamiento antes del arranque

Sobrecarga/carga baja

Sobrevoltaje/bajo voltaje.

Secuencia de fases

Carencia de fase.

Medición temperatura del motor Pt100 / Pt1000

Entrada de interruptor térmico / PTC

Funcionamiento en seco en sistemas de bombeo

Factor de potencia.

Potencia consumida.

Distorsión armónica.

Horas de funcionamiento y número de arranques

Una pantalla LED para leer valores, como corriente, voltaje, temperatura, cos phi, códigos de advertencia y disparo.

Salida de relé para indicación de falla externa

Conexión GENibus, Modbus RTU/Modbus TCP

Un sistema de control de bajo nivel programable PLC será utilizada para protección de la electrobomba

Se incluirá un interruptor de palanca con breaker.

Se utilizarán ataduras de cables para mantener el cableado del panel en paquetes ordenados para el mantenimiento y para evitar interferencias con los dispositivos operativos. Todos los conductores de puesta a tierra deben estar conectados de forma segura para garantizar una puesta a tierra adecuada.

Todos los panel trifásicos serán certificados y homologados: UL 508

La empresa de fabricación deberá ser certificada: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015

Las certificaciones, homologaciones serán necesarias al presentar con la oferta.

Las especificaciones de materiales deben estar contenidas en los catálogos serán necesarias al presentar con la oferta.

La marca y modelos deben ser presentados con la oferta.

#### 1.15.6 Arrancadores para motores

Para los arrancadores para motores se deberán tener espacios separados por láminas metálicas, en los correspondientes centros de control de motores. Los arrancadores serán Nema clase 2C del tipo indicado en los planos y/o formularios (arrancadores directos y estrella delta con contactores, arrancadores suaves de estado sólido, variadores de velocidad)

Para los motores se deberán suministrar arrancadores individuales. Los arrancadores deberán estar equipados con interruptores termomagnéticos, tripolares, del tipo de caja moldeada; relés térmicos, bimetálicos, tripolares, de reposición manual y compensados para la temperatura ambiente; con contactores provistos con cámaras para extinción del arco, transformadores auxiliares, lámparas de señalización, pulsadores, selectores, contadores de horas de servicio y demás accesorios requeridos. Los arrancadores deberán tener suficientes contactos auxiliares para las funciones de señalización y control que se requieran. Los arrancadores para motores serán usados para proporcionar arranques de motores de inducción del tipo de jaula de ardilla, trifásicos, de un solo sentido de giro, 60 Hz, 480 V, con capacidades como se indica en los planos. Los arrancadores tendrán las provisiones, cableadas a borneras, para conectar y desconectar las resistencias de calefacción de los motores, las cuales operarán cuando el motor este apagado. Los equipos deberán tener las mismas características que las indicadas para los tableros de distribución desde los cuales se alimentan. Los interruptores deberán tener un accionamiento que permita colocar un candado para bloquear el interruptor en la posición abierto.

En cada arrancador para motor se deberán instalar transformadores individuales para control, su capacidad depende de la corriente de la bobina del arrancador y del equipo auxiliar requerido para cada caso en particular. Los devanados primarios deberán ser conectados al lado de la carga de cada interruptor. Los transformadores de control deberán ser protegidos, en el lado primario y en el secundario, con interruptores termomagnéticos del tipo miniatura. La tensión del circuito de control debe ser 120 Vca. Cada arrancador deberá tener tres lámparas de señalización para indicar conectado, desconectado y falla.

Los arrancadores deberán ser instalados en gabinetes individuales que cumplan con las partes aplicables de lo especificado para los tableros de distribución descritos en el numeral anterior.

Los centros de control del motor y todos los componentes deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo con los últimos estándares aplicables de NEMA, ANSI y UL845.

Los paneles de los tableros deberán ser conforme a NEMA-PB-1 y NFPA-70-2002.

Estándares Internacionales:

BS 88 Cartridge fuses for voltage up to and including 1,000 V ac and 1 500 V dc.

BS 89 Specification for direct acting electrical measuring instruments and their accessories.

BS 142 Electrical protective relays.

BS 159 Busbars and busbar connections.

BS 162 Electric power switchgear and associated apparatus.

BS 587 Motor starters and controllers.

BS 3871 Miniature and molded case circuit breakers.

Part 1 Miniature air-break circuit breakers for ac circuits.

BS 3938 transformers.

BS 4293 Current-operated earth-leakage circuit breakers.

BS 4752 Specification for switchgear and control gear for voltages up to and including 1,000 V ac and 1,200 V dc.

BS 4794 Specification for control switches (switching devices including contactor relays, for control and auxiliary circuits up to and including 1 000 V ac and 1 200 Vdc).

BS 4941 Specification for motor starters for voltage up to and including 1,000 V ac and 1,200 V dc.

BS 5419 Specification for air-break switches, air-break disconnectors, air-break switch disconnectors and fuse combination units for voltages up to and including 1,000 V ac and 1,200 V dc.

BS 5420 Specification for degrees of protection of enclosures of switchgear and controlgear for voltages up to and including 1,000 V ac and 1,200 V dc.

BS 5424 Specification for controlgear for voltages up to and including 1000 V ac and 1,200 V dc.

BS 5463 Specification for ac switches of rated voltage above 1 kV.

BS 5472 Specification for low voltage switchgear and controlgear for industrial use. Terminal marking and distinctive number. General rules.

BS 5486 Specification for factory-built assemblies of switchgear and controlgear for voltages up to and including 1,000 V ac and 1,200 V dc.

BS 5490 Specification for degrees of protection provided by enclosures.

Estándares de República Dominicana:

Reglamento para el diseño y construcción de subestaciones de distribución de media a baja tensión (Reglamento No. 347-98 del 11 de Septiembre de 1998)

Reglamento para instalaciones eléctricas en edificaciones:

- Parte I
- Parte II

Las obras constitutivas del proyecto serán construidas en una zona sísmica, por lo cual los equipos y componentes deberán ser diseñados y construidos para soportar las condiciones sísmicas de zona con aceleraciones horizontales esperadas de 0.2 g en la roca. Si las normas lo requieren, deberán generarse los espectros de diseño.

Los centros de control de los motores deberán consistir de estructuras, sistema de distribución de energía y varias unidades de distribución y control de los motores. Los MCC deberán ser contruidos, diseñados y probados de acuerdo con los últimos estándares aplicables de NEMA Publication ICS 2-322, UL 845 y el NEC.

El cerramiento deberá ser tipo NEMA 4. Las secciones verticales deberán ser contruidas con ensamblajes divisorios de láminas de acero

Estarán conformados por secciones verticales deberán, de 20" de ancho y 20" de profundidad para el montaje frontal de las unidades. El espesor de la sección vertical puede incrementarse para unidades sobredimensionadas que no puedan ser acomodadas en las estructuras estándar de 20".

Las estructuras verticales deberán ser divididas en seis (6) factores de espacio de 12" y deberán ser capaces de acomodar seis (6) arrancadores de combinación de voltaje total no reversivo FVNR tamaño NEMA 1 y 2 u otras configuraciones. Los tamaños de la unidades de los MCC deberán ser múltiples de factor de espacio  $\frac{1}{2}$  (6").

Cada estructura estándar de 20" y 24 " de ancho deberá ser suministrada con un conducto superficial de alambres (4" de ancho en estructuras de 20" de ancho y 8" de ancho en estructuras de 24"), que estén completamente aisladas de todas las barras colectoras de energía. La superficie de la parte trasera del conducto de alambres deberá estar pintada de blanco. Un mínimo de tres (3) soportes de cables, que se extiendan a lo largo de toda la profundidad del conducto de alambres deberá suministrarse en cada sección vertical. Una puerta con pasador separada deberá cubrir el conducto vertical de los alambres.

Cada estructura estándar deberá ser suministrada con una tapa de 12 pulgadas y conductos de alambres inferiores horizontales de seis (6) pulgadas, que sean continuos a todo lo largo del MCC. La

abertura del conducto de alambres horizontal mínima entre secciones es de 40 pulgadas cuadradas para la parte superior y 30 pulgadas cuadradas para el conducto horizontal inferior. Una puerta con pasador deberá ser suministrada para cubrir la parte superior horizontal del conducto de los alambres.

Las puertas deben ser con bisagra de manera que permita el retiro de ellas individualmente, sin tener que eliminar ninguna de las puertas de arriba o abajo. Las puertas unitarias deberán llevar las bisagras a la izquierda y las puertas verticales de los conductos de alambre a la derecha para permitir un acceso sin obstrucciones a las unidades y los conductos verticales asociados. Todas las puertas deberán ser montadas en bisagras removibles y aseguradas con pasadores de acero tipo cuarto de vuelta.

Todas las estructuras de los MCC deberán ser suministrados con bases de canales en la base de 1-1/8" de alto x 3" de ancho, que sean continuos a todo lo largo del MCC.

Las estructuras de los MCC deberán ser suministradas con láminas removibles para el ingreso de los cables por la parte inferior. El MCC deberá ser ensamblado de manera que no sea necesario tener accesibilidad por la parte trasera para retirar cualquier mecanismo o componente interno.

Tendrán ductos verticales para el cableado de fuerza y control. Los conductos de los cables deberán ser completamente aislados de los compartimentos de las barras colectoras por medio de barreras adecuadas.

La capacidad en amperios y de cortocircuito está indicada en los planos

En general los arrancadores serán del tipo extraíble.

Las unidades extraíbles deberán conectar con la barra colectora vertical por medio de conectores de cobre cubiertos de estaño, autoalineados suministrados con resortes de acero para asegurar una conexión segura a la barra

Los arrancadores se suministrarán con los selectores, pilotos y enclavamientos mecánicos y eléctricos para una operación segura y que permitan visualizar el estado de operación y/o prueba.

Un bloqueo mecánico deberá ser suministrado en todas las unidades extraíbles para evitar la inserción o extracción de una unidad de la estructura cuando la manija del operador de la unidad esté en la posición ON. Este bloqueo no puede ser desactivado.

Las placas de identificación de las unidades deberán ser suministradas para cada unidad. Las placas de identificación deberán tener una superficie negra con centro blanco. El grabado deberá ir cortado a través de la superficie gris exponiendo las letras blancas de la unidad.

Las placas de identificación deberán ser de 1" de alto por 3 ½" de ancho. No se aceptarán adhesivos o gomas para montar las placas de identificación de las unidades.

Tipos de arrancadores

Los arrancadores de bombas son a 480 Voltios, 3 Fase, 60 Hertz, Clase 1, Tipo B, deberán coordinarse con el motor seleccionado.

Todos los arrancadores deberán incluir horómetros o medidores del tiempo de operación de los motores.

*Arrancadores con contactores.* Las bobinas de los arrancadores deberán ser a 120 Vca. Cada arrancador deberá ser provisto de un transformador de energía de control (CPT) Clase 1. Tamaño 1 - 60 VA, Tamaño 2 - 100 VA, Tamaño 3 - 200 VA. El transformador de control deberá llevar fusible en el lado secundario según NEC. Donde se especifique calentadores de motor, se debe aumentar el CPT y suministrar controles. Cada arrancador deberá tener dos contactos normalmente abiertos y dos contactos normalmente cerrados y una luz piloto rojo para "On".

Se debe suministrar monitoreo a las fases en los arrancadores de las tres motores de fases como los fabricados por Diversified Electronics, Inc. o equivalente.

Deben tener manijas de operación desde el exterior de los arrancadores.

Los desconectadores con fusibles (interruptores de seguridad) para los motores deberán ser Motor Circuit Protectors, y fusible deberán cumplir con las Federal Specification W-D-865, Tipo HDS y como se indique. Los interruptores para los arrancadores deberán ser Térmicos Magnéticos.

*Arrancadores suaves.* Los arrancadores suaves serán de estado sólido, 60 Hz, trifásicos para potencias y voltajes indicados en los planos, Incluirá un contactor de By Pass en paralelo que se energizará cuando el motor haya obtenido la máxima velocidad nominal. Cada arrancador deberá tener una tarjeta de comunicación capaz de transmitir información de control y de diagnóstico a través de una red de DeviceNet a un computador personal o a un PLC. El arrancador de voltaje reducido y estado sólido deberá estar en las listas del UL y CSA. El arrancador de voltaje reducido y estado sólido deberá ser una unidad integrada electrónica, incluirá relé de sobrecarga electrónico. Deberán tener las provisiones de redes de amortiguación de los resistores/capacitadores deberán ser usadas para evitar operaciones erróneas de los SCRs debido a efectos de  $dV/dT$ . La rampa de arranque deberá ser ajustable El arrancador deberá poder de reposicionarse ya sea electrónica o mecánicamente después de una falla. Las unidades que utilizan relés de sobrecarga bimetalicos no son aceptables.

Los arrancadores deberán proveer protección contra rotación de fase impropia El arrancador deberá apagarse si una rotación de fase aparte de la A-B-C se presenta. Esta característica puede desactivarse a través de un interruptor DIP en el teclado del mecanismo. Los arrancadores deberán proveer protección contra una pérdida de fase o una condición desequilibrada. El arrancador se apagará si una diferencial de corriente del 50% entre las dos fases se presenta. Esta característica puede desactivarse a través de un interruptor DIP en el teclado del mecanismo.

El arrancador deberá proveer protección contra una condición de atasco del motor. Esta característica puede desactivarse a través de un interruptor DIP en el teclado del mecanismo.

El arrancador deberá ser suministrado con contactos auxiliares, que indiquen su estado de operación y condiciones de falla. Adicionalmente en el arrancador debe indicar el tipo de falla (Sobretemperatura, Pérdida de fase, atascamiento, reversa de la fase y sobrecarga)

Los siguientes ajustes en la función del control se requieren en el teclado del arrancador:

Arranque de rampa de torsión elegible o Arranque limitado de corriente

Tiempo de arranque ajustable: 0-2 segundos

Torsión de arranque ajustable: 0-85%

Tiempo de arranque de rampa ajustable: 0.5-180 segundos

Torsión de rampa inicial ajustable: 0-85%

Tiempo de rampa de parada suave ajustable: 0-60 segundos.

Las unidades incluidas en los centros de control del motor deberán ser del mismo fabricante de los interruptores automáticos y del centro de control del motor para los temas de coordinación y diseño.

Operación máxima continua deberá ser de 115% de la rata de amperios continua.

Otras características:

HMCB – Protección de circuito del motor

Transformador de energía de control, 480 voltios a 120 voltios, 1500 VA, incluyendo el calentador del motor.

Horómetros de operación de los motores

Luces pilotos en la puerta, en operación, sobrecarga, apagado

Botones de Arranque-Parada

Contactos para calentadores de espacio del motor 120V-1200VA (“On” cuando no está andando y “Off” cuando está andando)

Botones remotos para parada de emergencia, 2-polos, 120 voltios, en envoltura NEMA 2 con candado.

#### 1.15.7 Interruptores de seguridad

Serán para trabajo pesado, tripolares, cerramiento tipo Nema 4, con fusibles, con contacto auxiliar para indicar el estado del seccionador, con mecanismo de operación que permita bloquearlo cuando estén abiertos los polos (posición de apagado), con terminal de conexión a tierra, para las corrientes y los voltajes de operación requeridos a 480 Vca y 208 Vca. Se instalarán en general próximos a los motores. El espesor de las láminas será por lo menos de 2mm y serán herméticos a la humedad y al polvo.

#### 1.15.8 Transferencias automáticas

En caso que no se tenga disponible energía de la red de 12470 Vca, la transferencia automática energizará una planta de emergencia dependiendo de los requerimientos eléctricos. Para el caso de la Planta Potabilizadora, el sistema de control seleccionará cuál de las dos plantas se energizará, en caso de falla de esta planta se dará la orden de energizar la otra planta de emergencia.

Las transferencias serán automáticas y se implementarán con contactores, el modulo automático de la transferencia considerará los tiempos (ajustables) para que se dé la conmutación entre la red y la planta y entre la planta y la red para evitar conmutaciones innecesarias y que disminuirían la vida útil de la transferencia. Tendrá los relés auxiliares y relés de baja tensión (baja tensión, pérdida de fase, inversión de sentido de giro) necesarios para su operación y con contactos auxiliares disponibles para el sistema de supervisión y control. Se deberá tener bloqueo electromecánico entre contactores para evitar la energización simultánea.

El tablero de fuerza y control para energizar una de las plantas en la Planta Potabilizadora, se hará con un tablero de transferencia automática similar a la descrita, seleccionando cuál de las dos plantas entrará en servicio.

El pago se efectuará conforme se indica en el numeral 1.15.16 de estas especificaciones técnicas.

#### 1.15.9 Especificaciones Técnicas de Cables de Potencia y Control

##### 1.15.9.1 Alcance

En esta sección se especifican los requisitos detallados para el diseño, fabricación, pruebas y suministro de los cables para los circuitos de potencia y control y sus accesorios, que deberán ser suministrados de acuerdo con estas especificaciones, para la interconexión de los equipos del proyecto.

##### 1.15.9.2 Normas

Los cables para los circuitos de potencia y control y sus accesorios deberán cumplir con los requisitos aplicables de la última edición de las siguientes normas, en cuanto a materiales, diseño y pruebas o ensayos.

NEMA Pub.No. WC5 "Thermoplastic-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy" (ICEA S-61-402)

NEMA Pub.No. WC7 "Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy" (ICEA S-66-524)

IEEE Std. 422 "Guide for the Design and Installation of Cable Systems in Power Generating Stations"

AEIC CS5 "Specifications for Thermoplastic and Cross linked Polyethylene Insulated Shielded Power Cables Rated 5 Through 35 kV"

ANSI/IEEE Std.386 "Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V."

ASTM Todas las normas aplicables

Adicionalmente los cables deberán cumplir con los Reglamentos Técnicos nacionales, el NEC National Electrical code y lo especificado en estos documentos. Los cables deberán ser aptos para instalación en bandejas portacables.

#### *1.15.9.3 Condiciones de instalación y aplicación*

Los cables y sus accesorios serán instalados en la planta y zonas aledañas y deberán ser aptos para las condiciones ambientales indicadas en estas especificaciones.

Los cables para los circuitos de potencia aislados a 15 kV, serán utilizados en los alimentadores de medio voltaje para los transformadores.

Los cables para los circuitos de potencia aislados a 600 V serán utilizados en los circuitos de bajo voltaje de los alimentadores a los tableros de distribución y a los equipos de fuerza del proyecto. Estos sistemas tienen los siguientes circuitos de bajo voltaje.

Circuitos de potencia, trifásicos, cuatro hilos, 60 Hz, 480/277 Vc.a.

Circuitos de alumbrado, trifásicos, cuatro hilos, 60 Hz, 208/120 Vc.a.

Circuitos de fuerza y control, monofásicos, dos hilos no aterrizados, 125 Vc.d.

Circuitos de fuerza y control, 120 Vca monofásicos, tres hilos, aterrizados.

Los cables de control aislados a 600 V serán utilizados en un sistema de 125 Vc.d. de dos hilos no aterrizados y en un sistema de 120 Vc.a., 60 Hz, con neutro sólidamente aterrizado, para control, protección y señalización de los circuitos del proyecto.

Los cables para instrumentación serán utilizados para las señales análogas y señales de comunicación de los equipos de medida y control.

Los cables sin aislamiento (desnudos) serán utilizados para la conexión a tierra de las bandejas portacables previstas para los circuitos de fuerza y control.

Los cables serán instalados al aire libre en un sistema de bandejas portacables tipo escalera, en ductos, en el interior de cárcamos con paredes de concreto y en tramos en canalizaciones metálicas y en PVC, por lo tanto deberán ser adecuados para esta aplicación y para instalación en lugares húmedos y secos. Los cables deberán estar certificados para instalar en estos ductos.

#### *1.15.9.4 Tipos de cables*

Los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV deberán ser del tipo monopolar, fabricados con conductores de cobre de temple blando o recocido sin revestimiento y del tipo de trenzado concéntrico clase B, con capa semiconductora para blindaje del conductor, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) para medio voltaje, con capa semiconductora para blindaje del aislamiento, con cinta de cobre traslapada para apantallamiento, con cinta no metálica de un material no higroscópico y con chaqueta de PVC.

Los cables para los circuitos de fuerza aislados a 600 V deberán ser del tipo multipolares o monopolares de acuerdo como lo indiquen los planos y/o los formularios. Los conductores deberán ser fabricados con cobre de temple blando o recocido, sin revestimiento y del tipo de trenzado concéntrico clase B.

Los conductores de los cables monopolares y multipolares deberán tener un aislamiento en PVC. Los conductores aislados de los cables multipolares deberán agruparse entre sí y enlazarse por medio de una cinta no metálica de un material no higroscópico, junto con los rellenos de PVC que se requieran para proporcionarle una sección circular al cable. Una vez agrupados y enlazados los

conductores de los cables multipolares, se deberá disponer de una chaqueta común en PVC. Los cables deberán ser aptos para instalación en sistemas de bandejas portacables.

Los cables para los circuitos de control aislados a 600 V deberán ser multipolares. Los conductores deberán ser fabricados con cobre de temple blando o recocido, sin revestimiento y del tipo de trenzado concéntrico clase B, con aislamiento en PVC. Los conductores deberán agruparse entre sí y enlazarse por medio de una cinta no metálica de un material no higroscópico, junto con los rellenos de polietileno que se requieran para proporcionarle una sección circular al cable. Una vez enlazados los conductores se dispondrá de una pantalla formada por una cinta de cobre y de una cinta no metálica de material no higroscópico y de una chaqueta común de PVC. Los cables deberán ser aptos para instalación en sistemas de bandejas portacables.

Los cables para instrumentación y señales análogas deberán cumplir con las características generales de los cables de control y los conductores deberán ser trenzados y agrupados por pares (Twisted). Los cables para instrumentación deberán tener, adicional a los cables agrupados por pares, un conductor de las mismas características de los demás conductores, con aislamiento color verde para conexión a tierra de los instrumentos.

Los cables sin aislamiento (desnudos) deberán ser fabricados con conductores de cobre de temple blando o recocido, sin revestimiento, del tipo trenzado concéntrico clase B.

#### *1.15.9.5 Características de los conductores*

Los conductores deberán ser de alambre de cobre de temple blando o recocido, sin revestimiento, del tipo de cableado concéntrico clase B y deberán cumplir con las provisiones aplicables de la última edición de las normas ASTM B3 y B8 aplicables.

La resistencia óhmica de c.c.de los conductores y su tolerancia deberán cumplir con los valores indicados en las normas.

Los conductores deberán cumplir con las estipulaciones de la parte 2 -CONDUCTORES- de la norma NEMA WC 7 (ICEA S-66-524) y no deberán exceder las tolerancias permitidas por las normas, para las características de los conductores.

#### *1.15.9.6 Requisitos para los aislamientos*

Los conductores de los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV deberán tener un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con propiedades físicas de resistencia al calor y a la humedad, apropiado para una temperatura máxima permisible del conductor de 90 grados centígrados con la corriente nominal permanente, de 130 grados centígrados bajo condiciones de sobrecarga.

El aislamiento de polietileno reticulado XLPE deberá cumplir los requisitos eléctricos, físicos y de envejecimiento establecidos en la norma NEMA WC7 (ICEA S-66-524). El espesor del aislamiento deberá cumplir con los requisitos de la norma WC 7, para un nivel de aislamiento del 133%, apropiado para operar en sistemas de 13,2 kV en estrella conectado a tierra.

En los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV se deberá utilizar un blindaje sobre el conductor. Para este blindaje se deberá utilizar un material semiconductor compatible con el aislamiento y con el conductor y con características tales que tolere como mínimo las temperaturas de operación del aislamiento.

Adicionalmente, en los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV se deberá disponer de un blindaje del aislamiento, por medio de una cinta semiconductora, aplicada directamente sobre el aislamiento, según la especificación AEIC CS5.

Los conductores de los cables para los circuitos de fuerza y los circuitos de control aislados a 600 V, deberán tener un aislamiento de PVC con color, composición, acabado, densidad y propiedades dieléctricas uniformes, y libres de porosidades, superficies irregulares, talladuras y grietas.

El aislamiento de PVC deberá cumplir los requisitos eléctricos, físicos y de envejecimiento establecidos en la norma NEMA WC-5 (ICEA S-

61-402), para el cloruro de polivinilo apropiado para utilización con temperaturas del conductor que no excedan 75 grados centígrados.

El espesor mínimo total del aislamiento no deber ser menor del 90% de los valores indicados anteriormente.

Los aislamientos de los conductores deberán tener los aditivos necesarios para obtener características de retardo a la llama (no propagación y autoextinción de la llama) y de no producción de gases tóxicos, y humos corrosivos, de bajo nivel de humos, y deberán ser resistentes al ozono.

En los intersticios de los cables multipolares para los circuitos de fuerza y de control aislados a 600V, se deberán usar rellenos de PVC, de las mismas características del aislamiento, donde sea necesario, para dar a los cables terminados una sección transversal circular.

#### *1.15.9.7 Pantallas*

Los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV, deberán tener sobre el blindaje del aislamiento, una pantalla metálica en cinta de cobre aplicada helicoidalmente y traslapada.

Los cables para los circuitos de control de 600 V, y de instrumentación, deberán tener una pantalla de cobre, común, aplicada sobre todos los conductores, con el fin de reducir el acoplamiento electrostático con otros cables.

La pantalla para los cables de control a 600 V y de instrumentación, deberá consistir de una cinta metálica de cobre aplicada sobre el conjunto de cables debajo de la chaqueta. El cubrimiento de la pantalla debe ser como mínimo el 90% del cable.

Estas pantallas metálicas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas NEMA WC7 (ICEA S-66-524) e IEEE Std. 422.

#### 1.15.9.8 *Chaquetas*

Las chaquetas deberán ser utilizadas como una cubierta de los cables, con el fin de protegerlos contra daños y para aislarlos del agua y otras sustancias. Deberán ser elaboradas con un PVC, que se ajuste completamente a los requisitos físicos y de envejecimiento establecidos en la norma NEMA WC-5 (ICEA S-61-402), y aplicarse sobre un separador de un material no-higroscópico compatible con los demás componentes de los cables.

El material de las chaquetas deberá tener los aditivos necesarios para obtener características de retardo a la llama y de no producción de gases tóxicos y deberán ser resistentes al ozono y deberán cumplir con los requerimientos del aislamiento para los cables aislados a 600 V.

Los espesores promedios de las chaquetas no deberán ser menores que los dados en las tablas de la norma NEMA WC7 (ICEA S-66-524) para cada tipo de cables, y el espesor mínimo no deberá ser inferior al 80% de los valores dados en estas tablas.

En los cables monopolares para los circuitos de fuerza aislados a 600V, la chaqueta deberá ser el mismo aislamiento.

#### 1.15.9.9 *Terminales para cables de media tensión*

Para los cables de media tensión se deberán suministrar terminales del tipo exterior con las mismas características de aislamiento de los cables. Los terminales deberán ser del tipo termoencogible o preformados y deberá incluir las campanas aislantes, conector, sellante, dispositivos para conexión a tierra de la pantalla del cable. Los terminales deberán cumplir con lo especificado en la norma IEEE Std.48. Los conectores deberán ser de cobre estañados, del tipo de compresión con dos huecos y una capacidad de conducción de corriente mayor o igual a la del cable.

#### 1.15.9.10 *Identificación de los Conductores*

Identificación del cable

El cable deberá ir adecuadamente marcado en la chaqueta o en el aislamiento en los cables monopolares con la impresión en sobrerrelieve de manera legible, al menos con la siguiente información:

Nombre del fabricante

Tensión nominal de aislamiento en kV

Tipo de aislamiento

Número de núcleos

Sección de cada núcleo, AWG

La separación entre el final de una marca y el comienzo de la otra no deberá exceder a 500 mm. El color de la chaqueta deberá ser negro. Identificación de los núcleos

El aislamiento de los cables monopolares para los circuitos de fuerza aislados a 600 V deberá ser de color negro.

Los conductores de los cables multipolares para los circuitos de fuerza aislados a 600 V. Deberán ser identificados por compuestos coloreados así:

Tipo de cable	Color del aislamiento
Cables tetrapolares	Blanco, Azul, Rojo, Amarillo
Cables tripolares	Amarillo, Azul, Rojo
Cables bipolares	Blanco, Negro

Los conductores de los cables para los circuitos de control aislados a 600 V deberán ser identificados con el método uno (1) de compuestos coloreados con trazos, de acuerdo con los requisitos establecidos en la Parte 8 sección K.3.1, tabla K2 del anexo K de la última edición de la norma NEMA WC-7 aplicable a cables de control.

Los conductores de los cables para instrumentación aislados a 600 V deberán ser identificados con el método siete (7) de compuestos coloreados con trazos, de acuerdo con los requisitos establecidos en la parte 8 sección K.3.7, tabla K2 del anexo K de la última edición de

la norma NEMA WC-7 aplicable a cables trenzados. El cable blanco de cada par deberá ser identificado con el número correspondiente al par del cual forma parte. Los números deberán ser de color negro.

#### *1.15.9.11 Pruebas o ensayos en fábrica*

Los cables para los circuitos de fuerza aislados a 15 kV deberán ser probados de acuerdo con la última edición de la norma AEIC CS5 y con los requisitos establecidos en la sección seis (6) "Testing and Test Methods" de la norma NEMA WC-7 (ICEA S-66-524).

Los cables para los circuitos de fuerza y para los circuitos de control aislados a 600 V deberán ser probados de acuerdo con la sección seis (6) "Testing and Test Methods" de la norma NEMA WC-5 (ICEA S-61-402).

Los aislamientos, las chaquetas y los rellenos serán sometidos a pruebas de índice de oxígeno, índice de temperatura crítica y ensayo vertical a la llama para verificar la característica retardante a la llama y a pruebas para determinar la densidad y la toxicidad de humos y gases.

El fabricante deberá suministrar para tres copias de los reportes de las pruebas tipo realizadas a los cables, en caso de que los reportes presentados no cumplan con las exigencias de las normas para el diseño del equipo solicitado, el Contratista realizara las pruebas tipo o de diseño respectivas sin costo adicional para la CAASD

Deberán realizarse pruebas de rutina, según la última versión de las normas aplicables a los cables especificados.

#### *1.15.9.12 Embalaje*

El Contratista deberá suministrar los cables en carretes de madera no retornables y de construcción normalizada. Cada terminal del cable deberá ser sellado antes de ser enviado, para prevenir la entrada de humedad. El costo del carrete de madera deberá incluirse en los precios cotizados para los cables.

Sólo se permitirán tolerancias de  $\pm 2\%$  de la longitud del cable en cada carrete y de  $\pm 1\%$  en la longitud total de la entrega estipulada.

Los carretes tendrán una estructura suficientemente fuerte que pueda soportar el manejo durante el transporte, cargue, descargue y todas las operaciones de instalación del conductor.

El tambor en ningún caso deberá tener un diámetro exterior menor que 30 veces el del cable.

La madera usada en la fabricación de los carretes, deberá ser nueva, el tratamiento de preservación de la madera deberá garantizar que los carretes se conserven por un período mínimo de un (1) año, contado a partir de la fecha de entrega del material en la obra.

Los carretes deberán ser cubiertos con listones de tal manera que se prevenga el deterioro del cable. Los listones deberán fijarse firmemente a los bordes del carrete y asegurarse con bandas de acero o de fibra plástica (zunchos).

Los carretes deberán estar claramente marcados en ambas caras, en forma imborrable, indicando las características del cable contenido y el sentido de rotación.

#### *1.15.9.13 Características técnicas de los suministros*

El Proponente deberá anexar información técnica de los cables a suministrar, que permita verificar sus características y su aplicación al proyecto de acuerdo con lo solicitado en estos documentos.

#### *1.15.9.14 Bandejas Portacables y Tuberías*

En esta sección se especifican los requisitos detallados para el diseño, fabricación, pruebas y suministro del sistema de bandejas portacables, ductos y de las tuberías metálicas que se instalarán en el proyecto de la planta, que deberán ser suministrados de acuerdo con estas especificaciones, para el montaje de los conductores eléctricos

#### 1.15.9.15 *Materiales*

Todos los materiales deberán ser nuevos y de una calidad comercial normalizada de primer grado, libres de defectos e imperfecciones y donde se indique, de las clasificaciones y calidades designadas.

Los materiales no designados específicamente en estos documentos deberán estar sujetos a aprobación y ser normalizados por las normas de la ASTM ("American Society for Testing and Materials") u otras normas equivalentes.

Se utilizarán los siguientes materiales:

Para miembros generales en el sistema de bandejas portacables:  
Acero estructural de acuerdo con la especificación ASTM A 36 "Standard Specification for Structural Steel"

Para miembros con altos esfuerzos en el sistema de bandejas portacables:  
Acero estructural de acuerdo con la especificación ASTM A 441 "Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Manganese Vanadium Steel".

Para pernos y tornillos de 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 y 1 pulgada de diámetro:  
ASTM A 394 "Standard Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts".

Para tuercas:  
ASTM A 563 "Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts".

Para las tuberías o conductos  
Las tuberías o conductos metálicos y sus accesorios deberán cumplir con las especificaciones ANSI de la serie C 80 "Conduits and Ducts" C 80.1 "Specification for Rigid Steel Conduit, Zinc-Coated, Hot Dip Galvanized"

Las dimensiones de los tornillos, tuercas y arandelas de acero deberán estar de acuerdo con la norma ANSI B1.1 "Unified Screw

Threads". Las roscas de todas las tuercas, los pernos, pernos de anclaje y pernos prisioneros de diámetro igual o mayor a 7 mm deberán cumplir con las normas ISO "Metric Coarse Thread Standards", y aquellas con diámetro inferior a 7 mm deberán cumplir con las normas ISO "Metric Fine Thread Standards". La cabeza de los tornillos y las tuercas deberán tener iguales dimensiones para el mismo tamaño de tornillo para poder ajustarlas con la misma herramienta. Cada tornillo del sistema de bandejas portacables debe sobresalir por lo menos una rosca o filete pero no más de tres roscas o filetes a través de su tuerca y arandela.

Todos los elementos del sistema de bandejas portacables, tuberías y accesorios deberán ser limpiados de toda suciedad, polvo, óxido, aceite, grasa y cualquier otra sustancia extraña. Se deberán tomar en cuenta las recomendaciones de la norma ASTM A385 "Standard Recommended Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot-Dip)" con el propósito de obtener una alta calidad del revestimiento galvanizado por inmersión en caliente.

Todos los componentes deberán ser galvanizados por el proceso de inmersión en caliente, de acuerdo con la última edición de la norma ASTM A 123 "Standard Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed, and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strip".

El revestimiento de Zinc deberá ser liso, limpio, de un espesor uniforme y libre de defectos. Los componentes galvanizados no deberán presentar escalas, aglutinamiento del galvanizado, rugosidades en la superficie, en los bordes o en las perforaciones.

La preparación para la galvanización de los componentes y la galvanización en si misma no deberán afectar, adversamente las propiedades mecánicas de los componentes revestidos.

La fabricación de los soportes y las ménsulas deberán cumplir con todas las características descritas para las bandejas portacables.

Los tornillos, tuercas, arandelas y roscas de acero y hierro deberán ser galvanizados por el proceso de inmersión en caliente de acuerdo

con la última edición de la norma ASTM A 153. El revestimiento de Zinc deberá ser liso, limpio, de un espesor uniforme y libre de defectos.

#### *1.15.9.16 Diseño del Sistema de Bandejas Portacables*

El Contratista deberá realizar un diseño detallado de todos los elementos del sistema de bandejas portacables de acuerdo con la última edición de las normas NEMA VE-1 "Cable Tray Systems" y con los datos suministrados en estas especificaciones.

Las bandejas, los ductos y canaletas serán galvanizados en caliente, con las provisiones para asegurar los cables, se suministrarán con todas las curvas, reducciones, derivaciones, elementos de unión, soportes y herrajes para una completa y satisfactoria instalación

Las bandejas portacables deben ser del tipo escalera, con el fin de permitir una libre circulación de aire alrededor de los cables y ofrecer el mínimo de humedad y acumulación de suciedad en las superficies. La distancia máxima entre los centros de los peldaños debe ser de 200 mm.

El espaciamiento normal entre peldaños debe ser mantenido en la línea central de las curvas horizontales a 90° y 45°. El diseño de las bandejas portacables deberá estar basado sobre una carga estática distribuida de 50 kg/m debida al peso de los cables y una carga concentrada de 100 kg considerada en la mitad del máximo espaciamiento entre soportes de 2,4 m.

El factor de seguridad de carga a utilizar en el diseño de las bandejas y ductos deberá ser por lo menos de 1,5, basado en el colapso de una bandeja cuando es soportada como una viga sencilla en los dos extremos.

El sistema de bandejas portacables y ductos deberá ser eléctricamente continuo y sólidamente conectado a tierra.

Las bandejas y ductos serán soportadas por ménsulas apoyadas en columnas de concreto, en soportes apoyados en el piso y en

soportes suspendidos del techo o muros; directamente fijados en las columnas, al piso o a la pared del techo por medio de pernos de expansión.

#### *1.15.9.17 Fabricación de las bandejas y ductos portacables*

La fabricación de todos los elementos deberá ser hecha para lograr facilidad y rapidez en el montaje e instalación en la obra. La fabricación de las bandejas portacables Y ductos deberá ser en secciones de una construcción sólida, suministradas con una longitud de 2,4 m, con peldaños soldados a los perfiles laterales. Los perfiles laterales deberán ser hechos de una sola sección, con los dobleces necesarios para proporcionar una resistencia mecánica adecuada a las cargas de diseño especificadas anteriormente.

Las diferentes partes usadas en la fabricación deberán estar libres de defectos, torceduras, óxido, desigualdades, cortes mal realizados o alguna otra imperfección o irregularidad que pueda afectar la resistencia y durabilidad de los materiales o que den un mal acabado o apariencia a las estructuras.

Los huecos para los pernos y tornillos deberán ser localizados exactamente con el fin de obtener un buen ajuste entre los diferentes elementos. Después de taladrados los huecos, las superficies deberán estar perfectamente lisas y no deberán presentar bordes afilados, rebabas o salientes perjudiciales.

Todos los elementos metálicos deberán ser cortados exactamente con cizalla. Las superficies cortadas deberán ser libres de defectos visibles tales como pandeo, defectos en la superficie causados durante la operación de corte o algún otro defecto. La parte interna del sistema de bandejas portacables, incluidas las uniones y los sujetadores de las mismas, no deberá presentar bordes, rebabas o salientes que puedan dañar el aislamiento o la chaqueta de los cables durante la instalación u operación de éstos.

La curvatura de todos los elementos deberá ser hecha en caliente en forma continua, para reducir el quebrantamiento de los materiales.

En general, deben seguirse las recomendaciones de la norma ASTM A 143.

#### 1.15.9.18 Tuberías metálicas

La tubería deberá ser de acero galvanizado tipo IMC apta para ser roscada, doblada, soldada por métodos comunes. Los tubos deberán estar exentos de defectos superficiales interiores que puedan causar daños al aislamiento o a la chaqueta de los cables. Su soldadura deberá ser continua y aplicada longitudinalmente. Las soldaduras transversales no serán admitidas. Los tubos deberán ser rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme. Sus extremos deberán ser cortados a noventa grados con relación al eje longitudinal del tubo, deberán llevar rosca externa y no presentar filos o rebabas interiores.

Las principales características que deberán cumplir las tuberías son las siguientes:

Tamaño Nominal		Diámetro exterior mm	Espesor de Pared mm
mm	pulgada		
13	1/2	21,00	1,803
19	3/4	26,33	1,803
25	1	33,02	2,184
32	1 1/4	41,75	2,184
38	1 1/2	48,00	2,666
51	2	60,07	2,666
64	2 1/2	72,46	3,809
76	3	88,31	3,809
102	4	113,56	3,809

Además de las uniones, para las tuberías metálicas se deberán suministrar conduletes de hierro maleable, de las formas y tamaños

indicados en el formato de la lista de cantidades. Sus roscas deberán ser aptas para facilitar el montaje y la instalación de la tubería en la obra, y su suministro deberá incluir la cubierta, su empaque y sus tornillos.

#### *1.15.9.19 Pruebas o ensayos*

Las bandejas porta cables, tuberías conduit y accesorios deberán ser probados de acuerdo con las pruebas de rutina establecidas en las normas para este tipo de elementos.

El fabricante deberá suministrar tres copias de los reportes de las pruebas realizadas a los elementos del suministro.

#### *1.15.9.20 Embalaje*

Las partes del suministro se deben empaquetar en forma adecuada de acuerdo con las características de los elementos, protegidos contra daños que puedan presentarse durante las operaciones de cargue, transporte, descargue y almacenamiento. Los miembros más pequeños se podrán agrupar en paquetes que no excedan 200 kg de peso. Las piezas más pequeñas, como pernos, tornillos, platinas pequeñas, placas triangulares, arandelas, etc., deberán ser empacadas en cajas de madera zunchadas y marcadas. La preparación para el transporte deberá incluir preservación contra polvo durante el traslado y períodos de almacenamiento. Los pernos de tamaños iguales, deberán empacarse juntos y en la misma caja. Si la cantidad es pequeña, se podrán empaquetar en la misma caja pernos de diferentes tamaños, pero los de tamaños iguales se empacarán por separado para facilitar su clasificación y contabilidad.

#### *1.15.9.21 Características técnicas de los equipos*

El Proponente deberá anexar información técnica de los elementos a suministrar, que permita verificar sus características y su aplicación al proyecto de acuerdo con lo solicitado en estos documentos.

## 1.15.10 Canalizaciones Subterráneas

### 1.15.10.1 Generalidades

Las canalizaciones subterráneas para las acometidas de las redes eléctricas de media, baja tensión y de alumbrado público, estarán constituidas por tuberías de PVC para protección de conductores eléctricos, cajas de paso en concreto, herrajes, etc.

El Contratista suministrará, transportará hasta el sitio de la obra, instalará y probará las tuberías, accesorios y los materiales y herrajes para las cajas de paso necesarias para las canalizaciones subterráneas mostradas y descritas en los planos y en este documento.

Construirá las canalizaciones subterráneas y cajas de paso para las acometidas de las redes eléctricas de baja tensión y de alumbrado público con todos los elementos, accesorios y los materiales necesarios para la adecuada instalación y su correcto funcionamiento.

La zanja y la tubería PVC donde se colocarán los ductos, será libre de piedras afiladas, y se protegerán con 75 mm de arena por la parte superior e inferior cable y ductos. La tubería PVC no deberá estar en contacto con piedras que puedan deteriorarlas al compactar y durante su vida útil, se cubrirán con arenilla o con concreto dependiendo de los requerimientos de protección. Por encima de la tubería a una distancia no menor de 30 cm se colocará una cinta con rótulos que indiquen “Peligro- Cables eléctricos” ó similar.

Los ductos para cables de voltaje de hasta 1000 V estarán por debajo del nivel del piso, por lo menos 500 mm. Ductos para cables de voltajes más altos tendrán un recubrimiento mínimo de 800mm. Todos los ductos para cables que pasan bajo calzadas tendrán un revestimiento mínima de 1000 mm. Estas profundidades pueden ser variadas en algunas circunstancias donde haya proximidad de los cables con otros cables o servicios.

Las tuberías deberán ser selladas adecuadamente donde lo indique la CAASD, para prevenir ingreso de roedores, humedad y por criterios de barreras contra fuego.

La identificación sobre el nivel del terreno de los ductos subterráneos será realizada por postes de concreto en bordes de carreteras, etc. a intervalos de no más de 100m y en todas los cruces o cambios de dirección en la ruta del ducto. Los postes tendrán no menos de 200mm de altura y serán de construcción sólida.

El Contratista protegerá las tuberías para evitar la entrada de agua o de cualquier material que pueda obstruirlas o dañarlas, mientras se construye la obra y hasta la puesta en servicio de las instalaciones eléctricas.

Donde los edificios incorporen tuberías eléctricas y de control, con otras de servicios generales, químicas, etc., agua, se colocarán separadas

#### *1.15.10.2 Cajas de distribución subterráneas*

Para las instalaciones eléctricas en canalizaciones exteriores subterráneas, las cajas de paso y derivación subterráneas con sus respectivas tapas se construirán en concreto y cumplirán en lo que se refiere a excavaciones, concretos, paredes, acero de refuerzo, revoque interior, herrajes, etc. con lo indicado en las normas de la Empresa de energía local.

Durante la construcción de las cajas de distribución se deberá tener presente que para iniciar la construcción de las fundaciones, vaciados de losas de fondo y paredes de las cajas, es necesario que se encuentren terminadas las zanjas de las respectivas canalizaciones de empalme. Se deberá dejar una tubería para drenaje de las cajas, que se conecte a un sistema que permita la evacuación del agua en el interior de las cajas.

## 1.15.11 Especificaciones Técnicas de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado y Fuerza

### 1.15.11.1 *Alcance*

En este numeral se especifican los requisitos y normas para fabricación, suministro, embalaje, transporte hasta el sitio de la obra, montaje y pruebas de los equipos, materiales y elementos necesarios para las instalaciones eléctricas permanentes de alumbrado y fuerza interior y exterior de los edificios que hacen parte de la Planta Potabilizadora.

El Contratista suministrará, instalará y probará los sistemas permanentes de alumbrado y fuerza en las diferentes áreas internas de los edificios. Estos sistemas estarán constituidos por: cajas, soportes, conduletes, tuberías, tomacorrientes, cajas de potencia, conductores, luminarias, bombillas, interruptores manuales, tableros de interruptores automáticos, tableros de control de alumbrado, con todos los elementos y accesorios necesarios para su adecuada instalación y correcto funcionamiento.

El Contratista suministrará, instalará y probará los sistemas permanentes de alumbrado y fuerza exterior, en los parqueaderos y vías de circulación interna de la Planta. Estos sistemas estarán constituidos por postes, tuberías, canalizaciones, cajas de distribución subterráneas, conductores, soportes, tableros de interruptores automáticos, bombillas, luminarias, fotoceldas, protecciones y todos los elementos y accesorios necesarios para el correcto montaje y buen funcionamiento de los sistemas.

### 1.15.11.2 *Instalaciones temporales*

El Contratista suministrará, transportará e instalarán todos los equipos, materiales y elementos necesarios para sus instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza, durante la etapa de construcción de las obras.

### 1.15.11.3 *Estipulaciones generales*

La fabricación, suministro, embalaje, transporte, montaje y pruebas de todos los equipos, materiales eléctricos y accesorios para las

instalaciones permanentes de los sistemas de alumbrado y fuerza se harán de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería, las normas, códigos e instrucciones que se indican en estas especificaciones y en los planos y en coordinación con la CAASD y el Ingeniero Supervisor.

Todos los procedimientos para la instalación de materiales y equipos se ajustarán a lo establecido por los Reglamentos Técnicos nacionales, y el NEC National Electrical Code.

Los planos deberán mostrar la disposición general de las instalaciones. Con base en la información suministrada El Contratista deberá verificar en sitio el alcance de los trabajos y determinar previamente el procedimiento adecuado para la ejecución de los mismos.

El Contratista examinará cuidadosamente los planos y será el único responsable de la calidad e instalación apropiada de los materiales y equipos en la forma indicada, investigará cuidadosamente las condiciones estructurales y de acabados que puedan afectar cada instalación y las tendrá en cuenta al preparar su propuesta y al hacer el trabajo.

Los cambios que El Contratista estime necesarios debido a condiciones especiales que se presenten durante la construcción de la obra y a otras causas, se someterán a la aprobación previa del Ingeniero Supervisor. El Contratista deberá coordinar en la obra la ubicación óptima de los elementos y materiales teniendo en cuenta los acabados civiles y las canalizaciones correspondientes a otros sistemas.

En general, El Contratista protegerá los equipos y materiales contra deterioro o daño, en forma permanente, antes y durante su instalación. Al finalizar el trabajo, todo el material instalado quedará limpio y en condiciones satisfactorias de operación. Los materiales que resulten defectuosos o se dañen durante su instalación por descuido de El Contratista, serán reparados o reemplazados a satisfacción del Ingeniero Supervisor, sin ningún costo extra para La CAASD.

#### 1.15.11.4 *Materiales y equipos*

Los materiales y equipos que se usarán en las instalaciones eléctricas de los sistemas de alumbrado y fuerza, serán suministrados por El Contratista, serán nuevos, de primera calidad y se ajustarán a los requisitos establecidos en estas especificaciones y en los planos. Todos los materiales serán productos normalizados de fabricantes reconocidos que hayan producido continuamente este tipo de materiales y deberán tener la certificación de producto.

Todos los materiales y equipos recibirán los tratamientos de protección mecánica y contra la corrosión, adecuados para las condiciones ambientales propias del sitio de las obras.

Los conectores y terminales de los equipos e interruptores para la conexión de los conductores serán adecuados para la capacidad de corriente y temperatura de operación del conductor y deberán ser para una temperatura mínima de 75 grados centígrados.

Para los diferentes materiales se cumplirán las estipulaciones siguientes:

##### Tuberías, canaletas y accesorios

Para las instalaciones eléctricas expuestas, enterradas y empotradas, para la protección de los conductores eléctricos, se usarán tubos de acero sin costura, del tipo semipesado (IMC), según se indique en los planos y en estas especificaciones. Toda la tubería deberá estar libre de defectos superficiales interiores y exteriores y será recta a simple vista, de sección circular y espesor de pared uniforme.

Las roscas de los tubos de acero estarán libres de imperfecciones, asperezas e irregularidades, en lo que se refiere a tubos para protección de conductores eléctricos. Si las roscas se hacen después de aplicar el galvanizado, los filetes se protegerán antes de su instalación, con pintura anticorrosiva del tipo orgánico, rica en zinc.

La tubería será suministrada por El Contratista en tramos de 3 metros de longitud. Los tubos de acero se proveerán con roscas en cada extremo, pieza de unión en uno de ellos y protección para la rosca en el otro. Los tubos de PVC se suministrarán con los elementos de unión y pegantes adecuados. Cada tubo o conjunto de tubos llevará impreso el nombre del fabricante, el país de origen y el número de la norma. Todos los bordes se limarán para evitar daños en los conductores durante su instalación.

Los accesorios de acero para las tuberías tales como curvas, acoples, tapas, tuercas, contratueras, abrazaderas, boquillas con previsión para puesta a tierra, etc., cumplirán los requisitos indicados en estas especificaciones.

La tubería metálica galvanizada y todos sus accesorios serán protegidos contra la corrosión, de acuerdo con las normas ANSI C-80.1 "Specification for Rigid Steel Conduit, Zinc-Coated, Hot Dip Galvanized B.1" y "Specification for Rigid Steel Conduit, Fittings Zinc-Coated, Threaded Type".

Las canaletas metálicas serán construidas de dos secciones, que garanticen la independencia eléctrica entre el cableado de energía y el cableado de redes de datos, además de facilitar la instalación de los tomas en forma central alineada y modular. Serán fabricadas en lámina "Cold Rolled" calibre USG 18 y pintada con pintura del color elegido por la CAASD. Los bordes deberán estar libres de asperezas e irregularidades y se limarán para evitar daños a los conductores.

Las canaletas se suministrarán con accesorios prefabricados para cambios de dirección y derivaciones y tapas en todo su recorrido; las tapas serán para fijar a presión para evitar daños en los conductores. Las canaletas serán adecuadas para la instalación en su interior de tomas para energía y/o para la red de datos; las perforaciones para llegada de cables a los tomas serán hechas en fábrica y con las herramientas adecuadas y estarán provistas de empaques que prevengan el deterioro del aislamiento de los cables, de acuerdo con lo indicado en los planos o como lo indiquen la CAASD o el Ingeniero Supervisor.

### Cajas, conduletes y accesorios

Las cajas de salida de tomacorrientes, de luminarias y las cajas de empalme o de tiro para las instalaciones eléctricas empotradas serán de acero galvanizado, troqueladas, del tipo normal para empotrar y serán protegidas contra la corrosión. Para las instalaciones expuestas, las cajas de empalme o de tiro serán en fundición de acero o de aluminio, con entradas roscadas; tendrán los cerramientos tipo NEMA adecuados para cada sitio de su instalación.

Toda caja a la cual lleguen más de dos tubos, será como mínimo de 4" x 4" y en caso necesario, llevará sobrepuesta una tapa reductora que permita fijar el elemento eléctrico, según el caso.

Estas cajas cumplirán lo establecido en la sección 314 del NEC y sus dimensiones serán apropiadas para cada uso específico de las instalaciones eléctricas.

Los accesorios de acero tales como tapas, tuercas, boquillas, elementos de fijación, etc., cumplirán lo aplicable de estas especificaciones, serán de acero al carbono, galvanizados en caliente, sujetos a requisitos de propiedades mecánicas”.

Las cajas para las canalizaciones subterráneas de las redes de alumbrado exterior serán de concreto, tendrán herrajes y tapas, y cumplirán las normas aplicables de la Empresa de energía local.

### Conductores

Los conductores monopoles serán de cobre suave recocido; serán sólidos para calibres No. 8 AWG y menores, que cumplirán la norma ASTM B-3 “Soft or Annealed Copper Wire” y del tipo cableado concéntrico, clase B, para los calibres No. 6 AWG y mayores, que cumplirán la norma ASTM B-8 “Concentric Lay Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft”.

El aislamiento de los conductores será de material termoplástico, tipo THW, resistente al calor y a la humedad, para una tensión de 600 V y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 75°C, en operación normal y continua; estará libre de grietas, superficies

irregulares y porosidades y cumplirá los requerimientos de las normas ICEA S-19-81, NEMA WC5 “Termoplastic Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy”

El aislamiento de los conductores y de las cubiertas para cables multipolares para la alimentación de las luminarias, serán de material termoplástico, tipo THHN, resistente al calor y a la humedad, para una tensión de 600 voltios y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 90°C en operación normal y continua. En los cables multipolares los conductores de cada polo serán de cobre trenzado.

El calibre y tipo de los conductores, en cada una de las instalaciones de alumbrado y fuerza se indican en los planos, y no se podrá hacer ninguna modificación en ellos sin la previa aprobación de la CAASD o del Ingeniero Supervisor.

#### Tomacorrientes e interruptores manuales

Todos los tomacorrientes, interruptores manuales y sus accesorios para control de alumbrado serán de tipo industrial para trabajo pesado, a excepción de los que se instalen en áreas como oficinas, cocineta y baños, los cuales serán decorativos; serán de material plástico moldeado y cumplirán lo especificado en las normas NEMA No. WD-1 “General Purpose Wiring Devices”. Cada interruptor o tomacorriente llevará, grabada o impresa, en forma visible, la marca o certificación de aprobación UL o de una entidad similar, la capacidad de corriente y el voltaje nominales.

Los tomacorrientes monofásicos serán dobles, de dos polos, tres hilos, polarizados, de 15 A, 125 Vc.a. (Línea Nema 5), con conexión a tierra, con los bornes dispuestos en tal forma que la conexión pueda ser revisada sin necesidad de extraer el tomacorriente de la caja.

Los tomacorrientes GFCI (Ground Fault Circuit Interrupters) serán monofásicos, dobles, de dos polos, tres hilos, de 20 A, 125 Vc.a, con conexión a tierra, con los bornes dispuestos en tal forma que la conexión pueda ser revisada sin necesidad de extraer el tomacorriente de la caja.

Estos tomas deben cumplir con lo estipulado en la sección 218-8 del NEC y fabricados de acuerdo con las normas NEMA WD-1, ANSI C73 y cumplir con los Standard UL 943 y 498

Los tomacorrientes bifásicos serán de dos polos, tres hilos, polarizados, de 20 A, 250 Vc.a. (Línea NEMA 6), con conexión a tierra.

Las cajas de potencia consistirán en un tablero eléctrico dotado en su interior con un tomacorriente monofásico doble con polo a tierra de 15 A, 125 Vc.a, un tomacorriente bifásico de 20 A, 250 Vc.a, un tomacorriente trifásico de 30 A, 250 Vc.a (línea NEMA 15), todos estos protegidos por un interruptor tripolar de 30 A completamente cableados. Para las cajas de potencia se utilizarán tomacorrientes del tipo industrial.

#### Luminarias

Los sistemas de alumbrado en los edificios, en los parqueaderos y vías de circulación interna de la Planta, tendrán luminarias para instalación interior y exterior.

Las luminarias para instalación interior en serán fluorescentes con tubos tipo T5 y T8, fluorescentes tipo “ojo de buey”, tipo “Wallpack” con bombillas de vapor de sodio e industriales con bombillas de “Metal Halide” de acuerdo a lo indicado en los planos

Las luminarias fluorescentes para las áreas de proceso serán cerradas, herméticas al polvo, resistentes a la humedad y a la corrosión.

Las luminarias para instalación exterior, serán del tipo alumbrado público y reflectores de las potencias y tipo indicados en los planos y/o formularios.

Para la fabricación de las luminarias, se tendrán en cuenta los requisitos estipulados en la sección 410 del NEC o en las especificaciones técnicas unificadas para luminarias de vapor de sodio a alta presión para alumbrado público del sector eléctrico.

Las luminarias se proveerán con las respectivas bombillas, balastos, tubos, tomacorriente y enchufe para su conexión, elementos de fijación necesarios y sus accesorios, y se instalarán según lo estipulado en la sección 410 del NEC. Los componentes, tales como tubos, bombillas, balastos, portalámparas, etc., serán de construcción normalizada.

Todas las luminarias se suministrarán con los elementos y conectores necesarios para realizar su conexión a tierra.

Los balastos utilizados para las luminarias fluorescentes, serán electrónicos multivoltajes con una distorsión de armónicos no mayor del 10%, con bajas pérdidas de potencia, con baja corriente de arranque y alto factor de potencia, no menor de 0.90, deberán ser certificados UL (UnderWriters Laboratories).

Los balastos utilizados para las luminarias con bombillas de alta presión de sodio, serán del tipo reactor, con bajas pérdidas de potencia, con baja corriente de arranque y alto factor de potencia, no menor de 0,90; serán adecuados para cada tipo de luminaria, de acuerdo con su potencia, y proporcionarán el voltaje requerido por la bombilla para que su rendimiento lumínico sea óptimo.

Todos los balastos serán protegidos contra contactos accidentales con las partes sometidas a tensión, e interiormente, estarán recubiertos con un material eléctricamente aislante y resistente a la humedad.

Cada balasto tendrá impresos de manera clara e indeleble los siguientes datos: nombre del fabricante, diagrama de conexión indicando la posición de los terminales; la tensión, frecuencia, potencia, corriente y factor de potencia, nominales y el número de tubos o bombillas para los cuales el balasto está diseñado.

Las luminarias fluorescentes serán aptas para instalar fijadas en cielo falsos, directamente fijadas a techos o descolgadas.

El balasto y el cableado deberán estar instalados sobre un canal cerrado, dispuesto en la parte superior de las luminarias.

Todas las luminarias fluorescentes deberán suministrarse con las provisiones necesarias para su fijación o descuelgue (incluyendo las que se fijarán en los cielos falsos). Dichas provisiones deberán implementarse en los elementos rigidizantes de las mismas, sin que interfieran con la pantalla difusora de las luminarias. No se permitirá realizar ninguna perforación en las luminarias después de ser aprobadas y despachadas en fábrica.

Todas las partes metálicas, incluyendo herrajes y tornillos, recibirán tratamiento anticorrosivo completo antes del acabado final.

El acabado de la pantalla reflectora será en pintura electrostática con una reflectancia mínima del 88% y será capaz de soportar las temperaturas continuas de operación sin decolorarse y sin pérdida de la reflectancia.

Las pantallas difusoras serán de acrílico claro, resistente al impacto, 100% puro, con un espesor mínimo de 3 mm, moldeado por inyección, con tapas moldeadas en los extremos, formando una sola unidad. Las superficies interior y exterior serán prismáticas, de tal forma que se evite el deslumbramiento y se obtenga un alto flujo luminoso.

Luminarias Tipo “ojo de buey”, con bombillas fluorescentes, 120 Vc.a., aro fabricado en aluminio inyectado, pantalla removible en aluminio electrobrillantado y pintura electrostática en polvo. Balasto electrónico de factor de potencia mayor de 0.9 THD menor del 10%, referencia Magnetek o similar. El portabombilla y el balasto para esta luminaria deben tener sello UL. En conjunto completo la fabricación del “ojo de buey” debe garantizar que en condiciones normales de operación los valores de temperatura en el interior del reflector no afecten la vida útil y la operación de los diferentes componentes eléctricos.

Tipo alumbrado público. Serán con control fotoeléctrico individual, tendrán bombilla del tipo y potencia indicado en los planos, 208 Vc.a., aptas para ser conectadas a la red de alimentación mediante

cable encauchetado de cobre, 3 No. 14 AWG y serán para montaje horizontal, cerradas y de reparto asimétrico.

Serán construidas en aluminio fundido, tendrán protección IP65 (en los dos compartimientos, óptico y eléctrico), con acabados resistentes a la intemperie, tratadas contra la corrosión, con el conjunto eléctrico (balasto tipo reactor, condensador para alto factor de potencia, arrancador y bornera de conexiones) montado para fácil cambio de elementos y mantenimiento. El reflector será de aluminio prensado electroabrillantado y anodizado y el refractor será de vidrio templado, resistente al impacto y a las alteraciones mecánicas y ópticas.

El conjunto óptico cerrará herméticamente y constará de un empaque para alta temperatura y mecanismo de cierre a presión que garantice la limpieza interior. El portalámparas será adecuado al tipo de fuente luminosa, tipo pesado con casquillo en cobre fresado y baño electrolítico.

Las luminarias se suministrarán como una sola unidad, con el balasto correspondiente, incluyendo el cableado especial para conectar el porta bombillas, de acuerdo con la temperatura de operación y el equipo auxiliar. La posición y el centrado de la bombilla serán regulables mediante mecanismos de fácil operación manual para obtener, según la posición de la bombilla, haces concentrados o dispersos.

Lámparas led solar de 130W, panel solar de 18V,180W monocristalino, temperatura de color 4000K (Cálido), tiempo de iluminación sin sol ) 5-7 días nublado o día lluvioso, 5 años de garantía certificada, por escrito, por la fabrica,(Incluir en la oferta) con cámaras 360 grado, 5.0 megapíxeles, resolución 2560 x 1920, Zoom 30 X, lente ajustable, WIFI, con carcasa de aleación de metal duradera avaladas por certificaciones 1509001-R0HS, con un nivel de impermeabilidad IP66, detector de movimiento de video. Batería de Litio 12.8V 54Ah, con compuerta externa para reemplazo, Vida útil de 70,000 horas.

Las luminarias serán para montaje horizontal y su forma presentará poca resistencia a la presión del viento.

Los portalámparas serán de casquillo con rosca tipo mogul.  
Las luminarias serán adecuadas para montaje en poste, con brazo de 1,80m de longitud y con ángulo 52°, para obtener un montaje de la luminaria a 20°.

Luminarias “Wall Pack”. Estas luminarias tendrán bombilla del tipo y potencia indicada en los planos, 208 Vc.a, 60 Hz; serán construidas con carcasa en aluminio fundido adecuadas para instalación en muro o columna metálica.

Las luminarias se diseñarán para una iluminación uniforme y serán selladas, con refractor prismático moldeado, resistente al calor, a los cambios de temperatura y a los golpes. El reflector será de aluminio prensado electrobrillantado y anodizado.

Cada unidad incluirá el balasto tipo CWA o reactor correspondiente y el portalámparas, que será de casquillo con rosca tipo mogul.

#### Iluminación con paneles solares

El Contratista deberá suministrar, instalar y probar paneles solares para iluminación, de la potencia y características que deberán ser coordinadas con la CAASD

#### Cajas de potencia

Las cajas serán metálicas en lámina calibre 16 AWG para trabajo pesado y protegidas contra corrosión, con tapa, cerramiento NEMA tipo 4, tendrán dimensiones adecuadas para instalar en ellas tres tomacorrientes del tipo industrial: uno trifásico, con conexión a tierra, 30 A, 250 V, 3 polos, 4 hilos, uno bifásico, con conexión a tierra, 20 A, 250 V y uno monofásico doble, con polo de tierra de 15 A, 125 V; además de los interruptores automáticos del tipo de caja moldeada, uno monopolar de 15 A y uno tripolar de 30 A y su cableado interno.

#### Tablero de control de alumbrado

El Contratista suministrará e instalará tableros para control de alumbrado completos con sus accesorios, como se indica en estas especificaciones y en los planos.

En la parte frontal del tablero se colocarán placas de identificación, en material fenólico, grabadas con los nombres que se indican en los planos.

Estos tableros serán suministrados con contactores, interruptores manuales, selectores de posición, luces indicadoras, interruptores automáticos tipo miniatura de caja moldeada, borneras individuales y accesorios, será completamente ensamblado y alambrado e incluirá caja, puertas con bisagras y empaquetaduras.

La cubierta será construida en lámina de acero calibre 16 USG, con tratamiento anticorrosivo y acabado en esmalte horneable, tropicalizado y del color elegido por la CAASD; la cubierta del tablero será NEMA tipo 12, con recubrimiento resistente a la corrosión, golpes, impactos y agentes químicos como jabón y detergentes, y de las dimensiones adecuadas y el espacio suficiente para acomodar todos los componentes requeridos.

Los contactores para alumbrado tendrán la capacidad de corriente nominal permanente, indicada en los planos y serán apropiados para alumbrado con luminarias, fluorescente, metal halide y de alta intensidad de descarga.

Los contactores serán para servicio industrial, categoría AC1, a 600 Vc.a. y tendrán bobinas encapsuladas, para trabajo continuo.

Los selectores de control serán del tipo de contacto mantenido, de dos posiciones, adecuados para 600 V c.a. Las manijas irán en el frente y el mecanismo de operación de los contactos en la parte posterior de la puerta del tablero. Los contactos de los selectores deberán ser capaces de conducir continuamente una corriente de por lo menos 10 amperios, sin exceder un incremento de temperatura de 30°C. Cada selector deberá ser suministrado con placas claramente marcadas para mostrar e identificar cada posición de operación. Los

cables de conexión de los elementos a las borneras deberán ser marcados en ambos terminales, con marquillas de identificación.

#### Tableros de alumbrado y fuerza

Los tableros de interruptores automáticos para alumbrado y fuerza, serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las secciones 312 y 408 del NEC y la norma ANSI C37.20.

Los tableros serán apropiados para montaje sobrepuesto en muro o fijados a columnas metálicas, como se indica en los planos, y diseñados de tal forma que los interruptores puedan ser reemplazados independientemente, sin necesidad de desmontar los interruptores adyacentes ni los terminales principales y que los circuitos puedan ser cambiados sin necesidad de maquinado, perforaciones y derivaciones.

Las barras principales, la barra para el neutro aislada y la barra de tierra de los tableros, serán de cobre de alta conductividad, de construcción normalizada y tendrán la capacidad de corriente permanente especificada en los planos. Los tableros tendrán una barra de cobre para puesta a tierra, con una capacidad de corriente de mínimo el 70% de la capacidad de las barras principales. Las cubiertas de los tableros serán NEMA tipo 12, serán construidos en láminas de acero calibre 14 USG tratadas contra la corrosión, impactos directos e indirectos y agentes químicos como jabones y detergentes, tendrán acabado final en esmalte horneable tropicalizado, del color elegido por la CAASD y serán del tamaño suficiente para instalar los equipos y para la distribución interna del cableado como lo indican las tablas 312.6 a y b del NEC

Los tableros tendrán puertas bisagradas, provistas con chapa y llaves, con placas de identificación en la tapa frontal, que puedan abrirse sin descubrir partes energizadas del tablero, serán del tipo de frente muerto (Dead Front Type). Las puertas tendrán cerraduras y empaques. En el interior de las puertas se montarán soportes para directorios de circuitos que se llenarán completamente anotando todas las cargas conectadas.

#### Interruptores automáticos

El Contratista suministrará todos los interruptores automáticos requeridos para los tableros de alumbrado y fuerza, los cuales deberán tener la capacidad de corriente nominal, el voltaje, número de polos, y demás características indicadas en los planos y en estas especificaciones. Los interruptores serán aprobados y certificados para 600 V c.a., con una capacidad de interrupción mínima de 10000 amperios simétricos, y estarán provistos de relés de disparo térmico con características de tiempo inverso y relés magnéticos de acción instantánea. El relé de disparo térmico de los interruptores tripolares debe ser ajustable entre 0.75 y 1.

Los interruptores serán construidos de acuerdo con la norma NEMA AB-1 “Molded Case Circuit Breakers” y NEMA SG.3 “Low voltage Power Circuit Breakers”; serán del tipo enchufables, excepto los totalizadores, que serán industriales del tipo para fijar con tornillos; serán de caja moldeada, de tiro sencillo, con mecanismo de operación tipo palanca, de disparo libre sobre el centro independiente del control manual, con acción de cierre y corte rápido. Los interruptores de dos y tres polos, tendrán una palanca de accionamiento para disparos bipolares y tripolares respectivamente. Cada interruptor tendrá una unidad de disparo termomagnética en cada polo. Los interruptores, serán adecuados para montar y operar en cualquier posición. Los terminales de los interruptores serán removibles y adecuados para conductores de cobre. La manija o palanca de operación indicará claramente, con marca indeleble, si el interruptor se encuentra en alguna de las siguientes posiciones: abierto, cerrado o disparo. La caja de los interruptores será de material aislante y de alta resistencia mecánica.

Los interruptores de los tableros de alumbrado que se utilicen para control de alumbrado, serán del tipo “SWD” para operar como interruptores manuales.

### Postes

Los postes para la instalación de las luminarias del alumbrado exterior, serán de concreto reforzado tal como se indica en los planos. Deberán cumplir con la última revisión de las normas nacionales. Los postes tendrán unas tolerancias de sus dimensiones así: +/- 1% (máximo 50mm) en la dirección longitudinal, entre -5 mm

y +20 mm en dirección transversal. Los postes serán pintados, de acuerdo con las disposiciones indicadas por la CAASD o por el Ingeniero Supervisor.

#### Elementos de fijación

La fijación de los elementos y materiales se hará por medio de platinas, perfiles, angulares, varillas, pernos de presión y demás elementos, de las dimensiones y características adecuadas para las cargas mecánicas en cada situación y se tendrá protección adecuada para prevenir el par galvánico, de acuerdo con los planos o como lo indique la CAASD o el Ingeniero Supervisor.

Todos los elementos metálicos expuestos y empotrados tales como tuberías, cajas, incluyendo los mencionados anteriormente, serán protegidos contra la corrosión.

#### 1.15.12 Malla de Conexión a Tierra

##### *1.15.12.1 Alcance del trabajo*

En este numeral se especifican los requisitos y normas para la fabricación, suministro, embalaje, transporte hasta el sitio, montaje y pruebas de materiales y elementos necesarios para los sistemas de puesta a tierra de la Planta

El sistema estará constituido por electrodos de cobre, conductores de cobre desnudo, uniones por reacción exotérmica, y todos los demás elementos y accesorios necesarios para su instalación completa y correcto funcionamiento.

El Contratista suministrará, instalará y probará los diferentes elementos que componen el sistema de puesta a tierra, en las cantidades de obra requerida, ajustándose a lo indicado en estas especificaciones en cuanto a las especificaciones técnicas de los materiales y su instalación. El suministro incluirá los conductores de cobre desnudo, tomas de puesta a tierra, varillas de cobre, conectores de cobre, moldes, cargas y material para soldadura exotérmica, herramientas y material para uniones a elementos

metálicos con conectores y terminales del tipo compresión y, en general, todos los elementos necesarios para construir las redes, incluyendo las conexiones al acero de refuerzo de los y a cada uno de los equipos y elementos metálicos indicados en los planos.

Todos los tableros eléctricos, luminarias, tomacorrientes, motores, equipos y elementos metálicos deberán conectarse al sistema de puesta a tierra de la planta.

#### *1.15.12.2 Estipulaciones Generales*

La fabricación, suministro, embalaje, transporte, montaje y pruebas de todos los equipos, materiales eléctricos y accesorios para la correcta realización de los trabajos, se harán de acuerdo con las normas, códigos e instrucciones que se indican en los planos y en estas especificaciones.

Los planos deberán mostrar la disposición general de la malla de tierra de la planta, con los elementos a instalar y las provisiones para las conexiones futuras. Debido a las condiciones del proyecto, la malla será construida debajo de las losas del piso y se deberán dejar las puntas en las longitudes indicadas en los planos para la conexión a los equipos y estructuras, debidamente protegidas contra daños durante la construcción del proyecto. Los cambios que el Contratista estime necesarios, debido a condiciones especiales que se presenten durante la construcción de la obra y a otras causas, se someterán a la aprobación previa del Ingeniero Supervisor.

En general, los materiales estarán protegidos contra deterioro o daño en forma permanente, antes y durante su instalación. Los materiales que resulten defectuosos o se dañen durante su instalación, serán reparados o reemplazados a satisfacción del Ingeniero Supervisor, sin ningún costo extra para la Empresa.

#### *1.15.12.3 Materiales y Equipos*

Los materiales y equipos que se usarán en las instalaciones serán suministrados por el Contratista, serán nuevos, de primera calidad y se ajustarán a los requisitos establecidos en estas especificaciones y

en los planos. Todos los materiales serán productos normalizados de fabricantes reconocidos que hayan producido continuamente este tipo de materiales. Para los diferentes materiales se cumplirá con los Reglamentos Técnicos nacionales, y el NEC National Electrical Code, normas internacionales y las mejores prácticas de la ingeniería.

El Contratista suministrará e instalará todos los elementos requeridos para el sistema de conexión a tierra tales como: cable de cobre, soldadura exotérmica, y varillas de puesta a tierra, de acuerdo con los planos y con estas especificaciones. Todas las conexiones enterradas entre conductores o entre éstos y otros materiales, se harán con soldadura exotérmica, como se indique en los planos.

Para el proceso de unión por soldadura exotérmica, el Contratista deberá suministrar moldes de grafito nuevos o con poco uso, considerando que la vida promedio de cada molde es de 50 uniones aproximadamente. Los moldes y gramos de la carga de soldadura deben ser apropiados para el tipo de unión a realizar, siguiendo las recomendaciones del fabricante y serán sometidos a la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Los conectores para conexión a equipos, elementos metálicos y para la fijación del cable de cobre deben ser fabricados en un material que cumpla la Norma ASTM B99-86 "Standard Specification for Copper-Silicon Alloy Wire for General Purposes"; estañados para prevenir la corrosión y deben ser lo suficientemente fuertes para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos por las corrientes de corto circuito de acuerdo a lo indicado en la norma ANSI/IEEE Std. 80-1986 "Guide for Safety in AC Substation Grounding".

El conductor de cobre desnudo será cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, cableado clase B, formado con alambre cilíndrico sin revestimiento. Será construido con un núcleo central rodeado por una o más capas de hilos compactados, cableados helicoidalmente y estará de acuerdo con lo especificado en la norma B-8 de la ASTM. Los calibres de los conductores se indican en los planos.

Las varillas de puesta a tierra deben ser de cobre, de 5/8" de diámetro y 3.0 m. de longitud, cumpliendo con la norma ASTM B-187 "Standard Specification for Copper Bus Bar, Rod and Shapes", no deberán presentar sulfatación, su oxidación por efecto catódico deberá ser mínimo y serán adecuadas para soportar cambios bruscos de temperatura.

El Contratista presentará a la iniciación de los trabajos, para la aprobación del Ingeniero Supervisor, catálogos técnicos de los elementos a suministrar y moldes a utilizar. Todos los materiales y equipos serán aprobados previamente por el Ingeniero Supervisor.

Cuando se requiera una barra colectora principal a tierra, se deberá instalar en un sitio adecuado de acuerdo con la CAASD, apoyada en aislantes de porcelana tipo barril y montados en la pared. La barra deberá ser de suficiente longitud para acomodar conexiones de cobre pernadas a los equipos de la planta. Deberán tener las previsiones y longitud de tal manera que permitan desconexión de cada conductor individual a tierra.

La barra debe ser de cobre de 50 mm x 6 mm, estañada.

#### *1.15.12.4 Montaje*

El Contratista instalará todos los elementos requeridos para estos sistemas de acuerdo con las indicaciones de los planos, con estas especificaciones y con las disposiciones del Ingeniero Supervisor y se deberán utilizar herramientas adecuadas

Para la realización de las soldaduras exotérmicas se deben tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a preparación de elementos, materiales y procedimiento general de soldadura se refiere.

Todas las conexiones desde la red de conexión a tierra a estructuras y equipos se harán sin empalmes entre los puntos de conexión. Los conectores y las conexiones a realizar, deberán cumplir con la parte aplicable de la norma IEEE Std. 837-1989 "IEEE Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding".

Todas las partes metálicas no conductoras de corriente de las instalaciones y del equipo eléctrico, se conectarán a tierra, incluyendo entre otros, los soportes, estructuras, los recintos del equipo eléctrico y barras de puesta a tierra, el neutro de transformadores, las cercas, rejillas, tapas y pasamanos.

Las excavaciones que se requieran para la colocación de los conductores de cobre, serán realizadas por un procedimiento previamente sometido a la aprobación del Ingeniero Supervisor; las excavaciones que se requieran para la colocación de las varillas de cobre serán verticales, las varillas se limpiarán antes de la instalación, removiendo la pintura, la grasa y cualquier otro material extraño de tal forma que se obtenga un buen contacto entre la varilla y su contorno en toda su longitud. El procedimiento de instalación de las varillas será sometido a la aprobación del Ingeniero Supervisor. El Contratista protegerá la parte superior de la excavación durante la instalación de la red, para evitar su obstrucción y realizará el trabajo de acuerdo con los planos y con las indicaciones del Ingeniero Supervisor.

El pozo de inspección para el sistema de puesta a tierra, será construido de acuerdo con el detalle indicado en los planos y las normas de la empresa eléctrica local.

Durante las labores de construcción y luego de la culminación de las mismas, los extremos de las puntas de conexión, deberán ser protegidas de manera provisional contra cualquier deterioro.

Una vez terminada la instalación de las redes de conexión a tierra y antes de cubrirlas o hacer el vaciado de los concretos, se someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor, y en caso de que se encuentren daños o defectos de instalación imputables al Contratista, éste efectuará las reparaciones y pruebas necesarias para asegurar la calidad del trabajo y satisfacer las exigencias del Ingeniero Supervisor. El costo de las pruebas y de los equipos para realizarlas deberá ser incluido en la partida de suministro e instalación de redes de conexión a tierra.

Después de que se haya terminado la instalación a tierra, el Contratista deberá demostrar que la resistencia de los electrodos a tierra y la continuidad de la red a tierra están dentro de los límites aceptables como se definen en las IEE Regulations for Electrical Installation (16th Edition). Cualquier electrodo adicional a tierra e instrumentos requeridos para hacer pruebas deberán ser suministrados e instalados por el contratista. Estructuras de concreto tipo poste y placas de marcación deberán suministrarse para identificar las posiciones de los electrodos y los conductores enterrados. Esta identificación se hará en forma similar para las rutas de tuberías subterráneas.

#### *1.15.12.5 Pruebas*

El sistema de conexión a tierra será sometido a las siguientes inspecciones y pruebas:

Antes de cubrir las redes de tierra, se revisarán todas las conexiones entre cables, varillas y elementos metálicos, comprobando su calidad e instalación.

Se verificará que las uniones de la malla de tierra con los aparatos, se hayan hecho por medio de conectores adecuados o soldadura exotérmica.

Se verificará que el calibre del cable esté de acuerdo con el indicado en los planos.

Se inspeccionarán provisiones (puntas) para las conexiones a tierra de todos los equipos y elementos metálicos.

Se harán las respectivas medidas de resistencia a tierra, utilizando un procedimiento o método reconocido y debidamente aprobado por el Ingeniero Supervisor.

La inspección y las pruebas de las instalaciones eléctricas y de los equipos, deberán dar resultados satisfactorios para el Ingeniero Supervisor. Cualquier inspección o prueba que indique el Ingeniero Supervisor, se ejecutará aunque no esté mencionada expresamente en estas especificaciones.

Después de efectuadas las pruebas, se suministrarán al Ingeniero Supervisor, dos (2) copias de los reportes para su aprobación y aceptación final de la instalación. El Contratista deberá presentar para aprobación del Ingeniero Supervisor un plan completo de las inspecciones y pruebas a realizar a las instalaciones, con los respectivos protocolos.

Las pruebas de la malla de tierra no tendrán medida separada y su costo deberá estar incluido el costo de los equipos y accesorios.

#### 1.15.13 Motores

##### 1.15.13.1 Alcance

Las características (Potencia, RPM, voltaje, cerramiento) finales de los motores serán coordinados con la CAASD y / o estarán indicadas en los planos o en formularios. En general los motores trabajarán en un sistema trifásico, 480 Vca, 60 Hz.

Cada motor deberá ser probado en la fábrica para determinar que cumpla con los requisitos de IEEE, ANSI y NEMA. Las pruebas de los motores deberán ser llevadas a cabo de acuerdo a NEMA MG 1-20.47, -20.48, -20.49 -20.50, -20.51, -20.52 y -20.54.

Las características generales de los motores son:

Tipo: jaula de ardilla poli-fase, NEMA Diseño B

Características de corriente del rotor y torsión, para motores NEMA Diseño B.

Cerramiento Nema: TEFC.

Factor de servicio: 1.15

Montaje: Coordinar con el sistema

Rata de trabajo: continuo.

Calentadores de espacio de 120-voltios

Arranque: A través de la línea, arranque a voltaje total, excepto motores mayores de 150 HP disponibles para arranque con voltaje reducido, con 65% de voltaje graduable en arrancadores de voltaje reducido.

Frecuencia: 60 Hz

Ojales para alzar.

Eficiencia: Diseño de eficiencia estándar según NEMA MG-1, 1998, Revisión 2.

Niveles de sonido: El nivel de sonido o ruido no debe exceder los 85 dBA a una distancia de 5 pies de la superficie del motor. El nivel de sonido debe ser medido en el taller de acuerdo con IEEE 85 bajo condiciones de carga y velocidad total. Si es necesario suministrar construcción para disminuir el ruido.

1.15.14 Inspección y pruebas de fábrica

1.15.14.1 *Generalidades*

Todos los materiales y equipos estarán sujetos a pruebas de fábrica ejecutadas por El Contratista y a inspección de la CAASD o del Ingeniero Supervisor durante el período de fabricación, embalaje y entrega. El Contratista, deberá ejecutar sobre los materiales y equipos las pruebas que se requieran de acuerdo con las normas ANSI, IEEE, NEMA y NEC, para lo cual notificará a la CAASD o al Ingeniero Supervisor con la debida anticipación, sobre la fecha de ejecución, tipo y propósito de cualquiera de las pruebas.

En caso de que cualquier material o equipo resulte defectuoso o no cumpla con los requisitos de estas especificaciones, la CAASD o el

Ingeniero Supervisor tendrán derecho a rechazarlo o a exigir su corrección por cuenta El Contratista.

Después de efectuadas las pruebas, se suministrarán a la CAASD o al Ingeniero Supervisor, tres (3) copias de los reportes para su aprobación.

Los materiales y equipos no se considerarán aceptados hasta que hayan sido aprobados y los reportes de pruebas aceptados. Entre otras, se tendrán las siguientes pruebas:

#### *1.15.14.2 Pruebas de los tableros*

Todos los tableros serán ensamblados, pintados y ajustados en fábrica.

Los tableros de distribución, transferencias automáticas y centros de control de motores deberán ser completamente ensamblados y ajustados en la fábrica y deberán ser sometidos a las pruebas de rutina del fabricante en su taller, así como a otras pruebas eléctricas y operacionales, para asegurar el funcionamiento y una operación confiable y segura del equipo. Las partes de repuesto que serán suministradas también deberán estar sujetas a estas pruebas. Todas las partes serán marcadas apropiadamente e identificadas para facilitar el ensamble en la obra. Las pruebas en fábrica del equipo y los métodos de pruebas utilizados se ajustarán a los requerimientos aplicables de las normas ANSI, IEEE, NEMA.

Los tableros eléctricos serán sometidos a las pruebas de rutina del fabricante y a pruebas eléctricas y operacionales, de acuerdo con los requisitos aplicables de las normas NEC, NEMA, IEEE y ANSI. Todo el cableado de los tableros, será probado punto a punto para comprobar la continuidad de los circuitos y será sometido a pruebas dieléctricas de acuerdo con las normas NEMA Pub.No.IC51, "General Standards for Industrial Control and Systems", parte ICS-1 109. Se probará la operación de todos los mecanismos, enclavamientos, contactos, cerraduras de los tableros y equipos. Cada tablero será revisado en su alineamiento de puertas y equipos, rigidez del conjunto y de los soportes y medios de fijación. Todos los

tableros, serán sometidos a condiciones simuladas de operación conectándolos a fuentes de energía iguales a las de su operación normal, para comprobar su correcto funcionamiento.

Pruebas mecánicas. Deberá ser probada la operación de todos los contactos de los selectores, relés y aparatos, incluyendo los instalados y los no instalados y las partes de repuesto. Cada celda deberá ser revisada para asegurar el alineamiento de las puertas y del equipo, la rigidez del conjunto, y la disposición y conveniencia de los medios de soporte y fijación.

Pruebas de operación. Los tableros serán conectados a las fuentes de alimentación requeridas por sus circuitos de fuerza y control y en lo posible las señales de control y/o las condiciones de servicio serán simuladas, alimentando los equipos y los elementos de control, para asegurar la exactitud del cableado, la adecuada instalación y el correcto funcionamiento de todos los elementos, de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones.

Pruebas dieléctricas. El cableado deberá ser probado punto a punto determinando la continuidad del circuito y deberá estar sujeto a las pruebas dieléctricas de acuerdo con la norma NEMA Pub. No. ICS-1, "General Standards for Industrial Control and Systems", parte ICS-1 109, párrafos ICS-1- 109.20 y ICS-1-109.21. Las pruebas dieléctricas serán realizadas entre los conductores de los circuitos aislados y tierra, entre los conductores de polaridad opuesta y a través de los contactos de todos los selectores de control y de instrumentos, pulsadores y relés. Se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar daños del equipo no diseñado o proyectado para soportar esta prueba. Todas las conexiones de puesta a tierra de la barra de tierra o de las celdas serán removidas durante la realización de estas pruebas.

Pruebas de las luminarias. Se harán pruebas a todas las luminarias de cada tipo, completamente ensambladas

El Contratista deberá presentar antes de su aceptación, catálogos, información técnica y curvas fotométricas que determinen las

características de las luminarias, de acuerdo con los planos y con estas especificaciones.

## *1.16 FABRICACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN OPERACIÓN DE EQUIPOS*

### 1.16.1 Equipos

#### *1.16.1.1 Información General*

##### Introducción

Como parte del proyecto del acueducto Oriental, está la construcción de una Planta Potabilizadora de filtración rápida. La planta tendrá una capacidad de 2,000 lps la cual estará dividida en dos módulos de operación de 1,000 LPS cada uno a fin de lograr una mayor versatilidad operacional del sistema. En términos generales, la Planta Potabilizadora estará compuesta por los siguientes Sistemas y áreas:

Adición de Coagulantes y sistema de mezclado

Sistema de Floculación de flujo Hidráulico

Sistema de Sedimentación de alta tasa

Canal de Agua Sedimentada

Sistema de filtración

Tanque de desinfección

En este Capítulo se establecen requisitos para los materiales, equipos y componentes específicamente Electromecánicos, que hacen parte de los sistemas y edificaciones del proyecto de tratamiento de agua potable.

Las especificaciones técnicas correspondientes a las obras civiles, se establecen en otras secciones de estos documentos.

Para suministro, fabricación y montaje deberán tenerse en cuenta las “Especificaciones Técnicas generales” que se establecen en los documentos del proyecto.

### *1.16.1.2 Objeto y alcance del suministro y del trabajo*

El objeto y alcance del suministro y del trabajo, por parte del Contratista, para los materiales, equipos y componentes, específicamente mecánicos, comprende básicamente, lo siguiente:

Suministro de equipos accesorios y materiales de acuerdo a los sistemas previstos para esta planta. Incluye la elaboración y entrega de todos los planos de fabricación, según se requieran, como, también, los planos de montaje o instalación, instrucciones de montaje, operación y mantenimiento de los equipos y componentes. Incluye el suministro de toda la información técnica relacionada con los diferentes equipos y componentes tales como catálogos, fichas técnicas, manuales y demás documentos técnicos necesarios.

Coordinación de los diseños detallados de los sistemas entregados por la CAASD con el diseño de otros equipos y sistemas electromecánicos y con el diseño de las obras civiles asociadas. El Contratista será responsable de asegurar una estrecha coordinación entre los diferentes fabricantes y proveedores o subcontratistas de materiales, equipos y componentes para efectos de lograr una correcta integración y compatibilidad entre todos los sistemas. El Contratista deberá resolver cualquier problema de interferencia o incompatibilidad que pueda presentarse entre los diseños o en el montaje.

Adquisición de materiales, fabricación, pruebas y ensamble en fábrica, según se requiera, pintura, embalaje, transporte y entrega en el sitio de las obras de todos los equipos y componentes requeridos para la Planta Potabilizadora.

Montaje o instalación en el sitio de las obras de todos los equipos y componentes requeridos para cada sistema.

Ejecución de todas las pruebas requeridas y la puesta en servicio de todos los equipos y componentes de los sistemas.

Suministro de las partes de repuesto requeridas para los primeros tres (3) años de operación del acueducto.

Capacitación y entrenamiento al personal de operación y mantenimiento.

En resumen, el objeto y alcance del trabajo comprende el suministro en el sitio de todos los materiales, equipos, componentes, instrumentos y accesorios requeridos para los diferentes sistemas y la ejecución de todas las actividades necesarias para asegurar la instalación de sistemas completos, confiables y seguros, listos para entrar en operación satisfactoria, una vez terminada la instalación y pruebas en el sitio, de acuerdo con las normas y requisitos establecidos.

#### 1.16.2 Especificaciones Técnicas Generales

##### 1.16.2.1 *Planos e información técnica*

En estos numerales se presenta una descripción general sobre los planos, manuales, catálogos, etc., y demás información técnica que deberá entregar el Contratista y se establecen requisitos y procedimientos sobre el manejo de la información.

Estas Especificaciones Técnicas y los planos de licitación no tienen el propósito de establecer con todo detalle técnico los diferentes componentes del suministro y su diseño.

El Contratista, haciendo uso de su experiencia y por sus propios medios, será totalmente responsable de la selección, fabricación, instalación, pruebas y entrega en operación de todos los equipos y componentes requeridos asegurándose de cumplir todos los aspectos exigidos en estos documentos sobre funcionalidad, rendimiento, durabilidad y operación satisfactoria para las condiciones del sitio de las obras y las características del sistema.

No obstante lo anterior, se establecen, en estos documentos, algunos requisitos o parámetros de diseño y características técnicas principales las cuales deberán ser tenidas en cuenta por el

Contratista para el desarrollo de los trabajos. Cualquier desviación de estos requisitos específicos deberá ser sometida a revisión y aprobación de la CAASD o de sus representantes.

#### *1.16.2.2 Planos de licitación*

Para mayor claridad, el Contratista podrá visitar las instalaciones existentes, hacer mediciones y consultar otros planos de obras civiles de la Planta Potabilizadora, estaciones de bombeo y de los edificios conexos existentes, solicitándolos a la CAASD.

#### *1.16.2.3 Planos e información técnica del contratista*

El Contratista deberá elaborar los diseños ejecutivos del proyecto y entregar, como mínimo, un (1) original y tres (3) copias impresas en papel, junto con el archivo correspondiente en medio digital, de la siguiente información técnica desarrollada para el proyecto.

#### *1.16.2.4 Programa detallado de trabajo*

El Contratista deberá entregar, dentro de los primeros quince días (15) siguientes al perfeccionamiento del contrato, el programa detallado de trabajo en el cual deberán indicarse los respectivos períodos para la adquisición o fabricación de equipos, pruebas y ensamble en fábrica, transporte hasta el sitio de las obras, montaje y pruebas en el sitio, mostrando el orden en que se propone llevar a cabo el trabajo, el orden en que cada ítem será puesto en producción y las fechas en las cuales será completado y entregado.

El programa deberá presentarse en forma de diagrama de gantt con una escala adecuada en la que se indique la duración de cada actividad.

Una vez el programa esté aprobado, el Contratista deberá, por medio de anotaciones adecuadas en el programa, indicar mensualmente el porcentaje de ejecución de cada actividad durante el período del contrato.

El Contratista enviará, en cada entrega, cuatro copias de dichos registros, a la CAASD.

#### *1.16.2.5 Lista de planos e información técnica*

Dentro de los primeros veinte (20) días calendario contados a partir de la fecha de inicio del contrato, el Contratista entregará una lista detallada de todos los documentos (planos, informes, memorias, catálogos, manuales, etc.) que se propone suministrar, identificando cada uno de ellos por un número y un título descriptivo. Esta lista será revisada por la CAASD y la misma podrá ser modificada o complementada, según se requiera, y finalmente aprobada. Posteriormente, será utilizada para efectos de mantener un registro y control de la información que deberá entregar el Contratista.

#### *1.16.2.6 Planos generales*

Dentro de los cuarenta y cinco (45) días calendario siguientes a la fecha de la orden de inicio del Contrato, el Contratista entregará planos generales requeridos para la instalación o montaje que muestren las dimensiones principales de los equipos y componentes seleccionados, e información sobre pesos y cargas (fuerzas) estáticas y dinámicas como, también, planos de disposición y localización de equipos y componentes que permitan elaborar los planos detallados y definitivos para la construcción de las obras civiles respectivas. Así mismo, entregará planos de detalle sobre previsiones en las obras civiles, espacios necesarios para montaje, inspección y mantenimiento de equipos y componentes, alturas libres, detalles de anclaje de equipos, brechas o cárcamos para paso de tubería y cables, espacios para paso de conductos de aire, bandejas porta cables, sistemas de fijación, pasa muros, pasa losas, tuberías o elementos metálicos embebidos en concretos o elementos de fijación anclados. En general, toda la información que sea necesaria para verificar y definir completamente el diseño de las obras civiles y arquitectónicas.

#### *1.16.2.7 Planos detallados*

Dentro de los noventa (90) días calendarios después de la fecha de la orden de inicio, el Contratista entregará todos los documentos y planos detallados y definitivos relacionados con el suministro:

Planos de ensamble y detalles de fabricación de los equipos, cálculos, diagramas o esquemas de alambrado, tablas de cableado interno, listas de partes y copias de las normas con las que cumple el equipo para cada equipo y sistema.

Catálogos, hojas de especificaciones e ilustraciones que muestren la disposición, el funcionamiento y las dimensiones de los equipos que comprenden el suministro y sus accesorios.

Memorias de cálculo, de ser necesario, de los diseños complementarios requeridos, autorizados o aprobados por la CAASD.

Cualquier otro dato técnico o instrucciones requeridas para la instalación, pruebas, operación y mantenimiento de los equipos.

Listas de cables, tablas de interconexión entre los equipos y rutas de cableado para los diferentes sistemas y equipos.

Planos detallados de montaje de los equipos y sistemas del suministro.

Planos de bandejas porta-cables y canalizaciones

Diagramas elementales de control, fuerza, iluminación y sistema de energía ininterrumpida.

Diagramas eléctricos desarrollados para cada tablero y equipo.

Planos mecánicos dimensionales en vista frontal y posterior y secciones mostrando todos los aparatos que contienen los tableros.

Listas de los aparatos que se van a incluir en los tableros.

Esquemas generales de dimensiones y pesos de todos los tableros y equipos, con detalles de anclaje.

Planos definitivos, plantas, elevaciones y detalles de luminarias.

Planos definitivos de alambrado de todos los equipos y sistemas que conforman el suministro.

Lógica de operación de todos los sistemas y comportamiento de los elementos.

Descripción de la operación del control de los diferentes sistemas.

Listado de materiales y equipos suministrados con cada sistema.

Planos completos de cada sistema con la disposición y ubicación de los elementos que lo conforman.

#### *1.16.2.8 Procedimientos de montaje, pruebas y puesta en servicio*

Por lo menos, cuarenta y cinco (45) días calendarios antes de iniciarse los trabajos de montaje en el sitio, el Contratista entregará:

Manuales de montaje que incluya instrucciones detalladas, claras y completas para el montaje de los equipos y accesorios del suministro. Las instrucciones de montaje y de inspección del montaje se deberán establecer de tal manera que muestren paso a paso todas las operaciones, los ajustes y las precauciones que deban realizarse para el montaje del suministro, con listas de verificación y registros que deberá producir quien ejecute las labores de montaje para garantizar la calidad de los ensamblajes y el montaje del suministro.

Manuales de pruebas en campo y puesta en servicio de los equipos suministrados, que incluya instrucciones completas, claras y detalladas acerca de las pruebas pre-operativas y operativas en el campo y en la puesta en servicio. Los manuales incluirán la lista de pruebas para cada equipo. Los protocolos de prueba han ser diligenciados durante las pruebas y puesta en servicio; en ellos deberán indicarse los valores de referencia para comparación de los resultados, los objetivos de las pruebas, sus pre-requisitos, instalaciones, equipos, instrumentos y herramientas requeridas.

Los manuales de procedimiento de pruebas en campo y puesta en servicio incluirán todos los procedimientos, esquemas y planos necesarios para que puedan realizarse en forma, segura ágil y sin tropiezos.

#### *1.16.2.9 Protocolos de pruebas*

Una vez realizadas las pruebas en el sitio, el Contratista deberá entregar a la CAASD los protocolos de pruebas debidamente diligenciados con los resultados de las mismas.

#### *1.16.2.10 Planos “as built”*

El Contratista, una vez terminadas todas las labores de montaje y puesta en servicio de los equipos y componentes, deberá entregar todos los planos definitivos conforme a la obra terminada (planos as built). Cualquier plano o documento de diseño, fabricación o instalación que haya sufrido alguna modificación deberá ser debidamente actualizado con las modificaciones realizadas. En general, todos los planos o documentos previamente sometidos a revisión y aprobación y que hayan sufrido modificaciones deberán ser actualizados.

Todos los costos inherentes a la actualización y entrega de los planos finales conforme a la obra terminada serán asumidos por el Contratista sin que haya lugar a reclamación alguna. La CAASD hará nuevamente la revisión dará la aprobación final de estos planos cuando los encuentre satisfactorios.

#### *1.16.2.11 Presentación de los documentos*

Los documentos deberán tener los textos en español y las dimensiones en los planos deberán estar en sistema métrico. Si el Contratista utiliza un sistema diferente, las dimensiones deberán ser escritas en ambos sistemas.

Los documentos deberán incluir en su título, como mínimo, lo siguiente, según sea el caso:

Acueducto Oriental, Barrera de Salinidad y Transferencia a Santo Domingo Norte.

Área, edificio (casa), sistema, equipo o componente, según sea el caso.

Descripción del contenido.

Cada revisión será identificada por un número, fecha y una breve descripción. En cada documento revisado deberá aparecer, claramente, el número de la última revisión.

#### *1.16.2.12 Envío de documentos*

Los documentos deberán ser enviados a la CAASD.

Todas las copias deberán ser claras y legibles y deberán ser de una calidad tal que puedan obtenerse copias legibles. El Contratista será responsable de la entrega oportuna de todos los documentos y demás información.

#### *1.16.2.13 Cooperación*

El Contratista deberá cooperar con la CAASD en todo lo referente a la supervisión técnica y control en el desarrollo de los trabajos. El Contratista deberá responder a todas las preguntas, dudas o aclaraciones que en cualquier momento tenga la CAASD o su(s) representante(s).

El Contratista deberá estar preparado para sostener discusiones o aclaraciones técnicas o personales con la CAASD en el período inmediatamente posterior a la adjudicación del Contrato. Los representantes del Contratista en estas discusiones, deberán ser técnicamente competentes y autorizados para decidir y aclarar cualquier pregunta relacionada con el trabajo en mención.

#### *1.16.2.14 Aprobación de los planos del Contratista*

El contratista deberá desarrollar, los diseños complementarios requeridos, autorizados y aprobados por la CAASD. Estos diseños

deben ser ajustados a las especificaciones técnicas y será el responsable por el cumplimiento de dichos requisitos. Cualquier incumplimiento deberá ser subsanado por el Contratista por su propia cuenta y riesgo, sin que esto le dé derecho a mayores plazos para la entrega o a reconocimiento de pagos adicionales por sobre costos en que pueda incurrir para cumplir lo requerido.

Cualquier cambio con respecto a lo establecido en el contrato relacionado con las características de los equipos o fabricantes o funcionalidad de los mismos, el Contratista deberá someterlo a revisión y aprobación de la CAASD para lo cual deberá indicar las razones por las cuales se requiere hacer el cambio del equipo especificado. La CAASD podrá aceptar o rechazar el cambio de acuerdo con sus criterios sin que esto implique mayores plazos para la entrega de los equipos o sobrecostos para la CAASD.

La CAASD o su representante podrán revisar los diseños en cualquier momento para verificación del cumplimiento de lo especificado y exigirle al Contratista que haga las correcciones necesarias para ajustar los diseños o fabricación a lo especificado y realice la revisión de los planos correspondientes. Una vez entregados los planos o documentos por el Contratista a la CAASD, ésta última o su representante podrán hacer una revisión de los mismos y comunicarle en cualquier momento, al Contratista sobre los aspectos que no cumplen con los requerimientos y en tal caso, el Contratista deberá realizar los cambios necesarios en los planos y equipos y enviarlos nuevamente a la CAASD.

Las observaciones a los diseños preparados por el Contratista no lo exoneran de sus obligaciones en el cumplimiento de todos los requisitos de los Documentos del Contrato o de la responsabilidad por la corrección de los planos.

### *1.16.2.15 Inspección de los equipos*

#### Aspectos generales

Todo trabajo deberá ser hecho por personal calificado en los diferentes oficios y siguiendo las prácticas más modernas en la fabricación de este tipo de elementos. El Fabricante deberá mostrar amplia experiencia en la producción de equipo similar al especificado. Las partes del equipo fabricado, así como las correspondientes partes de repuesto deberán ser intercambiables. La materia prima deberá ser certificada con los correspondientes informes de fábrica. En el control de calidad realizado por el Contratista, deberá registrarse la calidad de los materiales, las tolerancias en maquinado y proceso, así como el avance en los varios estados de preparación de material, manufactura y pruebas.

Todos los materiales y equipos incluidos las materias primas, componentes, ensamblajes intermedios y productos terminados estarán sujetos a la inspección y aprobación de la CAASD en cualquier momento, incluso durante los períodos de fabricación, ensamble, entrega, montaje, pruebas en sitio y puesta en servicio y cualquier otro evento antes de la aceptación final.

#### Materiales o equipos no aprobados

En caso de que cualquier material o equipo sea considerado defectuoso por su calidad, por el acabado o que por otro motivo no esté de conformidad con los requisitos del Contrato, la CAASD tendrá el derecho de rechazarlo o de exigir su corrección.

El material o equipo que haya sido rechazado o al cual se le haya solicitado corrección deberá ser reemplazado o reparado lo más pronto posible después del aviso de la CAASD por y a cargo del Contratista, y no deberá ser presentado para nueva aceptación a no ser que el motivo del rechazo o revisión haya sido corregido a satisfacción de la CAASD.

Si el Contratista por negligencia no reemplazara el material o equipo, cuando la CAASD lo requiera, éste podrá tomar las siguientes decisiones:

Reemplazar o corregir tal material o equipo y cargar al Contratista el costo causado a la CAASD.

Terminar el Contrato por incumplimiento.

#### Inspección

El Contratista o los subcontratistas de éste deberán ofrecer todas las facilidades razonables para que los Inspectores de la CAASD puedan ejecutar las inspecciones dentro de sus fábricas, con máxima seguridad y sin costo adicional para la CAASD.

La aceptación o rechazo final de los materiales o equipo será hecho en cualquier momento durante la fabricación, montaje, pruebas y puesta en servicio o durante la operación, si se evidencia mal funcionamiento o algún incumplimiento de los requisitos de las especificaciones de los equipos.

La inspección por la CAASD de cualquier material o equipo, o si la CAASD decide no efectuar tal inspección, en ningún caso exonera al Contratista de la responsabilidad con respecto al cumplimiento de todos los requisitos del Contrato y de las Especificaciones.

#### Sistemas de inspección y registro

El Contratista deberá proporcionar y mantener un sistema de inspección, aceptable para la CAASD, que cubra los materiales y equipos.

Los registros de la inspección efectuada por el Contratista deberán estar disponibles para la CAASD, durante el desarrollo del Contrato.

#### *1.16.2.16 Información para operación y mantenimiento*

Los manuales de operación y mantenimiento deberán tener instrucciones detalladas, con planos en reducción, listas de partes y catálogos, deberán incluir toda la información que pueda requerir la operación, mantenimiento, reparación, desmontaje e identificación de partes de todos los equipos suministrados. El envío deberá incluir, sin limitarse a ello, lo siguiente:

Descripción del equipo completo incluyendo todas las partes y accesorios.

Lista final de planos.

Lista final de catálogos.

Instrucciones de mantenimiento.

Instrucciones de operación.

Informes de fábrica.

Datos de pruebas en fábrica.

Curvas de trabajo y ajustes.

Normas de seguridad.

Instrucciones de montaje y desmontaje.

Registros obtenidos de características garantizadas.

Listas completas de los suministros.

### 1.16.3 Requisitos técnicos generales

En este numeral se establecen los requisitos técnicos generales para adquisición, fabricación, pruebas y ensamble en fábrica, montaje y puesta en servicio de los equipos y componentes que hacen parte del suministro. Las especificaciones técnicas particulares correspondientes a cada uno de los equipos y sistemas mecánicos y eléctricos se establecen en los documentos del proyecto. Las Especificaciones Técnicas particulares prevalecen sobre los requisitos técnicos generales.

#### 1.16.3.1 Normalización

En los casos no estipulados expresamente en estas especificaciones, se utilizarán para el diseño y la fabricación de los equipos las prescripciones y recomendaciones de las normas aplicables de las entidades siguientes:

American National Standards Institute	ANSI
American Society for Testing of Materials	ASTM
Deutsche Institute für Normen	DIN
Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE

Instrument Society of America	ISA
Insulated Cable Engineers Association, USA	ICEA
International Electrotechnical Commission	IEC
International Standards Organization	ISO
National Electric Code	NEC
National Electrical Manufacturers Association	NEMA
National Fire Protection Association	NFPA
Underwriters Laboratories, USA	UL
American Water Works Association	AWWA

En el caso de proponer el uso de normas diferentes a las antes listadas, el Contratista debe incluir en su propuesta los textos, en inglés o español. Estas estarán, sujetas a aceptación por parte de la CAASD.

Si las normas propuestas no son aceptadas, los equipos deben cumplir con las normas especificadas.

#### 1.16.3.2 *Materiales*

Todos los materiales, componentes y equipos deberán ser de buena calidad, libres de defectos e imperfecciones, de fabricación reciente, sin usar, apropiados para el uso que se les va a dar y para soportar las condiciones de operación sin deterioro anormal.

Todos los materiales, equipos y componentes deberán ser producidos por fabricantes de reconocido prestigio. El Contratista deberá suministrar para aprobación previa de la CAASD, los nombres de los fabricantes involucrados, junto con la información pertinente.

Los equipos y sus componentes deberán ser eficientes, compactos, fáciles de inspeccionar y mantener y deberán ser fabricados de acuerdo con las mejores prácticas de la ingeniería moderna. Los dispositivos y los equipos usados para el mismo servicio deberán ser

del mismo tipo y fabricación y deberán ser intercambiables para el mismo uso.

### 1.16.3.3 *Fabricación*

La fabricación de los equipos se deberá hacer ajustándose estrictamente a los procedimientos de control de calidad de procesos establecido por la Norma ISO 9001.

#### Maquinado de superficies

Las superficies de las piezas deberán ser lisas, libres de hendiduras, dobleces o recodos. Los cortes serán hechos con precisión y todas las partes del trabajo perfectamente acabadas. Las esquinas deberán ser a escuadra a no ser que la CAASD apruebe otra forma. Los dobleces serán hechos con dados o herramientas de doblar.

#### Galvanizado

Las partes que deban galvanizarse, recibirán este tratamiento después de que se hayan completado todas las operaciones de taller.

El galvanizado para los perfiles estructurales y las láminas que deban galvanizarse, se hará de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma ASTM A-123, "Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products".

Los pernos, las tuercas, las arandelas, las contratueras y los herrajes similares, deberán galvanizarse de acuerdo con la Norma ASTM A153, "Specification for Zinc Coating (hot-dip) on Iron and Steel Hardware".

El espesor promedio de la capa de zinc será mínimo de 0,6 Kg/m<sup>2</sup> para todas las superficies, menos para las de alambre de acero.

#### Elementos para manejo de las piezas

Todos los componentes principales de los equipos deberán estar provistos con pernos de argolla, ganchos y soportes adecuados para fijar estobos y cables para manejo y levantamiento de las piezas. El Contratista suministrará los dispositivos especiales que sean

necesarios para el manejo de los componentes principales del equipo.

#### Anclajes y soportes

El Contratista suministrará todos los pernos y materiales de anclaje, incluidas las tuercas, arandelas, gatos, varillas, torniquetes, tornillos de nivelación, columnas de soporte hechas de tubo o acero estructural, platinas y todos los elementos requeridos para anclaje, soporte y posicionamiento.

Para la previsión de los anclajes, debe considerarse que en el montaje no se permitirá el uso de pernos que se instalen con explosivos, ni taladros tipo percutor, para evitar los daños en losas y paredes.

#### Herramientas de montaje y mantenimiento

El Contratista suministrará junto con cada equipo las herramientas y equipos especiales necesarios para el montaje, mantenimiento y operación del equipo. Las herramientas especiales son aquellas diseñadas especialmente para ensamblar o desensamblar componentes específicos del equipo suministrado por el Contratista.

#### Tropicalización

Tanto los materiales como los equipos se diseñarán para funcionamiento en un medio de alta humedad relativa y serán tropicalizados para protegerlos contra hongos, insectos y otros efectos perjudiciales de los climas tropicales.

### 1.16.4 Compuertas

#### 1.16.4.1 *Compuertas deslizantes*

##### Generalidades

El Contratista deberá suministrar y despachar, listas para instalación, las compuertas deslizantes aquí especificadas e indicadas en los Planos. Los sistemas deberán incluir todos los accesorios y equipo auxiliar para un sistema completo y operable.

#### 1.16.4.2 *Compuertas deslizantes y compuertas vertederas (auto contenidas y no auto-contenidas)*

##### Condiciones de Servicio

Las compuertas deslizantes deberán ser adecuadas para condiciones de flujos de procesos y servicio de drenaje, para servicio de agua potable, pH del agua = 5.5 – 8.5.

Las compuertas deslizantes deberán ser substancialmente herméticas contra agua y las filtraciones deben ser menores de 0.1 gpm por pie del perímetro del asentamiento bajo la cabeza de diseño asentada o no asentada.

Las compuertas deslizantes deberán estar completamente selladas en cuatro (4) lados para permitir operación y cerramiento en condiciones de sumersión o bajo agua.

Las compuertas deslizantes deberán ser de tipo vástago corredizo. Los pernos, los tornillos de cabeza y los tornillos de ajuste deberán ser de secciones amplias de manera que puedan soportar la fuerza creada por la operación de la compuerta bajo una carga total de agua.

##### Materiales de Construcción

Todos los materiales deberán cumplir con los estándares de ANSI/AWWA C513.

El esfuerzo a la flexión no deberá exceder 7.600 psi y con un factor de seguridad mínimo de 5 basado en la resistencia final, a tensión, compresión y cortante del material usado.

Aluminio: ASTM B209 o ASTM B308, Aleación 6061-T6 para marcos deslizantes y reforzadores. Todos los metales deberán tener un espesor mínimo de ¼ pulgada.

Aluminio: ASTM B209 o ASTM B308, Aleación 6061-T6 para todas las partes, a menos que se especifique de otra manera.

Fundición de bronce: ASTM B584 Aleación 865 para tuercas operativas, tuercas de empuje y tuercas elevadoras.

Acero inoxidable: ASTM A276, Tipo 304 para vástagos operativos, acoples de vástagos, pasadores y anclajes. Los pernos y las tuercas deberán tener cabezas hexagonales.

Polímero UHMW: ASTM D4020 para todas las guías.

Las empaquetaduras, el material de los sellos y la instalación deberán ser suministrados según las recomendaciones del fabricante de las compuertas.

Marcos de las Compuertas: Suministrar ya sea marcos para las compuertas auto contenidas o no auto contenidas de acuerdo con la programación y los Planos.

Los marcos deberán ser suministrados de acuerdo con las dimensiones especificadas en la programación y los Planos.  
Los marcos deberán ser adecuados para montarlos de cara a una pared de concreto.

Las partes de los marcos deberán ser dimensionados de manera que los sellos "J" sean montados fuera de la ruta de flujo directo a lo largo de la abertura de la pared.  
Las guías deberán ser suficientemente rígidas para soportar la mitad de la altura de la corredera cuando la compuerta esté totalmente abierta.

Una (1) capa de pintura bituminosa deberá ser aplicada a la superficie del marco de la compuerta para que resista a la corrosión.

**Disco:** Pestañas reforzadoras de aluminio deberán ser soldadas a la placa de aluminio de la corredera o disco para su refuerzo.

Suministrar refuerzos para limitar la deflexión bajo carga total a no más de 1/360 del tramo, con espacios entre pestañas de no más de 16 pulgadas.

Extender las pestañas reforzadoras hacia las guías que traslapan la superficie del asentamiento de la guía.

Soldar guías montadas con vástagos al disco.

Guías de discos: Las guías deberán ser diseñadas para soportar el empuje desarrollado durante la operación de las compuertas bajo carga máxima.

Las guías deberán extender por debajo de la abertura lo suficiente para soportar el disco en posición totalmente abierta o cerrada.

Las guías deberán ser de aluminio extruido incorporando un diseño de ranura dual. La ranura primaria deberá encajar con la placa del disco, y la secundaria deberá ser suficientemente ancha para encajar con las pestañas reforzadoras del disco.

Las guías deberán tener agujeros para los pernos de anclaje de los tamaños y espacios de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Las guías deberán tener franjas de soporte de polietileno tipo UHMW con un espesor mínimo de 3/8 de pulgada, con una viscosidad intrínseca mínima de 14 por prueba.

En las compuertas auto-contenidas, la horqueta para apoyar el soporte de banco deberá ser formado a partir de miembros del marco estructurales para formar un marco de una sola pieza rígida. El diseño de la horqueta deberá limitar la deflexión a 1/360 del tramo bajo carga operativa total.

Vástagos Operativos: Los vástagos deberán estar diseñados para transmitir en compresión al menos 2 ½ veces la rata de salida programada del actuador eléctrico o el mecanismo operativo manual basado en un esfuerzo de 40 libras en la palanca o volante. Determinar la carga compresiva crítica utilizando la fórmula para columnas de Euler, y usando  $C = 2$ .

Los vástagos deberán tener una relación de esbeltez (L/R) menor de 200.

La parte roscada del vástago deberá tener roscas de corte enrolladas o hechas a máquina.

Juntar los vástagos de más de una sección por medio de acoplamientos de bronce roscados y acuñados, o taladrados y anexados a los vástagos.

Todos los acoplamientos roscados y acuñados del mismo tamaño deberán ser intercambiables.

Suministrar los vástagos corredizos con un collar de detención de bronce ajustable en el vástago encima de la tuerca utilizada para alzarlo desde el pedestal.

Suministrar compuertas vertederas con un collar de detención y así prevenir pérdida de las guías por deslizamientos.

Conectar el vástago al disco por medio de una conexión pernada.

Sellos: Suministrar compuertas que se abran hacia arriba con un sello elástico plano adherido al miembro invertido del fondo del marco.

La cara vertical del sello deberá estar en contacto con la superficie del asiento de la guía para suministrar un sello apropiado en las esquinas.

Suministrar compuertas que se abran hacia arriba con sellos “J” a lo largo de los lados y en la parte superior de los marcos para protección contra filtraciones de agua.

Suministrar compuertas que se abran hacia abajo con sellos “J” a lo largo de los lados, en la parte superior y en el fondo de los marcos para protección contra filtraciones de agua.

Guías de vástagos: Guías de vástagos deberán ser revestidos de polímeros o bronce, montadas en consolas de acero inoxidable.

Las guías deberán ser ajustables en dos direcciones y espaciadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante según el tamaño del vástago.

Cubierta del vástago: Suministrar todos los vástagos con una cubierta transparente de policarbonato para proveer indicación visual de la posición de la compuerta. Las cubiertas de los vástagos deberán ser diseñadas y suministradas con empaquetaduras y respiraderos para eliminar la entrada de agua en los operadores y condensación dentro de las cubiertas.

Se deben marcar las posiciones "Totalmente abierto" y "Totalmente cerrado" en cada cubierta con etiquetas mylar.

Las cubiertas deberán estar marcadas con graduaciones en incrementos de 10 centímetros.

Operadores Manuales: La operación manual debe hacerse por medio de una palanca o volante montado ya sea en el pedestal del piso (no auto-contenido) o en el marco de la compuerta (auto contenido).

Los operadores manuales deberán utilizar engranaje de reducción ya sea sencillo o doble, según lo determine el fabricante de las compuertas basado en la capacidad de elevación requerida.

Los operadores manuales deberán tener una tuerca para alzarla, de bronce fundido y roscada, para enganchar el vástago operativo.

Los operadores manuales deberán girar a la derecha para cerrar a menos que se especifique de otra manera. Los operadores deberán incluir la indicación de la dirección de operación.

Soportes de empuje de bola o de rodillo roscado y anti-fricción deberán ser suministrados encima y debajo de una brida en la tuerca operativa para apoyar tanto el empuje de apertura como el de cerramiento.

Los operadores manuales son para operar las compuertas bajo la carga operativa especificada con una tracción no mayor de 40 libras en la palanca o en el volante.

Los engranajes, donde sean requeridos, deberán ser de acero o hierro fundido con dientes cortados a máquina diseñados para una operación suave.

Los ejes de los piñones de los pedestales, ya sean sencillos o dobles, deben ser de acero inoxidable, y apoyados en soportes de rodillo roscados.

Todos los componentes deben ir totalmente encasillados dentro de una cubierta de hierro fundido resistente al ambiente.

Sellos mecánicos positivos deberán ser suministrados en la tuerca operativa y los ejes de los piñones donde se extiendan desde la caja de hierro fundido o desde la caja de engranaje para retener lubricantes y para excluir humedad y polvo.

Herrajes y extensiones para lubricación deben ser suministrados para la lubricación de todos los engranajes y soportes.

Los operadores manuales deben ser removibles y deberán ser de hierro fundido. Las palancas de mano deberán ser suministradas con un mango giratorio de latón.

Los pedestales deberán incluir un pie de hierro fundido diseñado para posicionar el eje de entrada aproximadamente a 36 pulgadas por encima del piso operativo. Los pedestales deberán ser de diseño recto.

Suministrar capas de imprimante universal en el exterior de los pedestales.

Una flecha con la palabra "Abierta" debe ir permanentemente adherida o fundida en el pedestal, indicando la dirección de la rotación para abrir la compuerta.

## Actuadores

General: Actuadores eléctricos AUMA Tipo SA; envoltura NEMA 4; tiempo de cerramiento 60 segundos; dimensionados de manera que la torsión máxima de operación de la compuerta no exceda el 60% de la torsión programada de los actuadores.

Componentes: Los actuadores deberán contener consolas para montar las compuertas, motores, arrancadores en reversa, engranajes, manual de cambios, interruptores de límite ajustables, interruptores de torsión, acoplamientos, pasadores externos de acero inoxidable, interruptores de límite que lean “abiertos” y “cerrados” y un indicador de posición con dial mecánico.

Motores: TENV; tipo inducción; aislamiento Clase F; protegidos con interruptores térmicos incrustados en las bobinas del motor; fase 480-V/3-/operación a 60-Hz.

Manual de cambios: Volante manual para operar la compuerta a través de un engranaje de energía; restauración de operación manual a operación automática con operación de un motor.

Pedestales de piso: Los actuadores deberán ir montado en pedestales de piso o deberán ser montados directamente a marcos de compuertas auto-contenidas, como se indica en la programación; los pedestales de piso deberán incluir un pedestal de hierro fundido para colocar la línea central del volante manual de cambios aproximadamente 1 metro por encima del nivel operativo indicado en los Planos adjuntos; los pedestales deberán ser de diseño recto; suministrar capa de imprimante universal en el exterior de los pedestales.

Controles: Los controles integrales del motor deberán incluir arrancadores en reversa; transformador de control de 120 voltios para proveer energía a control remoto y señales de control; discriminador de fases; relés de monitores para señalar fallas; botones de “abrir-parar-cerrar”; retro-alimentación (si lo requiere la programación de la compuerta), interruptores selectores “manual-apagado-remoto”; luces indicadoras; interfaces de control con

aisladores ópticos para separar señales de voltaje entrantes de controles internos del motor. Los requisitos interface del sistema de control específico son los siguientes:

Recibir entrada de contacto seco momentáneo para comando abierto.

Proveer circuito interno para operar la compuerta en posición totalmente abierta (servicio de abrir/cerrar). Energía en circuito cerrado a ser obtenida del suministro interno de 120VAC del operador de la compuerta.

Recibir entrada de contacto seco momentáneo para comando cerrado. Proveer circuito interno para operar la compuerta en posición totalmente cerrada (servicio de abrir/cerrar). Energía en circuito cerrado a ser obtenida del suministro interno de 120VAC del operador de la compuerta.

Suministrar salida de contacto energizada DPDT, 15A, 120VAC para indicar que el estatus es de totalmente abierto. La energía del circuito cerrado deberá ser obtenida del suministro de 120 VAC interno del operador de las válvulas.

Suministrar salida de contacto energizada DPDT, 15A, 120VAC para indicar que el estatus es de totalmente cerrado. La energía del circuito cerrado deberá ser obtenida del suministro de 120 VAC interno del operador de las válvulas.

Suministrar salidas de contacto energizada DPDT, 15A, 120VAC para indicar colectivamente la colocación del interruptor “manual-apagado-remoto” en la posición “remoto”, que la unidad está energizada y que no se presentan fallas. La energía del circuito cerrado deberá ser obtenida del suministro de 120 VAC interno del operador de las válvulas.

#### *1.16.4.3 Compuerta de tope*

Condiciones de Servicio

Las compuertas de tope deberán ser adecuadas para servicio de drenaje en una Planta Potabilizadora.

Las compuertas de tope deberán soportar de manera segura las condiciones relacionadas en la programación de las compuertas.

Las compuertas de tope deberán estar completamente selladas en tres (3) lados para permitir la operación y cerrado para condiciones parcialmente sumergidas.

#### Materiales de Construcción

Aluminio: ASTM B209 o ASTM B308, Aleación 6061-T6 para marcos, placas de detención, y refuerzos. Todo el metal deberá tener un espesor mínimo de ¼ de pulgada.

Aluminio: ASTM B209 o ASTM B308, Aleación 6061-T6 para todas las partes a menos que se especifique de otra manera.

Acero Inoxidable: ASTM A276, tipo 304 para pasadores y anclajes. Los pernos y tuercas deben tener cabezas hexagonales.

Polímero UHMW: ASTM D4020 para todas las guías.

Las empaquetaduras, el material de los sellos y la instalación serán suministrados según recomendaciones del fabricante de las compuertas.

#### Marcos de las Compuertas

Los marcos deberán ser de aluminio o acero inoxidable, suministrados de acuerdo con las dimensiones especificadas en la programación de las compuertas.

Los marcos deberán ser adecuados para ser montados en una pared de concreto.

Las partes del marco deberán ser dimensionadas de manera que todas las partes y sellos el marco sean montados fuera del recorrido del flujo directo a través de la abertura de la pared.

Una (1) capa de pintura bituminosa deberá ser aplicada a la superficie donde se va a montar el marco de la compuerta para hacerlo resistente a la corrosión.

Sellos: Suministrar un sello elástico plano adherido a la parte invertida del fondo del marco.

La cara vertical del sello deberá estar en contacto con el sello del lado para proveer un sellado apropiado en las esquinas. .

Suministrar sellos reemplazables de polietileno UHMW tipo pinch-type montados en los lados de los marcos para protegerlo contra filtraciones de agua.

#### 1.16.5 Válvulas

##### Alcance

**El Contratista deberá e instalar, completas con todos sus componentes y accesorios, las válvulas, mostradas en los Planos y especificadas aquí, incluyendo todas las piezas, aditamentos y piezas de transición requeridas para una instalación completa y operable.**

**Todas las válvulas se construirán con materiales de primera calidad, con características de resistencia, desgaste y resistencia a corrosión completamente adecuadas al servicio para la cual está asignada cada válvula. Excepto donde se diga otra cosa, las válvulas designadas para servicio de agua deberán cumplir con las secciones pertinentes de la edición más reciente de la Norma ISO 7250 o equivalente. Los cuerpos y piezas de hierro fundido dúctil de válvulas deberán cumplir los requisitos de la versión más reciente de la ISO 1083 o equivalente.**

**Todas las fundiciones de cuerpos de válvulas deberán ser limpias, sanas, y sin defectos de ninguna clase. No se permitirán taponaduras, soldaduras o reparación de defectos.**

**Las válvulas deberán tener extremos de brida para servicio a la intemperie, y extremos de unión mecánica para servicio enterrado, a menos que otra cosa se muestre en los Planos o se especifique aquí. Las dimensiones del taladrado de las bridas serán conforme con la Norma ISO 7005-2 o equivalente. Las dimensiones cara a cara entre bridas de las válvulas cumplirán con la ISO 5752 o equivalente.**

**Las válvulas deberán ser probadas y certificadas en fábrica según las indicaciones de la Norma ISO 5752 o equivalente.**

#### **1.16.5.1 Válvulas de Retención**

**Las válvulas de retención serán de tipo clapeta con asiento inclinado; el cuerpo de la válvula deberá presentar alojamiento para el disco que permita el paso integral de agua con la apertura total de la válvula. El revestimiento de la válvula será de epoxy con espesor mínimo de 250 micras. La válvula deberá presentar dispositivo de purga y lavado. La distancia entre caras de la válvula será conforme a las especificaciones de la norma ISO 5752 serie 48 o similar.**

#### **1.16.5.2 *Válvulas De Compuerta***

**Las válvulas de compuerta con asiento elástico de metal para servicio de agua deberán ser conforme a la norma ISO 7259 o equivalente. El cuerpo y la tapa de hierro fundido dúctil con revestimiento epoxy (procedimiento de empolvado), espesor mínimo de 250 micrones. El eje de maniobra, forjado en frío, será de acero inoxidable al 13 % de cromo. La prensa del eje será de bronce y desmontable en carga. La junta de la tapa y las juntas de la prensa serán de Nitrilo 70 Shore A. La válvula debe tener el total del DN como paso libre, y tendrá un número reducido de piezas, fácilmente desmontables. La protección contra los riesgos de corrosión será reforzada por el revestimiento y la ausencia de tornillería para unir la tapa y el cuerpo. Las válvulas expuestas (encima del suelo) deberán**

tener vástagos salientes. Las válvulas enterradas deberán tener vástagos no salientes. Las válvulas deberán tener extremos de juntas bridadas (según ISO 2531 o equivalente) o mecánicas, para coincidir con la tubería. La distancia entre caras de la válvula será conforme a las especificaciones de la norma ISO 5752 en las series 14 o 15 o similar.

Cada válvula deberá ser ensayada en fábrica en conformidad con la norma ISO 5208 o equivalente.

#### *1.16.5.3 Válvulas de mariposa*

El cuerpo de la válvula de mariposa será de hierro fundido dúctil. La válvula será de tipo doble excentricidad. El árbol y eje de la mariposa de acero inoxidable al 13% de cromo (Z 20 C 13), la pernería interior de acero inoxidable A2 y la exterior en acero clase 12.9. La estanquidad asegurada por una junta de tipo JPI de elastómero Nitrilo sobre la mariposa y un asiento de acero inoxidable de alto porcentaje en níquel sobre el cuerpo de la válvula. El mecanismo de maniobra será de tipo corona y eje sin fin, irreversible, en un cárter estanco IP 67.3, para una instalación aérea o en cámara no sumergible. El mecanismo de maniobra será concebido en función del DN, la PMA y el accesorio de maniobra, mediante un volante o directamente bajo boca de llave. El sentido de cierre será de tipo horario. Las dimensiones entre caras de bridas serán conforme a las normas ISO 5752 serie 14, ISO 7005/2 o equivalente. El revestimiento será de acuerdo a la norma ISO 8501-1 SA 2.5 o equivalente con un revestimiento interior y exterior de empolvado epoxy o pintura epoxy con un espesor mínimo de 250 micrones. Los ensayos de fábrica serán hechos de acuerdo a las normas ISO 5208 o equivalente.

6.1.1.1.1 Las bridas de conexión de la válvula con los aparatos de maniobra (reductor y/o actuador) serán conformes a las normas ISO 5210 e ISO 5211 o similar.

#### *1.16.5.4 Válvulas de altitud*

El cuerpo de las válvulas será de tipo globo, es decir que el ángulo formado entre el conjunto obturador y el eje longitudinal

de la válvula es de 90°; adicionalmente, la cámara superior estará dividida de la inferior por la membrana del conjunto del obturador. Todos los componentes del conjunto del obturador serán en acero inoxidable tipo AISI 303. El asiento del conjunto obturador será en acero inoxidable tipo AISI 311. Las tuberías y acoples del circuito piloto serán en acero inoxidable. El cuerpo de la válvula piloto será en acero inoxidable AISI 303. El revestimiento de las válvulas será en epoxy con un espesor mínimo de 250 micras. La distancia entre caras de la válvula será conforme a las especificaciones de la norma ISO 5752 en la serie 1 o equivalente.

#### *1.16.5.5 Válvulas para alivio de golpe de ariete*

La función de la válvula para alivio de golpe de ariete será proteger la línea de descarga de las bombas de las sobrepresiones resultantes de paradas abruptas del flujo del agua bombeada. La válvula principal deberá ser capaz de abrir hasta su totalidad con un mínimo en su presión de entrada.

El cuerpo de las válvulas será de tipo globo, es decir que el ángulo formado entre el conjunto obturador y el eje longitudinal de la válvula es de 90°; adicionalmente, la cámara superior estará dividida de la inferior por la membrana del conjunto del obturador. Todos los componentes del conjunto del obturador serán en acero inoxidable tipo AISI 303. El asiento del conjunto obturador será en acero inoxidable tipo AISI 311. Las tuberías y acoples del circuito piloto serán en acero inoxidable. El cuerpo de la válvula piloto será en acero inoxidable AISI 303. El revestimiento de las válvulas será en epoxy con un espesor mínimo de 250 micras. La distancia entre caras de la válvula será conforme a las especificaciones de la norma ISO 5752 en la serie 1 o equivalente.

#### *1.16.5.6 Válvulas de Ventosa*

Las válvulas de ventosa serán del tipo triple función, es decir que presentarán dos cámaras cada una dotada con tobera y mecanismo de obturación tipo flotador; una cámara con tobera pequeña para la desgasificación constante y la otra con tobera

**grande para las operaciones de vaciado y llenado de la tubería. Los conjuntos de obturador tipo flotador deberán presentar mecanismos de guiado que impidan el bloqueo de los mismos y serán fabricados en ABS para evitar la corrosión de los mismos. El exterior del orificio de la tobera grande estará protegido con una malla de acero inoxidable para evitar el ingreso de elementos extraños al interior de la válvula durante la fase de admisión de aire. Los asientos de los conjuntos de obturador serán en elastómero EPDM. El revestimiento de las válvulas será en epoxy con un espesor mínimo de 250 micras.**

### Ejecución

Excepto donde aquí se anote otra cosa, todas las válvulas serán instaladas y probadas de acuerdo con la versión más reciente de ISO 5208 o su equivalente. Antes de ser instaladas, las válvulas serán lubricadas, abiertas y cerradas manualmente para verificar su operación, y se limpiará bien el interior de las válvulas. Las válvulas se colocarán en las posiciones mostradas en los Planos. Las uniones se realizarán de acuerdo con las Especificaciones para Tuberías. Las válvulas se colocarán de manera que sean fácilmente accesibles para propósitos de operación, y no deberán soportar esfuerzos debido a las cargas sobre la tubería adyacente. El Contratista será responsable de coordinar la conexión de las tuberías correspondientes.

### 1.16.6 Tuberías

#### 1.16.6.1 *Tuberías en PVC SDR 26*

Este requisito que es general para todo el proyecto, comprende el suministro e instalación de tubería PVC para colectores de desagües de lodos, con sus respectivos accesorios (codos, semi codos, tees, reducciones, uniones, cajas de empalme, etc.) y de acuerdo con lo indicado en los planos o lo definido por la CAASD. Incluye limpieza y tendido de la tubería, limpieza de las superficies a pegar con limpiador para PVC, aplicación de pegante PVC y limpieza de la

tubería. Se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a transporte, almacenamiento e instalación de las tuberías. Los extremos de los tubos deben tener un corte normal a su eje con una desviación máxima equivalente al 0,6 % del diámetro nominal.

Deberá tenerse un control especial en la compactación del material colocado en la zona de tubería. Cuando se efectúe el lleno alrededor de ésta se tendrá especial cuidado con esfuerzos excesivos de compactación, para evitar que se produzca pandeo y aplastamiento de los tubos. La tubería se colocará en forma ascendente desde la cota inferior. El fondo de la tubería se ajustará a los alineamientos y cotas señalados en los planos del proyecto o por la CAASD. Los colectores se deberán probar antes de ser tapadas las tuberías para verificar ausencia de fugas.

#### 1.16.6.2 *Tubería acero al carbono*

El requisito comprende suministro e instalación de tuberías de acero al carbono, sin costura, según ASTM A 53 grado B o API 5L, “schedule” 40, y dimensiones de acuerdo con la norma ASME B 31.10. Además, incluye la preparación del material (corte, biselado, alineación) y la provisión de soportes temporales y facilidades para manejo e instalación, etc., más los accesorios de tubería necesarios tales como codos, tees, uniones, reducciones, conexiones “olet”, etc., según el trazado. El material de los accesorios debe ser según la norma ASTM A-234 Gr. WPB y dimensiones de acuerdo con la norma ASME B 11.9.

El alcance del trabajo incluye la ejecución de las pruebas radiográficas de las juntas soldadas u otras pruebas, según se requiera, y la prueba hidrostática respectiva. Se incluyen, además, la mano de obra, transporte, suministro de equipos y herramientas de montaje y pruebas en el sitio (cabezales, manómetros, bombas para prueba hidrostática, etc.), equipo de protección y demás elementos y actividades necesarias para ejecutar el trabajo a satisfacción, de acuerdo con las especificaciones técnicas aplicables. Todas las bridas y uniones soldadas deberán dejarse sin pintar hasta que las pruebas sean realizadas. Las tuberías no deberán conectarse a equipos, tanques u otros componentes hasta que no se hayan

efectuado la limpieza y las pruebas indicadas. Para realizar la conexión, debe contarse con la autorización de la CAASD.

El Contratista deberá utilizar operarios de soldadura calificados para la realización del trabajo; además, deberá presentar la certificación de la calificación de los soldadores y será responsable por la preparación y por la ejecución o aplicación de los procedimientos de soldadura necesarios. En caso de requerirse pruebas especiales, éstas se pagarán por costos reembolsables.

La actividad de pintura es responsabilidad del Contratista quien deberá garantizar y demostrar la calidad de los trabajos ejecutados mediante prueba de espesores e inspección visual.

Se debe tener en cuenta los soportes para la tubería expuesta. Para el caso de instalación de las tuberías enterradas de debe utilizar tuberías de hierro dulce.

Para el montaje y la puesta en servicio se incluye la mano de obra, herramientas, equipos, materiales y consumibles requeridos para realizar a satisfacción la labor (equipo de soldadura, equipo de corte, pulidora, gratas, cepillos de alambre, soldadura, acetileno, oxígeno, eslingas, aparejos, etc.), de acuerdo con el diámetro, los alineamientos, las pendientes y los niveles indicados en los planos o indicados por la CAASD.

Para el caso de la instalación de tuberías que requieren la ejecución de trabajos en altura (mayores que 1,5 metros), deberá tenerse en cuenta el uso de andamios o plataformas de seguridad, escaleras de acceso, implementos de seguridad, tales como arnés y cuerdas de vida, y dispositivos de señalización, según lo establecido por las normas de seguridad industrial.

## 1.16.8 INSTRUMENTACIÓN

### 1.16.8.1 *Requisitos generales*

El Contratista deberá suministrar los instrumentos y dispositivos incluidos en la especificación, para indicación, control y protección de los equipos de la central, con todos sus accesorios requeridos para instalación. Los instrumentos y dispositivos de control deberán ser para aplicaciones industriales, de acuerdo con normas ANSI y NEMA, de primera calidad y deberán ser aprobados por entidades de control y garantía de calidad, como elementos de alto grado de seguridad, confiabilidad y continuidad de servicio con base en pruebas de laboratorio.

Con la cotización se deberán entregar catálogos e información detallada sobre el tipo de instrumentación a suministrar, se deberá indicar el fabricante, la referencia y las características técnicas de cada instrumento.

El Contratista deberá entregar especificaciones e información completa de todos los instrumentos y dispositivos de control, para aprobación, e indicar, entre otros, el tipo, tamaño, límites de escalas, nombre de los fabricantes, características nominales e instrucciones de instalación, operación, mantenimiento y calibración.

Todos los instrumentos deberán ser suministrados con sus respectivos certificados de pruebas y calibración.

Los instrumentos y dispositivos a los que aplican estas especificaciones deberán ser usados para la medida de las siguientes variables:

Presión.

Nivel.

Posición.

Los instrumentos deberán ser apropiados para medidas en sistemas con agua, aceite y aire, en condiciones atmosféricas y a presión.

### 1.16.8.2 Aspectos constructivos

Todos los instrumentos deberán ser diseñados para tener las siguientes características:

Alta durabilidad, adecuados para operación continua y resistente a la humedad.

Compensación automática por variación de temperatura.

Deberán tener placa de identificación en donde se indique su función, intervalo de ajuste, tensión de alimentación, tipo de señal de salida.

Los sistemas de instalación y sus accesorios deberán proveer una instalación firme y de fácil manipulación.

Los instrumentos y elementos para el mismo uso y función deberán ser idénticos e intercambiables.

Las señales de salida deberán tener una protección efectiva contra interferencias electromagnéticas y ruido.

Las señales de salida deberán ser estables en todo el intervalo de la escala para condiciones constantes de temperatura y señal de entrada.

Los instrumentos para instalación directa sobre tubería deberán ser de construcción robusta, tropicalizados, con tapas y empaques a prueba de agua, aceite y polvo, deberán tener grado de protección IP65; IEC-529, o NEMA 4X.

Estos instrumentos deberán tener válvulas de guarda tipo bola y de drenaje que permitan el montaje y desmontaje de estos sin necesidad de interrumpir el funcionamiento normal de los sistemas.

### 1.16.8.3 *Sensores y transductores*

Las dimensiones de los elementos sensores deberán corresponder a los requerimientos del medio y del punto de instalación. Los sensores y transductores que se encuentren en contacto directo con el medio deberán tener todas las protecciones necesarias contra la corrosión, polvo, humedad, vibración, golpes, corrientes parásitas y cualquier otro fenómeno que pudiera afectar su buen funcionamiento.

### 1.16.8.4 *Indicadores de instrumentación convencional*

En todos los instrumentos que requieran indicación local, la escala de su indicación deberá ser adecuada para la variable que se esté midiendo y deberá mostrar, en su parte frontal, la unidad de medida que se esté procesando.

Los indicadores para instalación local deberán tener la carátula en forma circular, con un diámetro de 100 mm, con escalas numeradas que permitan la lectura del operario desde una distancia mínima de 2 metros.

Todos los indicadores instalados en tableros deberán ser empotrados y a ras con la superficie del tablero; además, deberán ser de fácil montaje y remoción.

Los indicadores de tipo análogo que se requieran instalar sobre tableros deberán ser cuadrados, de 96 mm de lado. La carátula de indicación deberá tener una escala dispuesta sobre un sector circular de 240°, será simétrica respecto al eje vertical y con graduaciones apropiadas para una lectura clara.

El cuadrante deberá ser de fondo blanco, con números, letras, líneas y agujas de color negro.

Cuando se especifique, la carátula deberá tener también una banda de colores de 10 mm de ancho, claramente visible, adyacente a la escala del instrumento y prolongada en toda la longitud de la escala con el siguiente código de colores: franja verde, para operación normal; franja naranja, para operación con precaución y que no

implica emergencia, y franja roja, para operación anormal que requiere atención inmediata.

Los indicadores deberán tener cubiertas con vidrios frontales que permitan la lectura de los registros de la escala sin la apertura de las cajas, Los frentes de vidrio deberán ser de tipo antideslumbrante. La escala deberá ser adecuada para la variable que se esté midiendo, en unidades del sistema internacional (SI) o en porcentaje, de acuerdo con el tipo de medición.

Los indicadores de tipo digital deberán ser aptos para recibir señales análogas de 4 a 20 mA provenientes de transmisores de presión, posición, flujo, nivel, etc. En los indicadores digitales la conversión de la señal deberá efectuarse a través de convertidores A/D (Análogo / Digitales).

La posición del punto decimal de la indicación numérica podrá ser ajustada externamente para seleccionar un determinado número de dígitos; la dimensión será de 96x96 mm, con dígitos luminosos de color rojo, de altura no inferior a 14 mm.

Si la variable medida sobrepasa la escala, el indicador digital deberá dar la señal en forma intermitente.

Donde se requiera, los indicadores deberán incluir los contactos independientes para alarmas y para disparo, con dispositivos para su ajuste y estarán en capacidad de transmitir una señal de salida de 4 a 20 mA, aislada galvánicamente.

#### *1.16.8.5 Instrumentos de presión*

Los instrumentos de presión deberán soportar una presión del 200% de la presión máxima de trabajo del sistema y se deberán instalar a través de válvulas de aislamiento y de purga, que permitan su instalación y reemplazo sin suspender el servicio del equipo. Todos los instrumentos de presión deberán tener dispositivos de amortiguamiento de sobrepresiones.

Medidores de presión tipo Bourdon

Se usarán en todas las medidas locales, instalados directamente sobre la tubería o equipo; deberán ser de acero inoxidable y ajustarse a las normas ANSI B40.1 "Indicating Pressure and Vacuum Gauges" y tendrán una exactitud de  $\pm 1\%$  del alcance (ANSI Grado 1A) o mejor. Los indicadores deberán ser amortiguados en glicerina.

Unidades de medida: Psi y Bar (doble escala).

#### Presóstatos tipo Bourdon

Se usarán para la detección de las condiciones de presión de los sistemas, instalados directamente sobre la tubería o equipo; deberán ser de acero inoxidable y ajustarse a las normas ANSI B40.1 "Indicating Pressure and Vacuum Gauges" y tendrán una exactitud de  $\pm 1\%$  del alcance (ANSI Grado 1A) o mejor. Deberán tener escalas calibradas para ajuste de al menos dos los valores de operación de los contactos en valores altos y bajos en todo el rango de operación. Los contactos deberán ser independientes conmutables NA/NC.

Unidades de medida: Psi y Bar (doble escala).

#### Medidores/Transmisores de presión

Los medidores de presión deberán poseer las siguientes características:

Tipo de sensor: Piezoeléctricos.

Tipo de medida: Manométrica.

Material del sensor: Acero inoxidable.

Grado de protección: IP65 – NEMA 4X.

Precisión (linealidad, histéresis y repetibilidad): 0,5% del span o mejor

Sobrepresión: 200% de la presión de trabajo.

Estabilidad:  $\diamond 0,125\%$  por 5 años.

Resolución: 1 parte en 1999.

Contactos independientes ajustables según se requiera.

Compensación por temperatura.

Indicación local mediante display con LED's luminosos, cuando se requiera

Unidades de medida: Psi, Bar, kg/cm<sup>2</sup>, Pa, según se requiera.

Transmisor de la señal: 4-20 mA.

Los sensores deberán estar libres de cualquier efecto causado por las condiciones ambientales del sitio de instalación.

Deberán poseer el mecanismo apropiado para su instalación de puesta a tierra.

El medidor deberá permitir el reemplazo de su parte activa sin necesidad de desmontarlo completamente del sistema.

Los instrumentos se podrán instalar directamente sobre tuberías, deberán ser libres de errores con respecto a variaciones normales del voltaje.

Deberán poseer válvula de aislamiento para garantizar el drenaje cuando se aíse el instrumento y así evitar lecturas erróneas. Deberán ser diseñados para trabajar indistintamente con agua, aire o aceite.

#### 1.16.8.6 *Medidores de nivel*

Los sensores de nivel se utilizaran para la medida de nivel de agua y aceite en cubas de cojinetes, tanques sumideros, fosos y tanques de agua. Estos medidores deberán tener las siguientes características:

Tipo de sensor: Para las medidas de nivel se utilizaran medidores ultrasónicos por el método de tiempo de tránsito.

Deberán poseer compensación automática por temperatura.

Deberán poseer compensación automática por turbulencia.

Deberán ser resistentes a vapores de agua.

Estabilidad:  $\diamond$  0,125 % por 5 años.

Precisión: 0,5% del span.

Unidad de medida: En milímetros.

Grado de protección: IP65 o NEMA 4X.

Indicación local mediante display con LED's luminosos.

Indicaciones: Tres niveles de alarma (en valores altos y bajos a elección) programables.

El medidor deberá permitir el reemplazo de su parte activa sin necesidad de desmontarlo completamente del sistema.

El sensor ultrasónico debe poseer un dispositivo de eliminación de ecos falsos y estar libres de cualquier efecto causado por las condiciones ambientales del sitio de instalación.

Deberán poseer terminal para la instalación de puesta a tierra.

#### *1.16.8.7 Sensores de posición*

Tipo de sensor: de proximidad inductivo.

Diámetro mínimo: 30 mm, roscado.

Distancia de sensado nominal: De 0 a 15 mm.

Indicador de estado tipo LED.

Los sensores de proximidad deberán ser de acero inoxidable.

Rango de temperaturas de operación: 0 hasta 65 °C.

Grado de protección: IP65 o NEMA 4X.

Deberán estar libres de cualquier efecto causado por las condiciones ambientales del sitio de instalación.

Tuercas y soporte para fijación incluidas.

Deberán ser de baja corriente de fuga.

Voltaje de alimentación: 12-150 Vca/Vcd.

Conexión: 2 hilos.