



REPÚBLICA DE EL SALVADOR, C.A.

**ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
ANDA**



TOMO I

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ELECTROMECAÑICAS.**

**(Para Diseños, Suministro, Instalación, Montaje y
Pruebas de Equipos y Materiales)**

VERSIÓN I

MARZO - 2013

ÍNDICE

CAPITULO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PÁGINA
CAPITULO 1	GENERALIDADES Y CAMPO DE APLICACIÓN	5 - 9
CAPITULO 2	CRITERIOS Y PARÁMETROS TÉCNICOS PARA EL CÁLCULO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LOS DISEÑOS ELECTROMECÁNICOS DE LAS PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LAS EXISTENTES	10 – 75
CAPITULO 3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES ELECTROMECÁNICOS PARA LOS NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LOS EXISTENTES	76 - 123
CAPITULO 4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE LOS COMPONENTES ELECTROMECANICOS EN NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LOS EXISTENTES	124 - 153
CAPITULO 5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES DE LOS MANIFUL DE DESCARGA PARA LOS NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LOS EXISTENTES	154 - 167
CAPITULO 6	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL - MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	168 - 169
CAPITULO 7	CONSIDERACIONES Y PROTECCIONES DEL MEDIO AMBIENTE	170
CAPITULO 8	ANEXOS	171 - 186

ÍNDICE

CAPITULO - 1	5
1. GENERALIDADES Y CAMPO DE APLICACIÓN	5
1.1. GENERALIDADES	5
1.2. CAMPO DE APLICACION	5
1.3. DEFINICIONES	5
1.4. CÓDIGOS Y REGULACIONES	8
1.5. LISTA DE ABREVIATURAS	8
CAPITULO - 2	10
2. CRITERIOS Y PARAMETROS TECNICOS PARA EL CALCULO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LOS DISEÑOS ELECTROMECANICOS DE LAS PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE O REHABILITACION DE LAS EXISTENTES	10
2.1. GENERALIDADES	10
2.2. CRITERIOS PARA REVISAR LOS DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECANICAS. .	13
2.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES	14
2.4. CONTENIDO DE LOS DISEÑOS ELECTROMECÁNICOS	14
2.5. MEMORIA DE CÁLCULO	16
2.6. MEMORIA DE CÁLCULO	25
2.7. CALCULO DE DISEÑO INTALACIONES ELECTRICAS EN PLANTAS DE BOMBEO	33
2.8. SUBESTACIONES ELECTRICAS	35
2.9. LÍNEAS ELÉCTRICAS	48
2.10. LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO	56
CAPITULO - 3	76
3. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES ELECTROMECANICOS PARA LOS NUEVOS PROYECTOS O PARA LA REHABILITACION DE LOS EXISTENTES	76
3.1 GENERALIDADES	76
3.2 ALCANCE	76
3.3 CODIGOS Y NORMAS PARA EQUIPOS Y MATERIALES	77
3.4 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LOS BIENES ADQUIRIDOS	77
3.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BOMBA TIPO TURBINA DE EJE VERTICAL Y BOMBA TIPO SUMERGIBLE VERTICAL	79
3.6 MOTORES ELECTRICOS	85
3.7 PANEL DE ARRANQUE Y CONTROL (ARRANCADORES)	90
3.8 VARIADOR DE FRECUENCIA O DE VELOCIDAD	97
3.9 CAPACITORES	102
3.10 INTERRUPTOR PRINCIPAL O GENERAL	102
3.11 TRANSFORMADOR SECO TIPO MONOFASICO	103
3.12 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION (MONOFASICOS)	103
3.13 POSTES	108
3.14 CORTACIRCUITOS	110
3.15 PARARRAYOS DE DISTRIBUCIÓN	111
3.16 AISLADORES PARA LINEAS PRIMARIAS	112
3.17 BARRAS PARA PUESTA A TIERRA	117
3.18 HERRAJES	118

3.19	TUBERIA PARA LAS CANALIZACIONES	118
3.20	CONDUCTORES Y CABLES.....	118
3.21	ELEMENTOS ELECTRICOS.	119
3.22	IDENTIFICACION DE LOS EQUIPOS.....	121
CAPITULO - 4.....		124
4.	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA INSTALACION, MONTAJE Y PRUEBAS DE LOS COMPONENTES ELECTROMECANICOS EN NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACION DE LOS EXISTENTES.....	124
4.1	GENERALIDADES.....	124
4.2	OBRAS INCLUIDAS EN LOS LIMITES DE SUMINISTRO Y MONTAJE.....	124
4.3	PROGRAMA DE TRABAJO (SUMINISTROS Y MONTAJE)	124
4.4	TRABAJOS EN INSTALACIONES EXISTENTES	125
4.5	PERSONAL DEL CONTRATISTA.....	125
4.6	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL CONTRATISTA.....	126
4.7	MATERIALES.....	126
4.8	CARGA, TRANSPORTE, MANEJO Y ACOPIO DE LOS SUMINISTROS.....	126
4.9	INSTALACIONES ELECTRICAS.....	128
4.10	LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA.....	129
4.11	INSTALACION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION (SUBESTACIONES ELECTRICAS)	135
4.12	INSTALACION DE LA RED DE TIERRA.....	136
4.13	TUBERIAS PARA CANALIZACIONES	137
4.14	CABLES O CONDUCTORES ELECTRICOS.....	139
4.15	ALUMBRADO EXTERIOR.....	140
4.16	TABLEROS DE DISTRIBUCION (CENTROS DE CARGA) PARA CIRCUITOS DE LUCES Y TOMAS.....	141
4.17	CIRCUITOS DERIVADOS PARA TOMACORRIENTE Y LUCES	141
4.18	INSTALACION DE VALVULAS, PIEZAS ESPECIALES, ACCESORIOS Y TUBERIAS	142
4.19	INSTALACION DE LOS EQUIPOS.....	143
4.20	INSTALACION DE LA BOMBA.....	146
4.21	INSTALACION DE MOTORES ELECTRICOS VERTICALES.....	146
4.22	INSTALACION DE MOTORES ELECTRICOS SUMERGIBLES	147
4.23	INSTALACION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION (SUBESTACIONES ELECTRICAS)	147
4.24	INSTALACION DE LA RED DE TIERRA.....	148
4.25	PRUEBAS	148
4.26	PERIODO DE RESPONSABILIDAD POR DEFECTOS	152
4.27	DESMONTAJE Y/O RETIRO DE EQUIPOS Y MATERIALES EXISTENTES EN OBRAS DE REHABILITACION	152
CAPITULO - 5.....		154
5.	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES DE LOS MANIFUL DE DESCARGA PARA LOS NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACION DE LOS EXISTENTES.....	154
5.1	GENERALIDADES.....	154
5.2	ADQUISICION DE LOS BIENES	154
5.3	VALVULAS.....	154
5.4	PIEZAS ESPECIALES Y UNIONES.....	158
5.5	MANOMETROS METALICOS	160

5.6	MACROMEDIDORES DE FLUJO	161
5.7	CLORACION.....	163
5.8	CLORADOR TIPO HIPOCLORITO.	166
	CAPITULO - 6	168
6.	CAPACITACION DEL PERSONAL - MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
6.1	GENERALIDADES.....	168
6.2	CAPACITACIÓN	168
6.3	MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	168
6.4	MEDIDA Y FORMA DE PAGO.....	169
	CAPITULO - 7	170
7.	CONSERVACION Y PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE.....	170
7.1	GENERALIDADES.....	170
7.2	MEDIDA Y FORMA DE PAGO.....	170
	CAPITULO - 8	171
	ANEXO	173

CAPITULO - 1

1. GENERALIDADES Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1. GENERALIDADES

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer una herramienta guía de los requisitos mínimos que deben de cumplirse en el Diseño, Suministro, Instalación, Montaje, Pruebas de Equipos y Materiales de obras Electromecánicas en plantas de bombeo de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación técnica es aplicable para las empresas privadas o por cualquier entidad interesada en realizar el Diseño, Suministro, Instalación, Montaje y Pruebas de Equipos y Materiales de obras Electromecánicas en plantas de bombeo, ya sea de agua potable o aguas residuales para ANDA.

La especificación técnica será aplicada a nivel institucional por todo el personal de la ANDA, y será la **Dirección Técnica** o la Gerencia que esta delegue, quién dará la vigilancia, control y seguimiento de su cumplimiento y las gerencias quienes darán las instrucciones para que se apliquen en el Diseño, Suministro, Instalación, Montaje y Pruebas de Equipos y Materiales de obras Electromecánicas en plantas de bombeo de ANDA.

1.3. DEFINICIONES

Se definirán los términos cuyo significado requieran una acepción precisa para la presente especificación.

ACCESORIO. Cualquier pieza moldeada diferente de un tubo.

ACOMETIDA ELÉCTRICA. Conjunto de conductores y accesorios utilizados para transportar la energía eléctrica desde el panel de control hasta el motor de la unidad de bombeo.

ALIMENTADOR. Es el conductor que transporta corriente a una carga o grupos de cargas.

ANDA. Siglas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

ARRANCADOR. Controlador eléctrico en un gabinete o armario en el cual se instalan los dispositivos de protección, fuerza, control e instrumentos de medición, para los motores eléctricos.

BOMBAS. Las bombas centrífugas son máquinas diseñadas para manejar líquidos, transformando la energía mecánica en energía hidráulica, por medio del cambio en la cantidad de movimiento producido por una serie de impulsores móviles en una corriente de líquido. Sus partes principales incluyen los impulsores, tazones, eje de rotación de impulsores, accesorios de fijación de los impulsores (anillos de aprete)

CABLE. Conductor trenzado o arrollado en forma helicoidal, con o sin aislamiento.

CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. Se refiere a los indicadores de referencia para calificar la calidad con que las empresas distribuidoras de energía eléctrica suministran los servicios de energía a los usuarios de la red de distribución.

CANALIZACIÓN. Se refiere a canales, canaletas, ductos o tubos conduit galvanizado o PVC por donde se hacen pasar los conductores eléctricos, con el fin de protegerlos mecánicamente y evitar el contacto con los mismos, por parte de personal no calificado.

CAPACITORES (condensadores). Son dispositivos eléctricos que se usan para corregir el factor de potencia atrasado en los motores eléctricos de inducción y compensar los KVAR que ellos necesitan. Se instala un banco de capacitores por cada motor.

CARGA INSTALADA. Es la suma de las potencias nominales de los aparatos y equipos electromecánicos que se encuentran conectados en un área determinada de la instalación y se expresa generalmente en KVA ó KW.

CONDUCTOR DESNUDO. Todo material que transporta una corriente eléctrica, de un punto a otro sin ningún otro aislamiento que el proporcionado por el dieléctrico del aire.

CONDUCTOR. Es un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir una corriente eléctrica.

CORRIENTE DE ARRANQUE DE UN MOTOR. Es la corriente que demanda un motor cuando se pone en operación y su valor es considerablemente mayor que la corriente nominal.

CORRIENTE NOMINAL DE UN MOTOR. Es la corriente que demanda un motor cuando está trabajando a plena carga.

CONTRATISTA. Es la firma o empresa constructora contratada por la ANDA para que ejecute los suministro de bienes y/o trabajos de instalación.

CONTRATANTE. La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA.

DEMANDA. Es la potencia que consume la carga, medida por lo general en intervalos de tiempo, expresada en KVA ó KW, a un factor de potencia determinado.

ELECTRÓDOS ELÉCTRICOS. Son sensores metálicos eléctricos que se utilizan para controlar los niveles de líquido (agua) (comprenderán tres electrodos de acero inoxidable o bronce, tres cables eléctricos, porta electrodos y un control, a instalar en el arrancador.)

ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE UNA SUBESTACIÓN. Comprende los cortacircuitos, pararrayos, red de tierra, herrajes, aisladores, cables, cepos y demás elementos que completen la unidad de subestación eléctrica.

EQUIPO DE BOMBEO. Es el conjunto de arrancador, motor eléctrico, bomba y conductos que se instalan para la extracción, manejo y distribución de aguas, potables y residuales.

Se denominará a todos los elementos que a continuación se describen:

Motor eléctrico, Bomba centrífuga, Cabezal de descarga con accesorios para el sello del eje, Tubería de columna de descarga, Ejes de columna de rotación lubricado por agua y Cojinetes de los ejes de columna de rotación, (centralizadores).

ESTRUCTURA. Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aérea de energía eléctrica.

FACTOR DE POTENCIA. Relación entre la potencia activa y potencia aparente.

GOLPE DE ARIETE. Aumento anormal de la presión, que se produce sobre las paredes de una tubería que conduce agua, o sobre las válvulas de interrupción (compuerta, check, etc.), cuando la velocidad del flujo es modificada bruscamente.

HERRAJES. Comprende los cruceros, platinas, tirantes, abrazaderas, almohadillas, tuercas, pernos, argollas, marcos, etc.

INTERRUPTOR PRINCIPAL. Es el medio de conexión y desconexión general de toda la Planta de Bombeo, para conectar o desconectar de la subestación eléctrica toda la carga instalada (Arrancador, Motor, Centros de Carga, etc). Se instalará uno por cada estación de bombeo, y uno para cada arrancador

LÍNEA AÉREA. Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Esta constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

LÍNEA DE AIRE EN POZOS: Se utiliza para monitorear los niveles del agua en el pozo. Se construirá con tubería Ø3/4" PVC fijada a la columna de la bomba.

LÍNEA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO. Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltajes, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas, primarias o secundarias.

“**Baja Tensión**”, Se refiere a los niveles de voltaje menor o iguales a 600 voltios.

“**Media Tensión**”, Se refiere a los niveles de voltaje superiores a 600 voltios e inferiores a 115,000 voltios”

“**Voltaje de Control**”, Para control se utilizará voltajes de 240 voltios. Para casos especiales se podrá autorizar la utilización de voltaje de control 120 VAC, 24 VDC.

MOTOR. Máquina rotativa de inducción que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

NIVEL DE REFERENCIA. Es el centro geométrico del tubo de descarga o cabezal y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

PLANOS APROBADOS. Son planos eléctricos certificados por la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica que presta el servicio en la zona del proyecto.

PLANTA DE BOMBEO. Lugar, predio o recinto utilizado para obtener, almacenar o distribuir el agua hacia un lugar determinado, utilizando para esto equipos electromecánicos.

PUESTA A TIERRA. Es la conexión a tierra con muy baja impedancia y suficiente capacidad, de modo que corrientes de falla a tierra no provoquen voltajes que puedan dañar al equipo, instalaciones y/o personas.

PUNTO DE ENTREGA. Es el punto de la red de distribución, del cual se derivan las líneas de alimentación en forma directa o después de dispositivos de protección, hacia la instalación eléctrica de ANDA, para la entrega del servicio eléctrico.

PUNTO DE RECIBO. Es la estructura, poste o accesorio propiedad de ANDA para la sujeción de las líneas de acometida en baja o media tensión de la Distribuidora Eléctrica.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA. Es un conjunto de elementos o dispositivos que permiten transformar los parámetros de energía (voltaje, corriente, etc.), o bien, conservarle dentro de ciertas características. Se refiere al conjunto de los transformadores y a los elementos eléctricos de subestación donde se enlaza el sistema de distribución de media tensión con el sistema de distribución de baja tensión o instalación eléctrica interna de baja tensión que sirve energía al equipo de bombeo.

SUPERVISOR. Es la persona natural o jurídica nombrada por la ANDA para que supervise el proceso de Diseño, Suministro, Instalación, Montaje y Pruebas de Equipos y Materiales de obras Electromecánicas en plantas de bombeo de ANDA.

TENSIÓN. Voltaje o diferencia de potencial efectiva entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

TRANSFORMADORES DE CONTROL. Se utiliza para convertir el voltaje trifásico de 480 Voltios a de 120 ó 240 Voltios, al mismo tiempo sirven para aislar los ruidos eléctricos de la tensión y corriente trifásica..

TRÁMITE AMBIENTAL. El diseño de líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica deberá cumplir con lo establecido en las normas, indicado en la Ley del medio ambiente.

VÁLVULA. Accesorio hidráulico de cualquier tipo utilizado para protección, control y operación en el árbol de descarga de los sistemas de bombeo.

ADMINISTRADOR DEL CONTRATO. Funcionario o empleado de la ANDA, responsable de la dependencia solicitante del Diseño, la obra, bien o servicio, para verificar la buena marcha y cumplimiento de las obligaciones contractuales.

SISTEMA DE UNIDADES. De acuerdo con la normativa obligatoria nacional autorizada mediante ratificación de Junta Directiva y acuerdo Ejecutivo del Ministerio de Economía y publicada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) las unidades de medida utilizadas deberán estar de acuerdo con la Norma Salvadoreña (NSO ISO 1000:00) NSO 01.08.02.00. Debido a que los fabricantes de Equipos y Materiales electromecánicos utilizan unidades de medidas Inglesas para especificar sus productos, se podrá utilizar unidades de medidas Inglesas o combinadas con el Sistema Internacional de Unidades, donde aplique y en lo posible deberá utilizarse el Sistema Internacional de Unidades (SI).

1.4. CÓDIGOS Y REGULACIONES

Todos los materiales, equipos y mano de obra deberán cumplir con las normas del Reglamento Interno de Obras e Instalaciones Eléctricas de El Salvador, aprobado por el Ministerio de Economía, las normativas de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), Normas del American National Standard Institute (ANSI), el nacional Electrical Code (NEC) y otras que le sean aplicable todos en su última edición y regulaciones particulares de ANDA.

El material eléctrico que suministre el Contratista para efectuar completamente y terminar las instalaciones deberá ser de la mejor calidad y deberán cumplir con las Especificaciones, Estándares Americanas ANSI, NEMA, UL y otras que le sean aplicables.

Además de los códigos anteriores se tendrán también en cuenta las exigencias que establezcan las normas para la construcción de redes aéreas y subterráneas e instalaciones internas de la Empresa Distribuidora Eléctrica del lugar donde se ejecuten las obras.

1.5. LISTA DE ABREVIATURAS

Las abreviaturas especiales usadas en estos documentos son las siguientes:

AASHTO	American Association of State Highway & Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
AISI	American Institute of Steel and Iron
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AMSS	Area Metropolitana de San Salvador
ANCPA	American Concrete Pupe Association
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados

Continuación de las abreviaturas especiales usadas:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

ANSI	American National Standard Institute
ASTM	American National for Testing Materials
AWWA	American Water Works Association
AWG	American Wire Gage
CRNE	Comité Regional de Normas Eléctricas
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Standard Organization
ISSS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
SNM	Metros sobre el nivel del mar
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturer Association
NESC	National Electrical Safety Code
OPAMSS	Oficina de Planificación del Area Metropolitana de San Salvador
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
UL	Underwriter Laboratories Inc.
USAS	United States of America Standard
ACSR	Conductor de aluminio con refuerzo de acero
HoFoDo	Hierro fundido dúctil
PLC	Controlador lógico programable
PWM	Modulación de ancho de pulso
THW	Aislamiento resistente al calor y la humedad
THHN	Aislamiento resistente al calor, la humedad y revestimiento de nylon
HoGo	Hierro galvanizado
PVC	Cloruro de polivinilo
RMS	Root mid square
PID	Proporcional-integral-derivate
RFI	Radio frequency Identification
RTU	Remote Terminal unit
TFFN	Thermoplastic insulation, flexible fixture wire, nylon jacket

CAPITULO - 2

2. CRITERIOS Y PARÁMETROS TÉCNICOS PARA EL CÁLCULO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LOS DISEÑOS ELECTROMECÁNICOS DE LAS PLANTAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LAS EXISTENTES

2.1. GENERALIDADES

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer una herramienta guía que deben de cumplirse en el Diseños de obras Electromecánicas en plantas de bombeo de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

Para realizar los diseños tanto por las Gerencias Regionales, empresas contratistas o cualquier otra entidad interesada, considerar los siguientes criterios:

- a) En la memoria descriptiva de los diseños de obras electromecánicas, considerar todo lo relacionado al proyecto, realizando una descripción clara y comprensiva.
- b) Anexar al diseño las especificaciones técnicas de materiales y equipos, proporcionadas por los fabricantes y hacer referencias a normativas nacionales e Internacionales actualizadas.
- c) Realizar el presupuesto de obra electromecánica con sus cantidades de obra y unidades, basado en precios de mercado de materiales y equipo para determinar costos directos, costos indirectos, costo de mano de obra, etc. para obtener el monto total.
- d) En el diseño de líneas eléctricas de distribución, subestaciones eléctricas e instalaciones electromecánicas en plantas de bombeo considerar los parámetros del servicio existente en la zona, con la finalidad de mejorar o en todo caso no deteriorar la calidad del mismo, de conformidad con las normas técnicas vigentes.
- e) Las características de los equipos a instalar deben ser congruentes con las características del suministro de energía eléctrica. Esto es, la frecuencia, niveles de voltajes, distribución de energía en la planta, etc.
- f) La alimentación desde las líneas de distribución primaria (en media tensión) hasta los centros de control de motores se debe hacer a través de subestaciones, localizando convenientemente los centros de carga (subestaciones) y centros de control de motores.
- g) Para subestaciones con capacidades mayores o iguales a 1000 KVA, utilizar transformadores trifásicos y realizar un estudio de corto circuito para el cálculo y coordinación de las protecciones.
- h) Para subestaciones con capacidades menores o iguales a 1000 KVA, utilizar transformadores monofásicos convencionales para formar el banco trifásico.
- i) Considerar en lo posible el uso exclusivo de subestaciones eléctricas trifásicas formadas por transformadores monofásicos convencionales para cargas trifásicas.
- j) Considerar en lo posible el uso de transformador monofásico convencional para alimentar la carga monofásica de la caseta de bombeo, con su respectiva medición eléctrica.
- k) Para el diseño y las especificaciones, contemplar las canalizaciones de reserva que permitan futuros aumentos de carga, cuando la planta de bombeo lo requiera.

- l) Para montaje directo en poste considerar bancos de transformadores de capacidades menores o iguales de 3 x 50 KVA, y para mayores capacidades se podrá utilizar estructuras tipo "H" o plataformas de concreto debidamente protegidas, según los esfuerzos que generen las cargas y la capacidad de cada estructura.
- m) Considerar los arrancadores electrónicos en su variedad de aplicación, así como el uso de las protecciones adecuadas aplicando la tecnología de punta para control de motores, para lo cual deberá considerar la calidad de energía eléctrica servida por las distribuidoras en la zona, determinando la conveniencia de su aplicación.
- n) Realizar un estudio del factor de potencia y uso conveniente de bancos de capacitores o implementar otro método de corrección de factor de potencia de acuerdo a la instalación de equipos propuestos. El estudio se hará cuando opere el sistema.
- o) Realizar un estudio para el manejo de la potencia, refiriéndose a los tiempos y la cantidad de equipos simultáneos en operación; considerando los horarios tarifarios de facturación de energía eléctrica.
- p) Diseñar para satisfacer la demanda de servicio y considerar el pronóstico de carga futura, tanto en el equipo de bombeo como en la subestación eléctrica, considerando los parámetros de diseño de ANDA.
- q) Proyectarse para que tenga una flexibilidad adecuada para la distribución de circuitos, para el entubado y alambrado, de tal forma que permita cambios o modificaciones, sin que éstos representen problemas técnicos complejos o gastos excesivos.
- r) Toda instalación electromecánica dentro de la planta de bombeo, se debe proyectar en tal forma que sea accesible en su instalación, permitiendo mantenimiento y servicios generales.
- s) Diseñar para que las caídas de voltaje para los conductores no excedan del 3% en los circuitos derivados de fuerza motriz (motores), en los de iluminación y tomas, y del 5% máximo en la combinación de circuitos desde la subestación (acometida principal) hasta la última carga.
- t) Cada conductor no conectado a tierra de un circuito derivado deberá protegerse contra corrientes excesivas, por medio de dispositivos de protección contra sobrecorriente.
- u) Los conductores de los circuitos serán del calibre suficiente para conducir la corriente del circuito y deberán cumplir con las disposiciones de caída de voltaje y capacidad térmica. Utilizando un factor de sobre carga del 25% de la capacidad de conducción instalada.
- v) Los conductores desnudos de cobre, pueden utilizarse en conexiones de subestaciones, en buses de subestaciones, barras colectoras de arrancadores y sistemas de tierra, en casos especiales en líneas aéreas de distribución de energía en media ó baja tensión.
- w) Los conductores desnudos de aluminio y sus aleaciones deberán utilizarse en líneas aéreas de distribución de media y baja tensión, dependiendo de las distancias entre postes y de la capacidad de conducción requerida, será el tipo a utilizar.
- x) Diseñar una protección principal tipo termomagnética para toda instalación electromecánica en las plantas de bombeo.
- y) La carga computada para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores.

- z)** Los conductores alimentadores para circuitos de 120 V, deben ser como mínimo calibre No. 10, para ramales de contactos calibre No.12, alumbrado calibre No.12 y No. 14, para retornos. En todo caso dependerá de la corriente requerida.
- aa)** Considerar el uso de luminarias ahorradoras de energía (Lámparas fluorescentes de balastro electrónico) para interiores.
- bb)** Proveer de circuitos separados para alumbrado general, para contactos y aplicaciones especiales; los cuales son para contacto de una salida, en el que se encontrará conectada solamente una carga individual o de servicio continuo.
- cc)** Las ramas de los circuitos con más de una salida no deben tener una carga que exceda al 50% de la capacidad de conducción.
- dd)** De acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito se deben instalar tableros de distribución con tantos circuitos como sea necesario, dejando un circuito de reserva por cada tres instalados.
- ee)** Las canalizaciones eléctricas deberán ser del tipo conduit, tubo de acero galvanizado de pared gruesa IRC (intermedial Rígidid Conduit) ó tubería conduit de aluminio para las instalaciones al exterior ó expuestas. El tubo de acero galvanizado de pared delgada ó tubería EMT (Electrical Metal Conduit) en instalaciones en interiores. Utilizar tubería retardando de llama en alumbrado y tomas de corriente para caseta de bombeo. En casos necesarios podrá usarse Ductos que consisten de canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular (canaleta), para complementar utilizar tubería flexible con protección a intemperie con accesorios en aquellas instalaciones donde exista vibración, Finalmente utilizar todos los accesorios necesarios acordes a cada utilidad en particular.
- ff)** Los dispositivos de salida de los circuitos derivados, como cajas cuadradas, cajas rectangulares, cajas octagonales, etc. deberán ser del tipo NEMA 1 y tipo NEMA 3R para servicio exterior.
- gg)** Diseñar considerando obtener alta eficiencia de operación en las plantas de bombeo, para lo cual se deberán recomendar motores eléctricos, turbinas, válvulas y accesorios de última generación.
- hh)** Para el diseño de los equipos de bombeo (bomba y motor) se debe considerar la eficiencia tanto de la bomba como la del motor que cumpla las especificaciones técnicas detalladas en el capítulo 3.
- ii)** Para sistemas con varios equipos de bombeo en paralelo, obtener la curva del sistema para seleccionar las turbinas adecuadas.
- jj)** Para el caso de instalar turbina en pozo, diseñar considerando como mínimo que: el diámetro de la turbina debe ser dos pulgadas menor que el diámetro de la tubería de revestimiento del pozo, además proveer la instalación de línea de aire que se utiliza para monitorear los niveles del agua en el pozo. Habrá casos especiales donde se deberá solicitar la aprobación de ANDA, para el diseño o la instalación de equipos de bombeo en el que no se cumpla exactamente con este requisito de espacio entre la tubería y el revestimiento del pozo.
- kk)** Prever las protecciones y controles, como: corto circuito, sobrecarga bajo y alto voltaje, Perdida de y rotación de fase, bajo y alto nivel del agua, prelubricación de la turbina, sobre-temperatura de baleros, sobre-temperatura de los devanados del motor, contra las vibraciones del motor, mediciones eléctricas, luces indicadoras, operación, arranque y paro de los motores, etc.
- ll)** Seleccionar y recomendar los tipos de equipos electromecánicos (arrancador, motor, turbina, válvulas y accesorios) adecuados de acuerdo a los parámetros de diseño, carga dinámica total (presión) o CDT, capacidad de flujo (caudal), presión manométrica, temperatura del fluido, tipo de instalación, materiales, etc.

- mm)** Diseñar los árboles de descarga según la fuente y número de equipos de bombeo a instalar considerando los controles y las protecciones hidráulicas; tanto en su selección, ubicación y aplicaciones, de acuerdo al rango de presión y flujo de operación recomendados por el fabricante, parámetros de diseño y normas Internacionales para equipos y accesorios hidráulicos.
- nn)** Considerar en los diseños hidráulicos para la descarga, espacios para aforos y limpieza de fuente, purgas del sistema, alivio de presión, protección contra el golpe de ariete, medición de flujo y presión manométrica.
- oo)** Diseñar para que todo sistema de bombeo, según la fuente y número de equipos a instalar contenga en el árbol de descarga los accesorios hidráulicos mínimos requeridos para su operación, protección y control, tales como: válvulas solenoide, unión tipo dresser, válvulas de retención, válvulas anticipadoras de onda, válvulas de compuerta, válvulas inclusora-exclusora de aire, manómetros, salidas múltiples o maniful, reductores, filtros, macromedidores, tee, yee, codos, niples, etc.
- pp)** El diseño de las estructuras para líneas eléctricas primarias y secundarias en media y baja tensión debe cumplir con las estructuras estándar aprobadas por la SIGET. Los diseños de líneas eléctricas se presentarán en tantas hojas como sean necesarias.
- qq)** La simbología empleada en los planos y las especificaciones que se utilizará para la elaboración del diseño electromecánico o un proyecto de las instalaciones electromecánicas, será de acuerdo con normas ANSI, DIN, IEC y BS.

2.2. CRITERIOS PARA REVISAR LOS DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECHANICAS.

Para revisar los diseños de las obras electromecánicas en las plantas de bombeo de ANDA, en general se deben seguir los criterios siguientes:

- a)** Verificar el contenido de las especificaciones técnicas de materiales y equipos, las cuales deberán ser acordes para el proyecto electromecánico y cumplir con las especificaciones técnicas mínimas establecidas por ANDA.
- b)** Revisar el presupuesto de obra electromecánica, verificando las cantidades de obras, unidades, precios unitarios, subtotales, impuesto al valor agregado (IVA) y totales.
- c)** Analizar las condiciones de carga a instalar y para posibles cargas futuras, considerando en caso de crecimiento de carga un factor de 1.2 como mínimo.
- d)** En base al análisis de cargas, se deberá verificar la determinación del número y tamaño de los circuitos necesarios.
- e)** Combinando las cargas de cada circuito en una carga equivalente se determina los requerimientos necesarios para la alimentación general de la planta.
- f)** Analizar los diagramas de instalaciones electromecánicas e hidráulicas, verificando: la selección, ubicación, curvas características, regulación y calibración de válvulas y equipos recomendados, funcionamiento lógico de operación, los cuales deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos por ANDA.
- g)** Analizar y comprobar los cálculos realizados, sus fórmulas y factores utilizados, considerando las especificaciones técnicas de materiales y equipos electromecánicos recomendados, los cuales deben cumplir lo especificado en la presente normativa y normas Internacionales de materiales y equipos.

- h) Revisar que todos los documentos estén completos y contengan la información mínima necesaria, no se recibirán documentación incompleta y estos se devolverán inmediatamente.

2.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

- a) Los diseños preliminares y finales serán elaborados, firmados y sellados por profesionales: Ingeniero Electricista, Ingeniero Electromecánico o Ingeniero Mecánico, autorizados para tal fin. Por lo que presentaran copia de carné de autorización emitido por el ente competente (VMVDU).
- b) Todos los documentos técnicos del proyecto electromecánico tendrán que llevar la firma del profesional que los presenta, el cual será responsable del diseño y al momento de ejecutar los proyectos.
- c) Todas las instalaciones electromecánicas serán inspeccionadas por un profesional de la especialidad y los documentos y planos resultantes con sus eventuales modificaciones tendrán que ser conservados por la Gerencia respectiva de ANDA.

2.4. CONTENIDO DE LOS DISEÑOS ELECTROMECHANICOS.

Las partes componentes de los diseños electromecánicos son:

2.4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

La memoria Descriptiva contendrá como mínimo, sin limitarse a ello lo siguiente:

- a) **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**, realizar una descripción del proyecto electromecánico referente a: el concepto del proyecto propuesto o por ejecutarse, objetivo, ubicación, alcances, etc.
- b) **FACTIBILIDAD DE ENERGIA ELECTRICA**, presentar la solicitud de la factibilidad de energía eléctrica aprobada, describir punto de entronque de energía eléctrica en media y/o baja tensión, Distribuidora de Energía Eléctrica que presta el servicio en la zona, características de los parámetros eléctricos, etc.
- c) **CARACTERISTICA DE LA FUENTE**, describir el tipo de fuente, Caudal de explotación, datos de aforo, dimensiones, análisis del agua, acceso, etc.
- d) **SERVIDUMBRE**, especificar y recomendar las necesidades de servidumbre, tomando como base las distancias de planimetría eléctrica que pasa por predios privados y áreas para la planta de bombeo que son necesarias de legalizar, los tendidos eléctricos se realizarán en hombros de carreteras y caminos, solamente que estos no se puedan desarrollar se pasará sobre terrenos privados para lo cual deberá cumplir con "ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ANDA SOBRE CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DEL ANCHO DE SERVIDUMBRE PARA EL PASO DE REDES DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILADOS" VIGENTE.
- e) **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS**. Presentar las especificaciones técnicas de los materiales y equipos a utilizar en el proyecto electromecánico para compararlos con las especificaciones mínimas que requiera ANDA.
- f) **PRESUPUESTO DE OBRA**. Presentar un presupuesto de obras electromecánicas completo, incluyendo costos directos, costos indirectos, IVA, etc.

- g) PLANOS.**
Presentar dos juegos de copias (papel bond o heliográfica) y un juego por medio electrónico, tanto para los planos preliminares “como diseñados” y los planos finales “como construidos”, estos son de dos formas o tipos, de acuerdo a las especificaciones siguientes:
- h) PLANOS DE LINEAS E INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS.**
Los planos de líneas e instalaciones electromecánicas se presentaran aprobados por la empresa distribuidoras de energía eléctrica que presta el servicio en la zona del proyecto, en tal sentido deberán cumplir con los estándares de diseño de las empresas distribuidoras y normas de la SIGET, estos tipos de planos serán revisados por ANDA y contener como mínimo lo siguiente:
- i) DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DE LA PLANTA,** representar los elementos eléctricos en bloque; con su simbología, incluyendo diámetros de canalizaciones, número de conductores, calibre de conductor, protecciones, etc.; en media y baja tensión, interconectados desde la fuente de alimentación hasta el motor.
- j) DIAGRAMA UNIFILAR DE ILUMINACIÓN Y TOMAS,** representar en distribución de planta la ubicación de los elementos eléctricos con su simbología, incluyendo diámetros de canalizaciones, número de conductores, calibres y detalles necesarios para su correcta interpretación.
- k) DIAGRAMA DE PLANIMETRÍA ELÉCTRICA,** representar en distribución de planta la ubicación de las líneas eléctricas primarias y secundarias con su simbología, incluyendo postes, cables, distancias, deflexiones y detalles necesarios para su correcta interpretación. De ser necesario la línea eléctrica se diseñará aparte, en el número de hojas requerida.
- l) DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES,** representar la conexión del o los transformadores con sus niveles de voltajes primario y secundario.
- m) ESQUEMA DE UBICACIÓN,** representar el área de influencia del proyecto, con su respectivo norte magnético.
- n) CUADROS DE SIMBOLOGÍA,** representar la simbología de cada diagrama o esquema, dentro del diseño electromecánico.
- o) CUADRO DE ESTRUCTURA Y EQUIPO,** representar el número de estructura, tipo y altura de poste, códigos de estructuras, tramos de línea en media y baja tensión, calibre y longitud de conductor, número de hilos, neutro, retenidas y cantidad y capacidad de los transformadores.
- p) CUADRO DE LISTA DE MATERIALES,** presentar el listado de los materiales a utilizar para el proyecto con o sin cantidades.
- q) PLANOS HIDRÁULICOS Y DIAGRAMAS ELECTROMECHANICOS.**
Los planos hidráulicos y diagramas electromecánicos serán revisados por ANDA, en tal sentido deben cumplir con los estándares de diseño de ANDA, y contener como mínimo lo siguiente:
- r) DIAGRAMA HIDRAULICO,** representar en distribución de planta las instalaciones hidráulicas de la planta de bombeo: caseta de control, cloración, cisternas, tanques, pozos y equipos hidráulicos de control y protección en árboles de descarga de los sistemas de bombeo, etc., incluyendo válvulas, accesorios, material, diámetros, y cualquier especificación necesaria para su correcta interpretación.
- s) DETALLES,** realizar los detalles necesarios de: pozos de visitas; sello sanitario; anclajes e instalación de equipos y accesorios hidráulicos en tanques, cisternas, descarga y otros.
- t) DIAGRAMA DE FUERZA Y MEDICIÓN,** representar los elementos eléctricos en bloque, en tensiones de operación para cada motor, Interconectados desde la alimentación hasta el motor.

- u) **DIAGRAMA DE CONTROL**, representar el diagrama lógico de: arranque, paro, disparos, tiempos de retardo, etc.

2.5. MEMORIA DE CÁLCULO.

La memoria de cálculo para los diseños electromecánicos en plantas de bombeo contendrá:

2.5.1 SELECCIÓN DE LA BOMBA.

La selección adecuada de la turbina (bomba) hidráulica se hace de acuerdo a los parámetros de diseño:

- Carga dinámica total (CDT), definida por: el nivel dinámico ($d N$) distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación el equipo de bombeo, $_h$ (diferencia de nivel que se debe vencer con respecto al nivel de referencia), $f h$ (pérdidas totales por fricción).

Carga Dinámica Total

$$CDT = P.m. + N.D. + hfcs + hv + Y + \% \text{ Imprevistos}$$

P.m.: Presión Manométrica (Lectura manómetro en PSI)

P.m.: $\Delta h + hf + hfacs + Pvf$

Δh : Diferencia de Altura

hf: Pérdidas en la tubería de Impelencia

hfacs: Pérdidas en el Árbol de Descarga del Equipo de Bombeo

Pvf: Presión (PSI) en la Válvula de Flotador en el Tanque

N.D.: Nivel Dinámico del pozo

hfc: Pérdidas por fricción en la Tubería de Succión del Equipo de Bombeo

hv: Pérdidas por la carga de velocidad

Y: Diferencia de Altura desde el Nivel de Referencia y la ubicación del manómetro

% Imprevistos: Porcentaje de pérdidas por Imprevistos

- Caudal de Diseño.
- Tipo de Fuente.
- Velocidad de rotación (RPM), para seleccionar curva.
- Dimensiones de la turbina (bomba): diámetro de columna, diámetro de eje, diámetro de tazones, número de tazones, etc.
- Longitud de la tubería de succión. (Setting).
- Curva de desempeño de la turbina (bomba) con su punto de operación.
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas de ANDA, en la que respecta a materiales y equipos.

Aplicando los parámetros anteriores y dependiendo del sistema de unidades utilizado la selección adecuada de la turbina (bomba) hidráulica se hace de acuerdo con las siguientes fórmulas:

a) Sistema Internacional de Unidades (SI).

$$BHP = Q * h / 75 * \eta$$

Donde:

BHP= Potencia al eje de la turbina

Q = Capacidad de la bomba en litros/seg.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

h = Carga que debe vencer el agua en metros (CDT)
 η = Eficiencia de la turbina, tomada de la curva ó del rango de caudales

b) Sistema de Unidades Inglesas.

$$BHP = Q \cdot h / 3960 \cdot \eta$$

Donde:

BHP. = Potencia al eje de la turbina
 Q = Capacidad de la bomba en GPM.
 h = Carga que debe vencer el agua en pies (CDT).
 η = Eficiencia de la turbina, tomada de la curva ó del rango de caudales

c) Total BHP.

La potencia total necesaria de la turbina (bomba) para vencer la inercia o potencia al eje, deberá calcularse de acuerdo con la siguiente formula:

$$Total\ BHP = BHP + Pérdidas\ en\ el\ cojinete\ de\ empuje + Pérdidas\ en\ el\ eje.$$

2.5.2 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.

La selección adecuada de un motor eléctrico que generará la fuerza electromotriz, que impulsará la turbina (bomba) hidráulica se hace con las siguientes fórmulas, dependiendo del sistema de unidades utilizado.

$$Potencia\ del\ Motor = total\ BHP\ (bomba) / Motor\ Eff$$

BHP (bomba): Es la potencia al freno que demanda la bomba
Motor Eff: Es la eficiencia del motor

2.5.3 SELECCIÓN DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR

En las instalaciones eléctricas la selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores la capacidad de conducción y la caída de voltaje, estos se consideran por separados para un análisis y simultáneamente para la selección de un conductor, estos factores son:

2.5.3.1 La capacidad de conducción de corriente, (en A).

Por pruebas experimentales, se ha llegado a establecer las tablas de capacidad de conducción de corriente, para distintos conductores con distintas condiciones de instalación, desde el punto de vista del medio de canalización.

2.5.3.2 La caída de voltaje, $\Delta\theta$ (en V).

Los conductores de circuitos alimentadores, tendrán un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en salida más lejana para: potencia, calefacción, iluminación o cualquier combinación de estas cargas; y donde la caída máxima de tensión en los circuitos alimentadores y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, proveerán una eficiencia de funcionamiento razonable, y su cálculo se realiza de acuerdo con las siguientes formulas:

2.5.3.3 Corriente continua y corriente alterna monofásica (sin componente inductiva, $\cos \Phi = 1$).

- Conocida la corriente:

$$\Delta\theta = \frac{2l * I}{y * S}$$

Donde:

$\Delta\theta$ = Caída de tensión, en V.

I = Intensidad de la corriente en un conductor, en A.

l = Longitud simple del tramo de conductor a considerar, en m.

y = Conductividad en $m / \Omega mm$

S = Sección del conductor, en mm²

- Conocida la potencia:

$$\Delta\theta = \frac{2l * P}{y * S * U}$$

Donde:

$\Delta\theta$ = Caída de tensión, en V.

P = Potencia Activa

l = Longitud simple del tramo de conductor a considerar, en m.

y = Conductividad en $m / \Omega mm$

S = Sección del conductor, en mm²

U = Tensión de servicio, en V.

2.5.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MOTORES

En la instalación eléctrica de motores intervienen principalmente los siguientes cálculos:

a) Cálculo del conductor alimentador.

Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$I = 1.25 I_{pc} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal).

$\sum I_{pc}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores.

b) Protección principal del alimentador de la planta de bombeo, para uno o varios motores.

Tiene por objeto proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos.

Se debe calcular para una corriente que tome en cuenta la corriente de arranque o la corriente nominal (de plena carga) del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los otros motores de acuerdo con las siguientes fórmulas:

Conocida la corriente de arranque

$$I = I_{\text{arranque (motor mayor)}} + \sum I_{\text{pc otros motores}}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

I_{arranque} = Corriente de arranque del motor.

$\sum I_{\text{pc}}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

Conocida la corriente de plena carga.

$$I = 2.5 I_{\text{pc (motor mayor)}} + \sum I_{\text{pc (otros motores)}}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

I_{PC} = Corriente a plena carga.

$\sum I_{\text{pc}}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

c) Circuitos derivados.

Los conductores que alimentan a cada motor de la instalación reciben el nombre de circuito derivado y van desde el tablero arrancador a cada motor.

Esos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%, de manera que el calibre del conductor del circuito derivado se calcula con una corriente de:

$$I = 1.25 I_{\text{pc}}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

d) Protección del circuito derivado.

La protección del circuito derivado se hace por medio del interruptor termomagnético y se debe calcular para una corriente que puede ser la corriente de arranque o de corto circuito. El objeto de esta protección es cuidar al conductor no al motor, y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito.

Esas protecciones se calculan para una sobrecarga mínima de 60%, de manera que el interruptor termomagnético se calcula con una corriente:

$$I = 1.6 * I_{\text{pc}}$$

Donde:

I = Corriente de protección del circuito derivado.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

e) Protección del motor (ubicada dentro del gabinete del arrancador).

Tiene por objeto protegerlo contra sobrecargas; para evitar que éste se sobrecaliente, se le permite una sobrecarga del 15%, de manera que la protección del motor se selecciona para una corriente que es 15% mayor que la corriente nominal, siempre que el motor sea construido con un factor de servicio de: S.F.= 1.15.

$$I = 1.15 I_{pc}$$

Donde:

I = Corriente de protección del motor.

I_{pc} = Corriente a plena carga del motor.

2.5.5 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN.

- a) Dimensionamiento de transformadores para secundarios conectados a sistemas monofásicos.

La selección de la capacidad de un transformador requerido para alimentar una carga monofásica conectadas en su secundario, se pueden hacer sumando todas las cargas monofásicas a los voltajes que éstas sean alimentadas. La corriente de la carga se calcula dividiendo la carga total entre el voltaje.

- b) Dimensionamiento de bancos de transformadores monofásicos o transformador trifásico, con secundarios conectados en delta.

El tamaño requerido (KVA), por los transformadores monofásicos o transformador trifásico para alimentar una carga conectada en delta en su secundario se puede determinar de acuerdo al siguiente procedimiento:

El tamaño de los dos transformadores de distribución se puede determinar sumando los valores totales de carga trifásica y multiplicando por 1/3 (0.33).

El transformador trifásico, se puede dimensionar sumando todas las cargas trifásicas juntas. Los KVA calculados corresponden a la capacidad del transformador.

- c) Dimensionamiento de bancos de transformadores conectados en Delta-abierta, en el secundario. Este tipo de conexión se deberá utilizar en casos especiales donde no existan las tres fases para el suministro eléctrico y casos de emergencia cuando se daña una unidad en un banco de tres.

La capacidad del banco no es muy eficaz cuando predominan cargas trifásicas ya que la capacidad es sólo el 86.6% de la correspondiente a dos unidades que forman el banco trifásico.

El tamaño de los dos transformadores de distribución se puede encontrar sumando los valores totales de carga trifásica y multiplicándolos por 0.577.

- d) **CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES QUE CONFORMARAN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Haciendo el cálculo de potencia con la Potencia Aparente nominal de los motores y con el Factor de potencia (FP) sin haber sido corregido, tenemos:

$$S = 1.25 SN \text{ del motor mayor} + [\Sigma (SN \text{ de los demás motores})]$$

$$SN \text{ del motor} = (0.746 \times HP) / FP$$

Donde:

SN: Potencia Aparente del Motor en KVA

HP: Potencia del Motor Eléctrico

FP: Factor de potencia sin haber sido corregido

e) **CÁLCULO DE LA CORRIENTE QUE PUEDE ENTREGAR LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

La corriente trifásica que puede entregar esta subestación es:

$$I_{3\phi} = (S) / (\sqrt{3} \times V)$$

Donde:

S: Potencia Total de la Subestación en KVA

V: Voltaje en secundario: 460 voltios ó 230 voltios

($\sqrt{3}$): Es una constante

f) **CÁLCULO INTERRUPTOR PRINCIPAL QUE ALIMENTA A VARIOS MOTORES**

Conocida la corriente de que puede entregar la subestación, el cálculo de Interruptor Principal es.

$$I = 2.5 I_{3\phi}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

$I_{3\phi}$ = Corriente que puede entregar la subestación eléctrica

g) **CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA SUBESTACIÓN AL INTERRUPTOR PRINCIPAL QUE ALIMENTA A VARIOS MOTORES**

Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente formula.

$$I = 1.25 I_{pc} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal).

$\sum I_{pc}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores.

h) **PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES.**

En general, los transformadores requieren dos tipos de protecciones de sobrecorriente y de protección atmosférica, En este caso, cuando se aplica la palabra transformador, se quiere decir un transformador o un banco de dos o tres transformadores monofásicos operando como unidad trifásica.

- **Protección de sobrecorriente en el primario y secundario de transformadores.**

MÁXIMO DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE					
IMPEDANCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR	PRIMARIO		SECUNDARIO		
	MAS DE 600 V		600 V ó M E NOS		
	AJUSTE DEL INTERRUP.	CAPACIDAD DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRUP.	CAPACIDAD DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRUPTOR (CAPACIDAD DEL FUSIBLE)
No mayor del 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Mayor del 6% y no mayor del 10%	400%	200%	250%	225%	250%

• Tablas de Capacidades de Fusibles

⊕ Capacidad en Amperes de los Fusibles Comunemente Usados para Protección de Transformadores Trifásicos

Volts	220 +		440 +		550 +		2 400		4 160		6 000		6 600		13 200		22 000		33 000		44 000	
	Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes	
	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible	Carga plena	Fusible
5	13.130	—	6.560	—	2.250	—	1.203	3	0.694	3	0.481	2	0.437	2	0.218	1	—	—	—	—	—	—
7.5	19.700	—	9.850	—	7.880	—	1.810	—	1.040	—	—	—	—	—	0.330	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	2.165	5	1.249	5	0.866	3	0.787	3	0.393	1	0.240	1	0.160	1	—	—
10	26.270	—	13.130	—	10.500	—	2.405	5	1.388	5	0.962	5	0.874	3	0.437	2	0.260	1	0.170	1	—	—
15	39.410	—	19.700	—	15.750	—	3.608	10	2.082	5	1.443	5	1.312	5	0.656	3	0.390	1.5	0.260	1	—	—
22.5	—	—	—	—	—	—	5.413	15	3.123	7	2.165	5	1.968	5	0.984	3	0.590	1.5	0.390	1.5	—	—
25	65.680	—	32.840	—	26.270	—	6.014	15	3.470	7	2.405	5	2.187	5	1.093	5	0.660	2	0.440	1.5	—	—
30	—	—	—	—	—	—	7.217	15	4.164	10	2.887	7	2.624	7	1.312	5	0.790	2	0.520	1.5	—	—
37.5	98.530	—	49.260	—	39.400	—	9.021	20	5.204	15	3.608	7	2.280	7	1.640	5	0.990	3	0.660	2	—	—
45	—	—	—	—	—	—	10.825	25	6.245	15	4.330	10	3.936	10	1.968	5	1.180	3	0.790	2	0.590	1.5
50	131.370	—	65.680	—	52.550	—	12.029	30	6.940	15	4.811	10	4.374	10	2.186	5	1.310	3	0.870	2	0.660	2
75	197.060	—	98.530	—	78.820	—	18.043	40	10.409	25	7.217	15	6.560	15	3.280	7	1.970	5	1.310	3	0.990	3
100	262.740	—	131.370	—	105.100	—	24.057	50	13.879	30	9.623	20	8.748	20	4.374	10	2.630	5	1.750	5	1.310	3
112.5	—	—	—	—	—	—	27.064	65	15.614	40	10.825	25	9.841	25	4.921	10	2.960	7	1.970	5	1.480	5
150	394.110	—	197.060	—	157.650	—	36.085	85	20.818	50	14.434	30	13.122	30	6.560	15	3.940	7	2.620	5	1.970	5
200	525.490	—	262.740	—	210.190	—	48.114	100	27.758	65	19.246	40	17.496	40	8.748	20	5.250	10	3.500	7	2.630	5
225	—	—	—	—	—	—	54.128	100	31.228	65	21.615	50	19.683	40	9.841	25	5.900	10	3.940	10	2.960	7
300	788.230	—	394.110	—	315.290	—	72.171	—	41.637	80	28.868	65	26.244	50	13.122	30	7.900	15	5.250	10	3.940	10
400	—	—	525.490	—	420.390	—	96.340	—	55.580	—	—	—	—	—	17.520	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	108.256	—	62.455	100	43.302	85	39.366	85	19.682	40	11.800	20	7.870	15	5.920	10
500	—	—	656.860	—	525.490	—	120.285	—	69.395	—	48.114	100	43.740	85	21.870	50	13.100	20	8.740	15	6.600	15
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.477	100	52.488	100	26.244	50	—	—	—	—	—	—
750	—	—	985.290	—	788.230	—	—	—	—	—	72.171	—	65.610	100	32.805	65	19.700	30	13.100	20	9.850	20
1000	—	—	1313.720	—	1050.970	—	—	—	—	—	96.228	—	87.480	—	43.740	100	26.300	40	17.500	25	13.100	20
1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115.473	—	104.976	—	52.489	100	—	—	—	—	—	—

* Protegidos por tres fusibles.
 ** Si son tres transformadores monofásicos, úsense los KVA totales del banco.
 Note: La tabla indica el fusible que debe usarse con cualquier transformación a cualquier tensión dada, así por ejemplo, para un banco de tres transformadores monofásicos de 5 KVA cada uno, con + una tensión entre fases de 4 160 volts, la corriente de la línea es de 2.08 amperes y se recomienda un fusible de 5 amperes.
 La corriente de línea será la misma, ya sea que se trate de conexión delta o estrella.
 + Únicamente se indican los amperes a plena carga.

● Capacidades en Amperes de los Fusibles Comunmente Usados para Protección de Transformadores Monofásicos

Volts KVA	2400		4160		6000		6600		13200		22000		33000	
	Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes		Amperes	
	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible	Carga Plena	Fusible
1.5	0.625	3	0.360	2	0.250	1	0.277	1	0.113	1				
3	1.250	5	0.721	3	0.500	2	0.454	2	0.227	1				
5	2.083	5	1.202	5	0.833	3	0.757	3	0.378	2				
7.5	3.125	7	1.803	5	1.250	5	1.136	5	0.568	3	.23	1		
10	4.166	10	2.403	5	1.666	5	1.515	5	0.757	3	.34	1		
15	6.250	15	3.606	7	2.500	5	2.273	5	1.136	5	.46	1½	.30	1
25	10.417	25	6.010	15	4.166	10	3.788	7	1.894	5	.68	2	.46	1½
37.5	15.625	40	9.014	20	6.250	15	5.682	15	2.841	7	1.14	3	.76	2
50	20.833	50	12.019	25	8.333	20	7.576	20	3.788	10	1.7	5	1.14	3
75	31.250	65	18.029	40	12.500	25	11.364	25	5.682	15	2.27	5	1.52	5
100	41.666	85	24.038	50	16.666	40	15.152	30	7.576	20	3.41	7	2.27	5
150	62.500	100	36.058	85	25.000	50	22.727	50	11.364	25	4.55	10	3.03	7
167	59.583	---	40.144	85	27.833	65	25.303	50	12.651	30	6.82	15	4.55	10
200	83.333	---	48.077	100	33.333	85	30.303	65	15.151	30	---	---	---	---
250	104.166	---	60.096	100	41.666	85	37.879	85	18.939	40	9.10	15	6.06	15
333	138.750	---	80.048	---	55.500	100	50.454	100	25.227	50	11.4	20	7.58	15
400	166.666	---	96.154	---	66.666	---	60.606	100	30.303	65	15.2	25	10.1	20
500	208.333	---	120.192	---	83.333	---	75.758	---	37.879	85	---	---	---	---
667					111.166	---	101.060	---	50.530	100	23.0	40	51.1	25
833					138.833	---	126.212	---	63.106	100				
1000					166.666	---	151.515	---	75.757	100				

NOTA: El uso de los fusibles de la de la capacidad mínima indicada asegura la protección máxima del transformador contra fallas en el secundario próximas a él.

- **Cuchilla fusible**

La cuchilla fusible es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y como elemento de protección. El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de corriente nominal que va a circular por él.

- **Protección atmosférica del transformador**

Pararrayos. Es el dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico, deberán instalarse en el primario y secundario de la subestación eléctrica de acuerdo a su voltaje de operación, en el lado primario se ubicarán lo más cercano al transformador y en el lado secundario se podrán instalar en cada arrancadores de los motores.

2.6. MEMORIA DE CÁLCULO.

La memoria de cálculo para los diseños electromecánicos de plantas de bombeo contendrá el cálculo de los siguientes componentes:

- Turbinas o bombas con sus componentes
- Motores eléctricos
- Protección de motores eléctricos
- Conductores
- Subestaciones eléctricas
- Líneas primarias

A continuación se presentan los parámetros técnicos a considerar.

2.6.1 TURBINAS O BOMBAS CON SUS COMPONENTES

2.6.1.1 CÁLCULO DE LA CARGA DINÁMICA TOTAL (CDT).

Para un equipo de bombeo del tipo vertical la formula es la siguiente:

$$CDT = P_m + N.D. + hf_{cs} + hv + Y$$

Para un equipo de bombeo del tipo sumergible, la formula es la siguiente:

$$CDT = P_m + N.D. + hf_{cs} + Y + hv_{check}$$

La Figura No. 2-1 se presentas todas las variables que se deberán tomar en cuenta para el cálculo correcto de la Carga Dinámica Total para un equipo de bombeo del tipo vertical.

Donde:

- H = CDT : Representa a la Carga Dinámica Total
- P_m : Presión manométrica
- ND : Nivel Dinámico
- hf_{cs} : Perdidas por fricción en la columna de succión del equipo de bombeo
- hv : Perdidas por carga de velocidad
- Y : Diferencia de altura desde el Nivel de Referencia y la ubicación del manómetro
- N.R. : Nivel de Referencia
- hv_{check} : Perdidas por fricción en la válvula check vertical. (Se anexa Tabla No. 2-8)
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Además, la Presión manométrica (Pm) se define de la siguiente manera:

$$Pm = \Delta h + hf + hfac + Pvf$$

Donde:

- Δh : Diferencia de alturas entre la descarga del equipo de bombeo y la entrada del tanque de almacenamiento.
- hf : Perdidas por fricción en la línea de impelencia
- $hfac$: Perdidas por fricción en los accesorios de la línea de descarga del manifold principal o Árbol de Descarga
- Pvf : Presión en la válvula de flotador instalada en la entrada del tanque de almacenamiento

En resumen la Carga Dinámica Total (CDT) se expresa de la siguiente forma:

$$CDT = (\text{Altura geodésica entre el Nivel Dinámico y la altura de entrada de la tubería de impelencia al Tanque de almacenamiento}) + (\text{Perdidas por fricción en la columna de succión}) + (\text{Perdidas por fricción en los equipos y accesorios del manifold}) + (\text{Perdidas por fricción en la tubería de la línea de impelencia}) + (\text{Presión en la válvula de flotador del tanque}) + (\text{imprevistos})$$

En resumen se contabiliza de acuerdo con la Tabla No. 2-1 siguiente:

Ítem	Descripción		Carga Dinámica Total (CDT)	
			metros	pies
1	Nivel Dinámico	N.D.		
2	Perdidas por fricción en la columna de succión	hfcs		
3	Altura entre el N.R y el manómetro	Y		
4	Perdidas por carga de velocidad	hv		
5	Diferencia de alturas	Δh		
6	Perdidas por fricción en la línea de impelencia	hf		
7	Perdidas en los accesorios del manifold	hfac		
8	Presión en la válvula de flotador	Pvf		
9	Porcentaje de imprevistos (ítem del 5 al 8)	6%		
TOTAL de la Carga Dinámica del sistema				

Los cálculos de las variables se determinan de la siguiente manera:

- **Perdidas por fricción en la columna de succión (hfcs)**

Para un cálculo inicial se deberá asumir provisionalmente como máximo un valor de 5 pies por cada 100 pies de columna, en correspondencia con la Norma AWWA-E-101-88, Sección A.4.3.5.

Después de calcular y seleccionar el diámetro del eje y el diámetro de la columna de succión, se calculan las pérdidas por fricción en la columna de succiones reales, así:

$$hfcs = K * S$$

Donde:

K : Constante que se obtiene de las tablas de los fabricantes de turbinas (pies/100 pies de columna)
 Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

S : Setting o longitud total de la columna, en pies

Se presenta en la Tablas No. 2-2A las pérdidas por fricción en la columna de donde se obtiene la constante K, para diferentes caudales (conociendo el diámetro del eje y el diámetro de la columna de succión).

En la Tabla No. 2-2B se presentan las pérdidas por fricción en la columna de un equipo sumergible.

En la Tabla No. 2-2C se presentan pérdidas por fricción en un tipo de cabezal para equipo vertical, y en la Tabla No. 2-D se encuentran las pérdidas por fricción en cabezales de equipos sumergibles.

- **Perdidas por fricción en los accesorios de la línea de descarga del manifold o Árbol de descarga (h_{fac})**

Estas pedidas se pueden calcular por dos métodos, que son:

- ✓ Método de Longitud Equivalente
- ✓ Método de Perdidas de accesorios

Método de Longitud Equivalente

Se enumeran los componentes del manifold, el diámetro de cada elemento y el material de estos elementos; luego con estos datos se busca en tablas y se anotan en el cuadro siguiente:

Elemento	Cantidad	Longitud (metros)	Longitud (pies)	Total (metros)	Total (pies)
Válvula de compuerta					
Válvula check					
Unión tipo dresser					
Tee					
Yee					
Codos					
Reductor					
Filtro					
Macromedidor					
Tubería (niples)					
TOTAL DE LA LONGITUD EQUIVALENTE					

Con el TOTAL DE LA LONGITUD EQUIVALENTE se ingresa a la formula de HAZEN WILLIAMS para obtener el valor de las pérdidas por los accesorios en los manifold

En las Tablas Nos. 2-3A y 2-3B se presentan datos de Longitud Equivalente de accesorios, tomadas del Manual de Hidráulica.

Método de Perdidas en accesorios

Las pérdidas por cada accesorio se calculan utilizando la formula siguiente:

$$h_{fac} = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- h_{fac} : Perdidas por fricción en accesorios
- K : Coeficiente de resistencia de cada accesorio
- V^2 : Velocidad del liquido en el accesorio o tubería, en m/s
- $2g$: Valor de la aceleración de la gravedad, en m/s²

En las tablas Nos. 2-4A y 2-4B se encuentran los valores de K para diferentes accesorios, en diferentes diámetros, tomado del Manual de Hidráulica.

• **Perdidas por carga de velocidad (hv)**

Las pérdidas se calculan $h_v = \frac{v^2}{2g}$ utilizando la formula siguiente:

Y:

$$v = \frac{Q}{A} \qquad A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}$$

Donde:

- h_v : Perdida por carga de velocidad, m
- v^2 : Velocidad del agua en la succión, en m/s
- $2g$: Valor de la aceleración de la gravedad, en m/s²
- Q : Caudal medido en la bomba, m³/s
- A : Área de la tubería en la succión, m²
- \emptyset : Diámetro de la tubería en la succión, m
- π : numero "pi" 3.141592

• **Perdidas por fricción en la línea de impelencia (hf)**

Las pérdidas se calculan utilizando la formula de HAZEN WILLIAMS

$$H = L * \left(\frac{147.85 \times Q}{C \times D^{2.63}} \right)^{1.852}$$

Donde:

- H/10 : Perdidas por 100 pies de tubería (pies)
- Q : Caudal, en GPM
- C : Coeficiente de rugosidad relativa. Teniendo en cuenta el material de la tubería y el estado.
- D : Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas
- L : Longitud de la línea de impelencia

Se anexa Tabla No. 2-5 con datos de la constante “C” para diferentes tipos de materiales de tuberías de impelencia.

- **Presión en la válvula de flotador a la entrada del tanque de almacenamiento**

Se puede tomar como una presión mínima de 15 metros a La entrada Del tanque de almacenamiento

- **Perdidas por fricción en la válvula check vertical de los equipos sumergibles**

La Tabla No. 2-6 presenta datos de las perdidas por fricción de válvulas check del tipo vertical.

2.6.1.2 CÁLCULO DE LA TURBINA O BOMBA

Con los datos de Carga Dinámica Total (CDT), Caudal y velocidad de rotación, se encuentran modelos de curvas que los fabricantes ponen a disposición de los interesados. En las curvas se indican los valores de la eficiencia de la turbina.

Para la selección del mejor modelo es aquella cuyo Punto de Operación está al centro de la curva, y es mejor aun si esta a la derecha del centro (buscando altas eficiencia).

En la Figura No. 2-2 se presenta una curva de una bomba vertical con los principales datos técnicos que se analizan para la selección correcta:

Al seleccionar un modelo se deberá revisar la máxima presión que soportan los tazones de fabricación estándar (en hierro fundido ASTM A-48 Clase 30) si la presión de trabajo es mayor que la permitida por el tazón de fabricación estándar se deberá proceder de las siguientes maneras:

- Seleccionar otro modelo de turbina cuyos tazones soporten la presión de trabajo.
- Seleccionar otro material de fabricación de los tazones (por ejemplo hierro dúctil Clase 60)
- Seleccionar otra marca de turbina

Como ejemplo se muestra las presiones máximas que soportan los tazones de las bombas de fabricación estándar en la Tabla No. 2-7.

2.6.1.3 SELECCIÓN DEL EJE DE LA TURBINA

El diámetro del eje está determinado por la potencia.

Con los datos de la Carga Dinámica Total (CDT) y la eficiencia de la turbina seleccionada se determina la potencia, así:

$$BHP = \frac{Q * CDT}{3960 * \eta}$$

Donde:

BHP : Potencia al freno.

- Q : Caudal de la bomba en GPM.
- CDT : Carga que debe vencer el agua en pies
- η : Eficiencia de la turbina, tomada de la curva, ó según el rango de caudal establecido por ANDA.

Con el valor de potencia (HP) y la velocidad de rotación se consultan las tablas de los fabricantes, para ejes de bombas, fabricados de acero al carbón C-1045; en la Tabla No. 2-8 se presentan los rangos de potencia de los ejes de acuerdo a su diámetro y a la velocidad de rotación

La potencia máxima que recomienda la tabla deberá ser mucho mayor que la potencia calculada en HP anteriormente.

2.6.1.4 SELECCIÓN DE LA COLUMNA DE SUCCIÓN

Para determinar el diámetro de la columna de la succión de la bomba se debe conocer el caudal de bombeo y comparar la velocidad en diferentes diámetros, seleccionando aquella cuya velocidad sea menor de 2 m/s.

La formula a utilizar será:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q : Caudal, en m³/s

V : Velocidad del flujo, en m/s

A : Área interior de la seccion transversal de la tubería, en m².

Las velocidades en los diferentes diámetros de tubería de acero al carbón se pueden revisar en un cuadro como el que se muestra a continuación

TUBERIA	Q (m ³ /s)	Área (m ²)	VELOCIDAD	
			(m / s)	(pie / s)
DN ø" (D = xx")				
DN ø" (D = xx")				

2.6.1.5 CÁLCULO DE LA ELONGACIÓN DE EJES

Para este cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Elongación (e)} = \frac{\text{CDT} * \text{S} * \text{K} * 12}{\text{A} * 29,000,000}$$

Donde:

CDT: Carga Dinámica Total (pies)
 S : Setting o longitud total de la columna (pies)
 K : Constante de empuje de la bomba (lb/pie), de curvas
 A : Área del eje de columna de bomba (plg)²

Con el cálculo de elongación de los ejes, por las cargas hidráulicas, se logra determinar si el juego axial de la bomba es suficiente para evitar el rozamiento del impulsor en la parte de los tazones. Se calcula de la siguiente forma:

Elongación (e) <<< Juego Axial de la bomba (de tablas)

2.6.1.6 CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL DE LA BOMBA (BHP)

I) PARA EQUIPOS VERTICALES

BHP = Potencia de la bomba + Perdidas mecánicas en el eje + Perdidas mecánicas en el cojinete de empuje

II) PARA EQUIPOS SUMERGIBLES

BHP = Potencia de la bomba + Perdidas mecánicas en el cojinete de empuje + Perdidas en el cable

➤ **Calculo de la potencia de la bomba**

Se utiliza la siguiente formula:

$$P \text{ (BHP)} = \frac{Q * CDT * SP.GR}{3960 * \eta}$$

Donde:

Q : Caudal, en GPM
 CDT : Carga Dinámica Total (pies)
 SP.GR : Gravedad especifica del agua
 η : Eficiencia de la turbina, tomada de la curva

- **Perdidas mecánicas en el eje**

Se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Perdidas en eje} = \text{Keje} \frac{S}{100}$$

Donde:

Keje : Constante de perdidas, por cada 100 pes.

S : Setting o longitud total de la columna de succión, en pies

Con el diámetro del eje de la bomba y la velocidad de rotación se busca en tablas de los fabricantes, obteniéndose el valor de la constante. En la Tabla No. 2-9 se obtiene el valor de la constante:

- **Perdidas mecánicas en el cojinete de empuje**

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Perdidas en el cojinete} = 0.0075 * \frac{\text{RPM} * \text{Empuje Total}}{100 * 1000}$$

Donde:

RPM : Es la velocidad de rotación seleccionada para el equipo en estudio o en cálculos.

Para el desarrollo de la formula anterior se debe calcular inicialmente el Empuje Total, el cual está dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Empuje Total} = (K * \text{CDT} * \text{S.G.}) + (\text{Weje} * \text{Setting}) + (\text{Wimpulsor} * \text{N impulsores})$$

Clave	Descripción	Valores
K	Constante de empuje de la bomba (curvas)	
CDT	Carga Dinámica Total	
S.G.	Gravedad especifica del agua	
Weje	Peso del eje	
Setting	Longitud de la columna de ejes	
Wimpulsor	Peso de cada impulsor	
N impulsores	Cantidad de impulsores de la bomba	
EMPUJE TOTAL (Libras)		

En la Tabla No. 2-10 se presentan datos de peso y áreas de ejes de turbinas:

Para el dato de peso de los impulsores se toman de la Tabla No. 2-7 este Capitulo

Con el dato obtenido del Cálculo de la Potencia Total de la Bomba (BHP) se procede a calcular y seleccionar el motor eléctrico.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

- **Perdidas en el cable (en HP)**

Se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Perdidas en cable} = K_{\text{cable}} \frac{L_c}{100}$$

Donde:

K_{cable} : Constante de pérdidas del calibre del cable, por cada 100 pes.

L_c : Longitud total del cable, en pies

En la Tabla No. 2-11 se presentan datos para las constantes de pérdidas de los cables sumergibles.

2.7. CÁLCULO DE DISEÑO INTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTAS DE BOMBEO

2.7.1 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.

La selección adecuada de un motor eléctrico que generará la fuerza electromotriz, que impulsará la turbina (bomba) hidráulica se hace con las siguientes fórmulas, dependiendo del sistema de unidades utilizado.

$$\text{Potencia del Motor} = \text{total BHP (bomba)} / \text{Motor Eff}$$

En la instalación eléctrica de motores intervienen principalmente los siguientes Cálculos de Diseño:

2.7.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR PRINCIPAL.

Los conductores de los circuitos serán del calibre suficiente para conducir la corriente del circuito y deberán cumplir con las disposiciones de caída de voltaje y capacidad térmica. Utilizando un factor de sobre carga del 25% de la capacidad de conducción instalada.

Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente formula.

$$I = 1.25 I_{pc} (\text{motor mayor}) + \sum I_{pc} (\text{otros motores})$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal).

$\sum I_{pc}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores.

2.7.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR EN CIRCUITOS DERIVADOS.

Los conductores que alimentan a cada motor de la instalación reciben el nombre de circuito derivado y van desde el tablero arrancador a cada motor.

Esos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%, de manera que el calibre del conductor del circuito derivado se calcula con una corriente de:

$$I = 1.25 I_{pc}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

Se recomienda utilizar cables o conductores del tipo THHN calibre # _____ AWG, 90 °C, siendo su IN igual a _____ Amp, a este valor se le aplica el factor de corrección del 80 %, por más de tres conductores con corriente en un mismo ducto (de 4 a 6 conductores) es: Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado X 0.8 = _____ Amp, si a este valor le aplicamos el factor de corrección por elevación de temperatura del 96 % (31 – 35 °C), tendremos = Corriente para seleccionar el conductor

del circuito derivado X x 0.96 = _____ Amp; los conductores recomendados pueden manejar una corriente mayor que la que demandará el motor a plena carga por fase. Además, utilizar un conductor del tipo THHN calibre _____ AWG para el neutro. (CAPACIDAD MENOS QUE CABLE DE FASE)

Este valor de corriente es mayor a la corriente demanda por el motor, sin haber corregido con el factor de potencia al 95 %, por lo que es el conductor adecuado y también se utilizará este mismo calibre para alimentar al arrancador de este, desde el interruptor principal.

Los conductores alimentadores para circuitos de 120 V, deben ser como mínimo calibre No. 10, para ramales de contactos calibre No.12, alumbrado calibre No.12 y No. 14, para retornos. En todo caso dependerá de la corriente requerida.

2.7.4 CAIDA DE TENSIÓN EN CONDUCTORES ALIMENTADORES

Diseñar para que las caídas de voltaje para los conductores no excedan del 3% en los circuitos derivados de fuerza motriz (motores), en los de iluminación y tomas, y del 5% máximo en la combinación de circuitos desde la subestación (acometida principal) hasta la última carga.

Calculo de Caída de tensión del alimentador para el motor:

La caída de tensión para el cable calibre # _____, cuya sección transversal "A" es de _____ mm² y la distancia "d" estimada desde el arrancador hasta el motor 25 metros, será:

$$\text{Caída de tensión} = [(2) (I_{pc}) (d)] / [(57) (A)] \quad \gg$$

Donde:

d = Longitud del conductor

I_{pc} = Corriente que permite el cable

A = Área del conductor

2.7.5 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Las canalizaciones eléctricas deberán ser del tipo conduit, tubo de acero galvanizado de pared gruesa para las instalaciones de motores, y tubo de acero galvanizado de pared delgada, en instalaciones de

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

tablero general y arrancadores, cloruro de polivinilo (conocido como poliducto) en alumbrado para caseta de bombeo. En casos necesarios podrá usarse Ductos, que consisten de canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular, corazas flexibles; empleadas en aquellas instalaciones en que es necesario hacer curvas, ya que se adapta perfectamente a esa actividad.

Se recomienda utilizar ducto de diámetro de _____" (VER TABLA DE CONDUCTORES) ya que tiene la capacidad de almacenar _____ conductores THHN # ._____, en su interior sin exceder el 40% máximo de saturación,

2.7.6 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

Diseñar una protección principal tipo termomagnética para toda instalación electromecánica en las plantas de bombeo.

La protección del circuito derivado se hace por medio del interruptor termomagnético y se debe calcular para una corriente que puede ser la corriente de arranque o de corto circuito. El objeto de esta protección es cuidar al conductor no al motor, y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito.

Esas protecciones se calculan para una sobrecarga mínima de 60%, de manera que el interruptor termomagnético se calcula con una corriente:

$$I = 1.6 * I_{pc}$$

Donde:

I = Corriente de protección del circuito derivado.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

Se recomienda utilizar un interruptor termo magnético de _____AMP, 3 polos, con aislamiento para 600 Voltios, con rango de disparo ajustable.

2.7.7 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA DE UN MOTOR. (Ubicada dentro del gabinete del arrancador)

Tiene por objeto protegerlo contra sobrecargas; para evitar que éste se sobrecaliente, se le permite una sobrecarga del 15%, de manera que la protección del motor se selecciona para una corriente que es 15% mayor que la corriente nominal, siempre que el motor sea construido con un factor de servicio de: S.F.= 1.15.

$$I = 1.15 I_{pc}$$

Donde:

I = Corriente de protección del motor.

I_{pc} = Corriente a plena carga del motor.

Se recomienda utilizar un relee de sobre carga electrónico, ajustable y cuyo rango de operación este entre de____ a _____ amperios.

2.8. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

2.8.1. CONEXIÓN DE BANCO DE TRANSFORMADORES

La conexión Y — Δ no tiene problemas por componentes de tercera armónica en sus voltajes ya que ellas son consumidas en una corriente circulante en el devanado Δ .

Esta conexión es también más estable cuando hay cargas desbalanceadas puesto que la Δ redistribuye parcialmente cualquier desbalance que ocurra.

En todo proyecto se utilizara este arreglo en la conexión de transformadores monofásicos los cuales serán para capacidades hasta 1MVA. para proyectos mayores se consideraran transformadores trifásicos.

Por otra parte la conexión Y — Δ , tiene la ventaja relativa de que la impedancia de los tres transformadores no necesita ser la misma en esta conexión.

Esta conexión tiene la limitante que solo maneja pequeñas cargas monofásicas que es el caso de ANDA

Los bancos serán instalados en postes hasta una capacidad de 3 x50 KVA, y en plataformas hasta 3 x 167 KVA

2.8.2. CÁLCULO DE CAPACIDAD DE BANCO DE TRANSFORMADORES.

2.8.2.1. BANCOS CONECTADOS EN ESTRELLA - DELTA

En el presente documento nos referimos la utilización de cargas trifásicas, ya que las cargas monofásicas son muy pequeñas en relación a las trifásicas.

Para el cálculo de la capacidad del banco sumaremos toda la carga trifásica que en nuestro caso son motores, estas cargas las expresaremos como carga aparente en KVA para lo cual nos auxiliaremos de las siguientes formulas:

El cálculo de potencia de la Subestación Eléctrica se hace en base a la Potencia Aparente nominal de cada motor y con el Factor de Potencia sin haber sido corregido.

Para el cálculo de la potencia total de la subestación eléctrica, tenemos:

$$S = 1.25 S_N \text{ del Motor mayor} + [\Sigma (S_N \text{ de los demás motores})]$$

Donde:

S_N = Potencia Aparente de un Motor Eléctrico

S_N del motor= 0746 x HP / Factor de Potencia

HP: Potencia del motor

Factor de Potencia: No corregido (se toma 89% para cálculo de diseño)

Para conocer la capacidad de cada transformador monofásico; el resultado del total de KVA lo dividimos entre 3; y se selecciona la capacidad del transformador en KVA el próximo mayor existente en el mercado.

Si este resultado lo dividimos entre 3, obtenemos _____KVA, el transformador próximo mayor es el de _____KVA; se recomienda utilizar transformadores de _____KVA; es decir, instalar una subestación de _____KVA, compuesta por 3 transformadores monofásicos de _____ KVA, con un $V_p = 7.6/13.2$ KV y un $V_s = 240/480$ V, instalada en poste y /o plataforma según norma SIGET.

Es de hacer notar, que esta subestación podrá manejar toda la carga detallada y teniendo en cuenta que la para un futura la carga eléctrica podría aumentar se seleccionó una subestación de - _____ KVA, quedando al _____% de carga.

2.8.2.2. BANCOS CONECTADOS EN DELTA ABIERTO

Este tipo de conexión se deberá utilizar en casos especiales donde no existan las tres fases para el suministro eléctrico y casos de emergencia cuando se daña una unidad en un banco de tres. La capacidad del banco no es muy eficaz cuando predominan cargas trifásicas ya que la capacidad es sólo el 86.6% de la correspondiente a dos unidades que forman el banco trifásico.

Para el cálculo de la potencia total de la subestación eléctrica, tenemos:

$$S = 1.25 S_N \text{ del Motor mayor} + [\Sigma (S_N \text{ de los demás motores)]$$

Donde:

S_N = Potencia Aparente de un Motor Eléctrico

S_N del motor= 0746 x HP / Factor de Potencia

HP: Potencia del motor

Factor de Potencia: No corregido (se toma 89% para cálculo de diseño)

Para conocer la capacidad de cada transformador monofásico; el resultado del total de KVA lo dividimos entre 2; y se selecciona la capacidad del transformador en KVA el próximo mayor existente en el mercado

El resultado será nuestro 86.6% y por medio de una simple regla de tres encontramos la capacidad del banco

El tamaño de los dos transformadores de distribución se puede encontrar sumando los valores totales de carga trifásica y multiplicándolos por 0.577.

Para subestaciones con capacidades menores o iguales a 1000 KVA, utilizar transformadores monofásicos convencionales para formar el banco trifásico y para mayor capacidad utilizar transformadores trifásicos tipo estación bajo las normativas y estándares de SIGET.

Para montaje directo en poste considerar bancos de transformadores de capacidades menores o iguales de 3 x 50 KVA, y para mayores capacidades se podrá utilizar estructuras tipo "H" o plataformas de concreto debidamente protegidas, según los esfuerzos que generen las cargas y la capacidad de cada estructura bajo las normativas y estándares de SIGET.

2.8.3. CORRIENTE DEL BANCO DE TRANSFORMADORES

La corriente trifásica que puede entregar una subestación eléctrica es:

Para el cálculo de la corriente del banco de transformadores utilizarnos la siguiente fórmula:

$$I_{3\phi} = (S) / (\sqrt{3} \times V_s) = \frac{KVA}{\sqrt{3}VP},$$

Donde:

$I_{3\phi}$: Corriente a plena capacidad.

KVA : Capacidad del banco de transformadores en potencia aparente.

VP: tensión de servicio en Voltios en el lado PRIMARIO.

Para el cálculo del fusible multiplicaremos el valor de la corriente por 1.5 y utilizaremos el próximo valor del fusible disponible comercialmente.

2.8.4. CALIBRE DE CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA PRINCIPAL

Para el cálculo de la acometida principal tenemos.

Realizar el diseño basados en carga trifásica a instalar, en nuestro caso motores trifásicos. Generalmente para realizar un aumento de capacidad de bombeo en las estaciones tomamos en cuenta los KVA instalados, al comprobar que hay KVA de reserva se asumirá que la acometida instalada está diseñada para la capacidad instalada.

Procedemos al cálculo de la corriente a plena carga a circular por la acometida secundaria así:
La corriente trifásica que puede entregar esta subestación en el lado secundario es

$$I_{3\phi} = (S) / (\sqrt{3} \times V_s) = \frac{KVA}{\sqrt{3}VP}$$

Donde:

$I_{3\phi}$: Corriente a plena capacidad.

KVA : Capacidad del banco de transformadores en potencia aparente.

VP: tensión de servicio en Voltios en el lado SECUNDARIO.

2.8.4.1. CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE ACOMETIDA PRINCIPAL (De Subestación a Interruptor principal).

Esos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%, de manera que el calibre del conductor del circuito derivado se calcula con una corriente de:

$$I = 1.25 I_{pc}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado.

I_{pc} = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

Para determinar el calibre correcto consideraremos los siguientes aspectos:

La Temperatura: Un aumento de la temperatura disminuye la capacidad de conducción de los conductores, por lo que es necesario corregir este aspecto.

En la tabla N° 1 se ilustra la capacidad de conducción de los diferentes calibres y también se muestra el factor de corrección para diferentes temperaturas que deberemos aplicar para corregir.

Para la selección del Conductor se toma una temperatura nominal de 90° C.

TABLA N° 1

Tabla 310-6 Capacidad de conducción de corriente en amperos de conductores aislados de 0 a 2,000 V, 60°C a 90°C, Tomado del NEC.

Área de la Sección Transversal mm ² (AWG - KCM)	Temperatura Máxima de Operación					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos
	TW *, UF *	RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW*, USE*	SA, SIS, FEP*, FEPB*, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2	TW *, UF *	RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW*, USE*	SA, SIS, FEP*, FEPB*, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2
	C O B R E			ALUMINIO 6 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0,8235 (18)			14			
1,307 (16)			18			
2,082 (14)	20	20	25			
3,307 (12)	25	25	30	30	30	25
5,260 (10)	30	35	40	25	30	35
8,37 (8)	40	50	55	30	40	45
13,30 (6)	55	65	75	40	50	60
21,15 (4)	70	85	95	55	65	75
33,62 (2)	95	115	130	75	90	100
42,41 (1)	110	130	150	85	100	115
53,48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67,43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85,01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107,2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126,7 (250)	215	255	290	170	205	230
152,0 (300)	240	285	320	190	230	255
177,3 (350)	260	310	350	210	250	280
202,7 (400)	280	335	380	225	270	305
253,4 (500)	320	380	430	260	310	350
304,0 (600)	355	420	475	285	340	385
380,0 (750)	400	475	535	320	385	435
506,7 (1000)	455	545	615	375	445	500
Factores de Corrección						
Temperatura ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30°C, multiplique la capacidad de corriente de la tabla mostrada arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla.					
21 - 25	1,08	1,05	1,04	1,05	1,05	1,04
26 - 30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31 - 35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36 - 40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41 - 45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46 - 50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51 - 55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56 - 60		0,58	0,71		0,58	0,71
61 - 70		0,33	0,58		0,33	0,58
71 - 80			0,41			0,41

b) La caída de Tensión.

La caída de voltaje es como la pérdida de presión en una tubería de agua. La corriente eléctrica fluye por el conductor como el agua en una cañería y crea una pérdida. La Pérdida es consecuencia de:

- El diámetro del cable, cuanto más pequeño más pérdida.
- El largo del cable. A mayor longitud del cable mayor caída de tensión.
- El tipo de metal utilizado como conductor. A mayor resistencia del metal mayor

Pérdida. El cobre y el aluminio son los metales comúnmente utilizados como Conductor siendo el cobre el de menor resistencia. Para nuestro caso la caída de voltaje será menor a 3%

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Para determinar las perdidas en cargas trifásicas aplicamos la siguiente formula.

$$E\% = 2x\sqrt{3xLx/ S x Vf},$$

Donde

E% = Caída de voltaje en porcentaje.

L = Largo del conductor [metros]

S = Sección en [mm²].

Vf = voltaje de fase

Aplicando la formula nuestro calibre corregido por el factor de corrección de temperatura no tendrá una caída de tensión mayor a 3%.

2.8.5. CÁLCULO DE TUBERÍA CONDUIT

El numero de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que, permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo conduit o de la canalización, facilitando su alojamiento de aire necesaria para disipar el calor, se debe establecer la relación adecuada entre la sección del tubo y la de los conductores, para esto, se puede proceder en la forma siguiente:

Si A es el área interior del tubo e mm² o plg² y Ac: el área de los conductores, el factor de relleno es:

$$F = Ac/A$$

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones en tubos conduit.

53% Para un Conductor.

31% Para dos conductores.

43% Para tres Conductores.

40% Para cuatro conductores o más

Se presentan cuadro resumen de cantidad de conductores para diferentes medidas de cable en el siguiente cuadro.

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN ALOJARSE EN TUBO CONDUIT

TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG MCM	DIAMETRO NOMINAL DE TUBO (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
T, TW y THW	14*	9	16	25	45	61					
	14	8	14	22	39	54					
	12*	7	12	20	35	48	78				
	12	6	11	17	30	41	68				
	10*	5	10	15	27	37	61				
	10	4	8	13	23	32	52				
RHW y RHH (SIN CUBIERTA EXTERIOR)	8	2	4	7	13	17	28	40			
	14*	6	10	16	29	40	65				
	14	5	9	15	26	36	59				
	12*	4	8	13	24	33	54				
	12	4	7	12	21	29	47				
	10*	4	7	11	19	26	43	61			
T, TW y THW RHW y RHH (SIN CUBIERTA EXTERIOR)	10	3	6	9	17	23	38	53			
	8	1	3	5	10	13	22	32	49		
	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	
	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34
	1/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	21
	2/0	-	1	1	1	3	5	7	10	14	18
	3/0	-	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	4/0	-	-	1	1	1	3	5	7	10	13
	250	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
	300	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	350	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8
400	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7	
500	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6	

* ALAMBRES

(continuación)

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN ALOJARSE EN TUBO CONDUIT

TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG MCM	DIAMETRO NOMINAL DE TUBO (mm)									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN y THHN	14*	13	24	37	66						
	14	11	20	32	57						
	12*	10	18	28	49	67					
	12	8	15	23	42	57					
	10*	6	11	18	32	43	71				
	10	5	9	15	26	36	59				
	8	3	5	9	15	21	35	49			
	6	2	4	6	11	15	25	36	56		
	4	1	2	4	7	9	16	22	34	46	
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	42
	1/0	-	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	2/0	-	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	3/0	-	1	1	1	3	5	7	11	14	18
	4/0	-	-	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	-	-	1	1	1	3	4	7	10	12
	300	-	-	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	400	-	-	-	1	1	1	3	5	6	8
	500	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7

* ALAMBRES

2.8.6. PROTECCIÓN PRINCIPAL EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Protección principal del alimentador de la planta de bombeo, para uno o varios motores. Tiene por objeto proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos.

Se debe calcular para una capacidad que tome en cuenta la corriente de arranque o la corriente nominal (de plena carga) del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los otros motores de acuerdo con las siguientes

2.8.6.1 PROTECCIÓN PRINCIPAL DEL ALIMENTADOR DE LA PLANTA DE BOMBEO, PARA UNO O VARIOS MOTORES.

Tiene por objeto proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos.

Se debe calcular para una corriente que tome en cuenta la corriente de arranque o la corriente nominal (de plena carga) del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los otros motores de acuerdo con las siguientes formulas:

Conocida la corriente de arranque:

$$I = I_{\text{arranque (motor mayor)}} + \sum I_{\text{pc otros motores}}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

I arranque = Corriente de arranque del motor.

$\sum I_{\text{pc}}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

Conocida la corriente de plena carga.

$$I = 2.5 I_{\text{pc (motor mayor)}} + \sum I_{\text{pc (otros motores)}}$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

I PC = Corriente a plena carga.

$\sum I_{\text{pc}}$ = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

Conocida la corriente procedemos a buscar un interruptor termo magnético de valor próximo mayor disponible comercialmente.

Se recomienda utilizar un interruptor termo magnético de _____ Amp, 3 polos, con aislamiento para 600 Voltios, con rango de disparo ajustable. Instalado en un gabinete metálico NEMA I, con barras de cobre para las fases y el neutro y bornera para polarización.

2.8.6.2 PROTECCIÓN DE BANCO DE TRANSFORMADOR.

a) PROTECCIÓN DEL LADO PRIMARIO POR MEDIO DE FUSIBLES.

La protección de los transformadores se hace típicamente con fusibles, para potencia hasta de 2,5 MVA, entre 2,5 y 5 MVA con fusibles o relés de sobrecorriente; de 5 a 10 MVA, se protegen con relés de sobre corriente y/o protección diferencial simple, y para mayores de 10 MVA se usa necesariamente protección diferencial.

Fusible NEMA Tipos K y T

Son fabricados en el diseño universal cabeza de botón y están disponibles en capacidades desde 6 hasta 200 amperes para la utilización en sistemas de distribución exterior hasta de 27KV. Las capacidades de corrientes preferidas según NEMA son 6, 10, 15, 25, 40, 65, 100, 140 y 200 amperes. Las capacidades intermedias o no preferidas, son 8, 12, 20, 30, 50 y 80 amperes.

Según las normas, los fusibles NEMA están divididas en 2 tipos. El tipo " K " con características rápidas y el tipo " T " con características de retardo. Ambas laminas K y T de la misma capacidad tienen puntos idénticos de 300 y/o 600 segundos en la misma curva tiempo –corriente; así se manifiestan las mismas características de sobrecarga. Sin embargo, las curvas T – C son diferentes por de bajo de estos puntos. La lamina K actúa de forma más rápida en casos de sobrecorrientes que la lamina T del mismo tamaño. La distinción entre los dos tipos de láminas esta basada en la relación de rapidez. Entre las corrientes de fusión a 0.1 segundos y 300 segundos para las laminas con capacidades hasta 100 amperes, y a 0.1 segundos y 600 segundos para laminas con capacidades mayores a 100 amperes. Las laminas tipo K (rápidas) tienen relaciones de rapidez entre 6 y 8.1 y las laminas del tipo T (lentas) tienen relaciones de rapidez entre 10 y 13.

Fusible para transientes tipo H

Están fabricadas en el diseño universal de cabeza de botón y su capacidad es de 1, 2, 3 y 5 amperios. Han sido desarrolladas principalmente para aplicarse como fusibles primarios de transformadores pequeños. Estas láminas están diseñadas específicamente para desempeñar dos funciones:

- Garantizar el nivel de protección contra sobrecarga normalmente asociada con hilos de 1, 2, 3 y 5 amperes.
- Evitar operación innecesaria durante sobrecorrientes transitorias de corta duración asociadas con el arranque de motores y descargas atmosféricas.

Fusibles tipo dual.

Existen unos fusibles especialmente diseñados para seguir muy cercanamente la curva de seguridad del transformador, conocidos como clase dual.

Cuchilla fusible

La cuchilla fusible es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla des conectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y como elemento de protección. El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión.

Selección de capacidad de fusible.

El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de corriente nominal que va a circular por él se utilizaran para protección de bancos de transformadores fusibles K y fusibles tipo Dual.

2.8.6.3 PUESTA A TIERRA DE BANCO DE TRANSFORMADORES.

a) FUNCIONES DE UNA PUESTA ATIERRA

Entre las más importantes se tienen:

- Evitan sobre voltajes producidos por descargas atmosféricas, operación o maniobras de disyuntores.
- Proporcionar una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones.
- Proporcionar seguridad al personal de la subestación

VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RESISTENCIA DE RED DE TIERRA DE UNA SUBESTACIÓN EN FUNCIÓN DE SU CAPACIDAD.

CAPACIDAD DE LA SUBESTACION (MVA)	RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRA (OHMIOS)
≤0.05	12
0.05 - 0.1	6
0.1 - 0.5	2
0.5 - 1	1.5
1-50	1
50-100	0.5
>100	0.2

Los conductores de puesta a tierra serán de cobre, el conductor de cobre de los pararrayos será como mínimo N° 4 AWG

El conductor de línea neutro en el primario deberá estar aterrizado como mínimo cada 400 Metros.

b) ELECTRODOS DE PUESTA DE TIERRA.

El electrodo de puesta aterrizado permanentemente y adecuado para el sistema que se trate, los electrodos serán de acero galvanizado cubierta con una capa de cobre, no serán menores de 2.4 metros de longitud y 12.7 mm de diámetro, la separación no será menor que la longitud, estarán enterrados a una distancia de 15cm a 30 cm.

El conductor mínimo a considerar para puesta a tierra será de N° 4 AWG la conexión se realizara por una mordaza de bronce (grapa).

c) Cálculo de la resistencia de una varilla

La resistencia de una varilla enterrada a una profundidad Comprendida entre 0.5 y 1m, se calcula por:

$$R_v = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \left(\frac{4L}{r} \right) - 1 \right)$$

d) MALLAS EQUIPOTENCIALES

Es importante que al no lograr los valores de resistencia exigidos con los electrodos solo es factible el utilizar hasta 5 barras ya que el aumento de estas las mejoras son poco significativas, para logara mejores resultados será necesario el tratamiento de la tierra y instalar una combinación de mallas equipotenciales.

Las mallas equipotenciales nos dan una seguridad par el personal de mantenimiento y operación disminuyendo el gradiente de voltaje en la superficie a valores tolerables para nuestro caso será para valores menores a 60 Voltios.

La finalidad de las mayas es establecer una porción de la superficie del suelo con igual potencial

e) REQUISITOS DE UNA MALLA A TIERRA

Los requisitos que debe cumplir una malla de puesta a tierra son los siguientes:

- a. Debe tener una resistencia tal, que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra.
- b. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser despreciable de manera que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones.
- c. Impedancia de onda de valor bajo para fácil paso de las descargas atmosféricas.
- d. Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre sus puntos vecinos.
- e. Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo establecido de falla, (es decir disparo de respaldo), no debe haber calentamientos excesivos.
- f. Debe ser resistente a la corrosión.

FORMULAS TOMAR EN CUENTA

Tensión de paso.

$$E_p = \frac{165 + \rho_s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

E_p = Tensión de Paso Permissible en voltios.

s = Resistividad de la superficie del terreno en (Ω -m)

t = Duración máxima de falla en segundos.

f) Selección del conductor de la Malla

Para calcular la sección del conductor se aplica la siguiente ecuación:

$$A_c = I \left[\frac{33t}{\log \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)} \right]^{1/2}$$

En donde:

A_c = Sección del conductor (CM).

I = Corriente máxima de falla (Amp.)

T_m = Temperatura máxima en los nodos de la malla (450°C con soldadura y 250°C con amarre pernado.)

T_a = Temperatura ambiente (°C).

t = Tiempo máximo de despeje de la falla (seg).

Sin embargo, la sección mínima recomendable es 2/0 AWG para la malla y 5/8" para las varillas, estos valores mínimos están de acuerdo con prácticas internacionales

g) Valor de la resistencia de Puestas a Tierra.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra se puede hacer por el método de Laurent y Niemann o por método de Dwinght.

Método de Laurent y Niemann

$$R = 0.443\rho \left(\frac{1}{\sqrt{A\gamma}} + \frac{1}{L} \right)$$

Donde:

R = Resistencia en ohmios.

Aγ = Área de la malla de puesta a tierra en m²

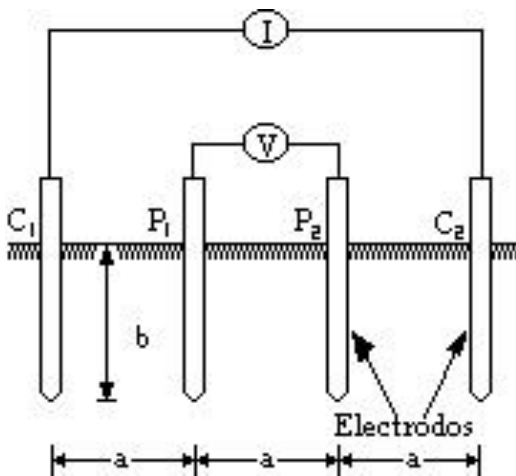
ρ = Resistividad del suelo (Ω-m)

L = Longitud total del conductor

h) Medición de resistividad del suelo.(método wenner)

Con objeto de medir la resistividad del suelo se hace necesario insertar los 4 electrodos en el suelo. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta y a una misma profundidad de penetración, las mediciones de resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno, y por el contrario no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de contacto que se haga con la tierra.

Se realizaran varias medidas a distintas separaciones y profundidades



$$\rho := \frac{4 \pi \cdot A \cdot R}{\left[1 + \frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right] - \frac{2 \cdot A}{(4A^2 + 4B^2)^{0.5}}}$$

Donde: ρ = resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m

A = distancia entre electrodos en metros.

B = Profundidad de enterrado de los electrodos en metros.

Lectura del termómetro en ohm.

2.9. LÍNEAS ELÉCTRICAS

En el presente documento en lo referente al diseño de líneas eléctrica se tomara como base de diseños los “Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica”, normativa de SIGET.

En dicho documento ya se tienen diseñadas las estructuras distancia de vanos y normalizados los materiales a utilizar en el presente documento citaremos alguna información relevante pues para realizar un diseño de líneas se tendrá como documentos los siguientes documentos de SIGET:
 “Normas técnicas de diseño seguridad y Operaciones de las instalaciones de distribución eléctrica”
 “Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica”

También será de consultara :
 ANSI . Instituto Nacional Americano de Normas)

NESC. Código Nacional Eléctrico de Seguridad, de Los Estados Unidos de Norte América)
 NEC: Código Eléctrico Nacional.

IEEE : Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos

2.9.1 VANOS LINEAS ELÉCTRICAS

La distancia entre dos puntos de soporte adyacentes de una misma línea se conoce como vano. En zonas urbanas se consideran hasta 60 metros como máximo y un mínimo de 40 metros; para baja tensión la longitud de los vanos será de 30 metros hasta un máximo de 50 metros.

2.9.2 ESTRUCTURAS PARA LÍNEAS AÉREAS.

El diseño de las estructuras se interviene el peso del conductor, la temperatura, la velocidad del viento la distancia de los vanos, la topografía del lugar; en el caso de ANDA se aplicaran los diseños sugeridos por los “Estándares de Construcción de Líneas Aéreas de Distribución de Energía Eléctrica “para 46KV, 23KV,13 kV de La SIGET.

Se utilizaran los diseños para utilización de abrazaderas, respetando los ángulos máximos, y la distancia máxima de los vanos .En las estructuras presentadas para las diferentes aplicaciones serán validas par uno. dos y tres hilos conductores ,se respectara el Angulo máximo de diseño pues es fundamental para un buen equilibrio de las fuerzas que interviene en las estructuras

2.9.3 DISTANCIAS LÍNEAS ELÉCTRICAS.

Las distancias eléctricas citamos cuadros resumen tomados de: “Normas Técnicas DE Diseño, Seguridad y Operación De Las Instalaciones de Distribución Eléctrica”, de SIGET se refieren a distancias mínimas de seguridad en los casos más comunes de líneas aéreas, se pretende limitar el contacto de personas con los circuitos o equipos; Impedir que las líneas entren en contacto con otros circuitos de la propiedad pública o privada.

Las distancias que se ilustraran podaran variar por condiciones como cultivos y normas propias de las distribuidoras quienes son responsabilidad de la operatividad y calidad de servicio eléctrico.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD VERTICALES ENTRE CONDUCTORES Y CABLES SOPORTADOS POR DIFERENTES ESTRUCTURAS

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores de Neutro que cumplen con el Art. 16 numeral 16.5 literal A, retenidas aéreas (metros)	Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación (metros)	Conductores suministradores en línea abierta entre 0 y 750 V. (metros)	Conductores suministradores en línea abierta entre 750 V y 22 kV. (metros)
Conductores de Neutro que cumplen con Art. 16 Numeral 16.5 literal A, retenidas aéreas	0.60 (1)	0.60 (1)	0.60	0.60
Cables y conductores, mensajeros, retenidas de comunicación	-----	0.60 (1)	1.20	1.50
Conductores suministradores en línea abierta entre 0 y 750 V.	-----	-----	0.60	1.20
Conductores suministradores en línea abierta entre 750 V y 22 kV	-----	-----	-----	1.20

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- (1) *La distancia puede ser reducida cuando ambas retenidas estén eléctricamente interconectadas.*
- (2) *Las Tensiones son de Fase a Tierra para circuitos efectivamente aterrizados*
- (3) *Las normas de la distribuidora a la que se conecte las líneas deberán tomarse en cuenta para los diseños particulares.*

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES Y CABLES A EDIFICIOS, ANUNCIOS, ROTULOS, CHIMENEAS, ANTENAS DE RADIO Y TELEVISION Y OTRAS INSTALACIONES

Conductor o cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento. (Metros)
Conductores de suministro en línea abierta de 0 a 750 V	1.1
Cables que cumplen con Art. 16, numeral 16.3.A, mayor de 750 V	1.7
Cable que cumple con Art. 16, numeral 16.3.C, mayor de 750 V	1.7
Conductores de suministro de línea abierta con tensiones superiores a 750 V y hasta 22 kV	2.3

TABLA N° 8

DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE CONDUCTORES EN SUS SOPORTES FIJOS, DEL MISMO O DE DIFERENTE

CIRCUITO DE ACUERDO CON SU FLECHA

Tensión nominal entre fases KV	S en m (Fórmula 1)					S en m (Fórmula 2)				
	Para flecha "f" en m de:					Para flecha "f" en m de:				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
13.2	0.50	0.71	0.86	0.99	1.10	0.47	0.55	0.62	0.68	0.74
23	0.58	0.78	0.94	1.06	1.17	0.54	0.63	0.70	0.76	0.81
34.5	0.67	0.87	1.02	1.15	1.26	0.63	0.71	0.78	0.84	0.90
46	0.75	0.96	1.11	1.24	1.35	0.72	0.80	0.87	0.93	0.99

DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN SUS SOPORTES

CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES INFERIORES	CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES SUPERIORES			
	Cables de suministro que cumplen con el Art. 16 numeral 16.3 literales A, B y C conductores de neutro que cumplen con Art. 16 numeral 16.5.A (m)	CONDUCTORES DE SUMINISTRO ABIERTOS		
		De 0 A 8.7 kV (m)	Mas de 8.7 a 50 kV	
		MISMA EMPRESA (m)	DIFERENTE EMPRESA (m)	
De comunicación, en general	1.00	1.00	1.00	1.00 + 0.01 por kV en exceso de 8.7 kV
Eléctricos con tensión entre conductores de:				
Hasta 750 V	0.41	0.41 (1)	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 750 V a 8.7 kV		0.41 (1)	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 8.7 kV a 22 kV Trabajos en línea viva			0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	1.0 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Trabajos en línea muerta				0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Mas de 22 kV sin exceder 50 kV			0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV	0.41 + 0.01 por kV sobre 8.7 kV

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

(1) Cuando los conductores son operados por empresas diferentes, una distancia vertical no menor de 1.00 m es recomendada

ESPACIAMIENTO VERTICAL MINIMO ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN BASTIDORES VERTICALES

LONGITUD DEL VANO	ESPACIAMIENTO VERTICAL MINIMO ENTRE CONDUCTORES
M	m.
Hasta 45	0.10
De 45 a 60	0.15
De 60 a 75	0.20
De 75 a 90	0.30

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo 0.10 m en cualquier caso.

2.9.4 AISLAMIENTO

Los aisladores que se utilizaran en las líneas aéreas están normados por SIGET, sin embargo no se está tomando en cuenta la intensidad de descargas atmosféricas, si las descargas afectan grandemente las líneas en la zona a construir se deberá tomar en cuenta normativas como la IEEE 410 que es una Guía para mejorar el rendimiento de líneas eléctricas aéreas de distribución de energía antelas descargas atmosféricas.

Cuadro Resumen de Aisladores A utilizar.

AISLADORES TÍPICOS A UTILIZARSE POR VOLTAJE TÍPICO DE APLICACION				
CLASE ANSI CORRESPONDIENTE				
VOLTAJE NOMINAL ENTRE FASES kV	CLASE ANSI	TENSION DE FLAMEO EN SECO Kv	TIPO DE AISLADOR	NUMERO DE AISLADORES A UTILIZAR
4.16	52-1	60	Suspensión	1
4.16	55-1	35	Espiga	
13.2	52-1	60	Suspensión	2
13.2	55-4	70	Espiga	
24.9	52-4	80	Suspensión	2
24.9	56-1	95	Espiga	
24.9	57-1	80	Poste	
34.5	52-4	80	Suspensión	3
34.5	56-3	125	Espiga	
34.5	57-2	110	Poste	
46	52-4	80	Suspensión	4
46	56-4	140	Espiga	
46	57-3	125	Poste	

A continuación se detallan notas que amplían el contenido de la Tabla anterior:

- Los aisladores deberán cumplir con la Norma ANSI C29

2.9.5 CONDUCTORES.

Para los proyectos, se utilizara cable desnudo ASCR N° 2 como mínimo, se presenta cuadro resumen de SIGET, donde la temperatura que se ha tomado en cuenta es de 75°C, operando a un régimen de carga constante.

En los empalmes se utilizarán manguitos a compresión, que presenten una resistencia mecánica a la tracción no menor al 90% de la carga de rotura del conductor, y de conductividad adecuada.

CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE, ACSR Y ALUMINIO

CALIBRE AWG ó MCM	COBRE (*) Amperios	ACSR Amperios	ALUMINIO Amperios	CALIBRE AWG ó MCM	COBRE (*) Amperios	ACSR Amperios	ALUMINIO Amperios
8	90	-	-	397.5.4	-	560	555
6	120	100	100	477.0	-	630	620
4	170	130	130	636.0	-	770	750
2	220	180	180	750.0	-	-	830
1/0	310	230	235	795.0	-	875	860
2/0	360	270	275	954.0	-	980	970
3/0	420	300	315	1113.0	-	1070	1070
4/0	480	350	370	1351.0	-	1210	1210
266.8	-	440	430	1510.5	-	1300	1290
336.4	-	510	500	1590.0	-	1370	1330

CARGAS MECÁNICAS

Presión del viento: La presión del viento sobre superficies cilíndricas se calculara por medio de la siguiente fórmula:

$$P = 0.00482 V^2$$

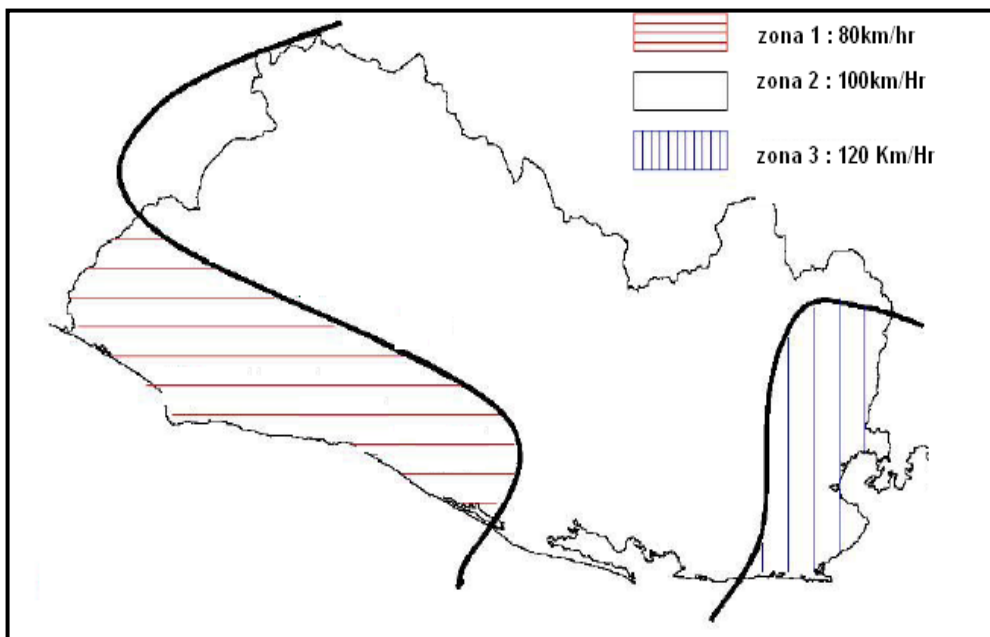
Donde "P" es la presión de viento, en kilogramos por metro cuadrado del área proyectada y "V" es la velocidad del viento de diseño en kilómetros por hora.

La Siguiete Tabla nos muestra los valores de presión de viento que resultante al aplicando la fórmula, con los valores de velocidad de viento de diseño.

PRESIONES DE VIENTO MINIMOS PARA LAS DIFERENTES ZONAS DE CARGA MECANICA		
ZONA DE CARGA MECANICA	VELOCIDAD DE VIENTO DE DISEÑO	PRESION DEL VIENTO SOBRE SUPERFICIES CILINDRICAS
	Km/h	Kg/m ²
1	80	31
2	100	48
3	120	69

Zonas de velocidad del viento que se tomarán en cuenta para el diseño de líneas aéreas.

Máxima intensidad de viento y zonas de carga en El Salvador



2.9.6 ANCLAS Y RETENIDAS

Las Retenidas y anclas, son elementos estructurales, utilizados para compensar esfuerzos que tienden a desviar el poste de su posición vertical y absorber cargas adicionales ocasionadas por vientos, árboles que caen sobre las líneas, etc. Su diseño y construcción debe por lo tanto obedecer a las condiciones definidas por el trazo de la línea, sus vanos, el tipo de suelo, por el tipo de suelo se deberá tomar en cuenta el área de la ancla, diámetro de la barra, Se presenta cuadros resumen extraídos de normativas de SIGET

CLASIFICACION DE SUELOS	
CLASE DE SUELO	DESCRIPCION
2	ROCA LAMINADA O SEDIMENTARIA
3	MEZCLAS DE ARCILLA Y PIEDRA
4	GRAVA COMPACTA CON ARCILLA
5	ARCILLA FIRME, GRAVA Y ARENA, TIERRA BLANCA
6	ARCILLA PLASTICA, ARENA GRUESA SUELTA
7	RELLENOS NO COMPACTADOS, ARENA, CENIZA

AREA DEL ANCLA SEGÚN TIPO DE SUELO							
AREA DEL ANCLA Cm ²	DIAMETRO DE AGUJERO Cm	DIAMETRO DE BARRA cm	RESISTENCIA A SOPORTAR Kg				
			Suelo clase 3	Suelo clase 4	Suelo clase 5	Suelo clase 6	Suelo clase 7
			452	20	1.6 a 2.0	7257	6350
742	25	1.6 a 2.0	11113	9299	7711	6350	4082
968	40	1.6 a 2.0	12000	10125	8325	6525	4275
1612	50	1.6 a 2.0	15300	13000	10800	8550	6300
2580	61	2.54	20250	16650	13500	10575	8100
2580	61	2.0	20250	16650	13500	10575	8100

2.9.7 HERRAJES

Los herrajes a utilizar serán de acero galvanizado, estarán contruidos bajo las normas: ASTM A36/A 36M-89 Y ASTM A 153-82.

Los cruceros angulares de acero estructural galvanizado en caliente según las normas ASTM A36/A 36M-89 Y ASTM A 153-82. Con un momento resistivo de 6061 N-m.

Las barras de anclaje de acero galvanizado, con ojo par dos cables serán de acuerdo a las normas ANSI C135.2.1987.estas serán de 5/8" o 3/4" con largo de 6,7 y 8 pies.

2.9.8 ENTERRAMIENTO DE POSTES

La profundidad a la cual se deben enterrar los postes se regirá por la siguiente

Fórmula: Profundidad de enterramiento = $0.1 H + 0.6$ (metros)

Donde H es la longitud del poste en metros.

En terrenos pendientes, la profundidad de enterramiento se debe medir desde el lado inferior de la excavación.

Cuando el terreno es blando, especialmente arenoso o pantanoso, el material de relleno no puede ser de esta misma clase.

Cuando se trabaja en casco urbano, se debe garantizar el mismo acabado que tienen las calles y andenes antes de la excavación.

El diámetro del hueco debe ser 20cm mayor que el de la base del poste.

Concreteado de postes

En terrenos inestables como es el caso de zonas inundables, áreas de cultivo y terrenos arenosos, los postes se deben estabilizar mediante un anillo de concreto centrado, que se extienda 20cm alrededor del poste, medidos desde la cara de éste y a 50cm de profundidad a partir de la línea tierra –aire como se ilustra en la Figura 1. En terrenos pendientes esta línea la determina el lado inferior de la excavación.

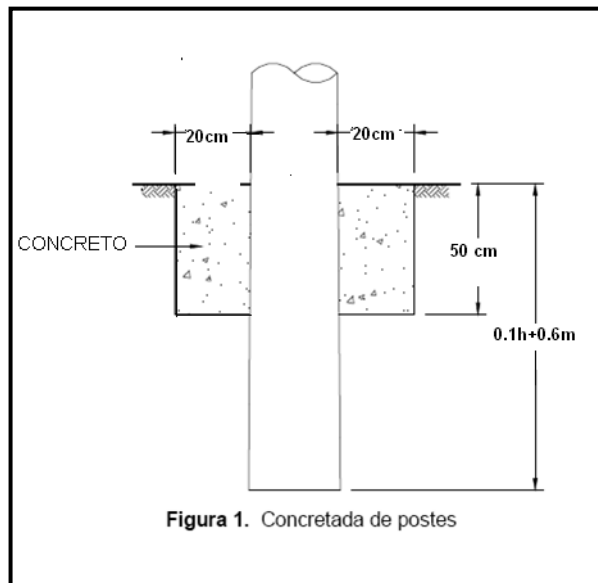


Figura 1. Concretada de postes

2.10. LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO

Los planos topográficos serán dibujados en Autocad, el archivo digital deberá de contener todos los elementos bajados de la Estación total, con toda su información de la base de datos: identificación, elevación, descripción y toda la información asignada en el levantamiento realizado en estación total. Todos los elementos de trabajo tales como superficies, puntos, perfiles, alineamientos y demás elementos estarán activos, editables, exportables y las impresiones ordenadas en su layout correspondiente en su correcta escala.

Los dibujos estarán en escala natural de autocad 1:1000, de donde se llevarán a su layout correspondiente a la escala correspondiente.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Los planos topográficos serán dibujados en hojas estandarizadas de 914 mm de largo por 914 mm. de ancho, en layouts de autocad. Dependiendo de su tamaño podrá ser de 914 x 600 mm. En casos excepcionales podrá tener mayor tamaño con previa autorización del supervisor y justificación del caso. En la esquina superior derecha del plano será dibujado un cuadro de 10 x 10 cms. con el croquis de ubicación de la zona del Proyecto.

Los planos que deberán presentarse contendrán:

- a) Planimetría del conjunto de las obras contempladas en el proyecto, incluyendo los datos básicos del mismo.
- b) Planimetría de los terrenos y servidumbres legales a adquirir, incluyendo las descripciones correspondientes para fines de compra e inscripción en el Registro de Propiedad.
- c) Planos con los diseños de las instalaciones electromecánicas de las plantas de bombeo.
- d) Planos con los diseños de las líneas eléctricas trifásicas, 4 hilos y construcción de subestaciones, en tantas hojas como sean requeridas por el proyecto.

La línea eléctrica iniciará frente al punto de entrega proporcionado por la Compañía Distribuidora de energía eléctrica, para lo cual debe anexar la documentación que respalden el punto de entrega.

El Diseño de las líneas eléctricas se debe apegar a las nuevas normas establecidas por la SIGET, además deberá atender los requisitos mínimos indicados por la Compañía Distribuidora de energía.

Todos los planos deberán estar firmados y sellados por el profesional que los diseñó, para lo cual deben contar con el registro en el Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU).

Deberán contener:

- a) Norte
- b) Membrete y marco
- c) Esquema de ubicación
- d) Delimitación de calles con su nombre
- e) Casas
- f) Colindantes
- g) Plantas de Bombeo, rebombeo, pozos de agua potable, Cajas de válvulas, tuberías existentes con su material y diámetro.
- h) Ríos detallando su nombre y dirección de flujo.
- i) Taludes, árboles, postes indicando de que tipo: de teléfono, eléctrico etc.
- j) Cercas de alambre o del material que corresponda.
- k) Portones de acceso.
- l) Válvulas, Bombas, y demás accesorios
- m) Tramos de calle concretados, empedrados, badenes, muros,
- n) Niveles en estructuras importantes.

Consideraciones especiales:

- a) Las letras no deberán de medir menos de 2 mm en la escala 1:1000
- b) Diferenciar espesores de líneas de acuerdo a layers.
- c) En perfiles de agua potable tendrá: Piezométrica, longitudes de tubería, Válvulas de purgas de aire y purgas de lodos, estaciones, niveles
- d) La planimetría deberá corresponder al perfil ya sea de Agua Potable o de Aguas Negras

Figura No. 2-1

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESQUEMA PARA EL CÁLCULO DE LA CDT DE UN EQUIPO DE BOMBEO INSTALADO EN POZO

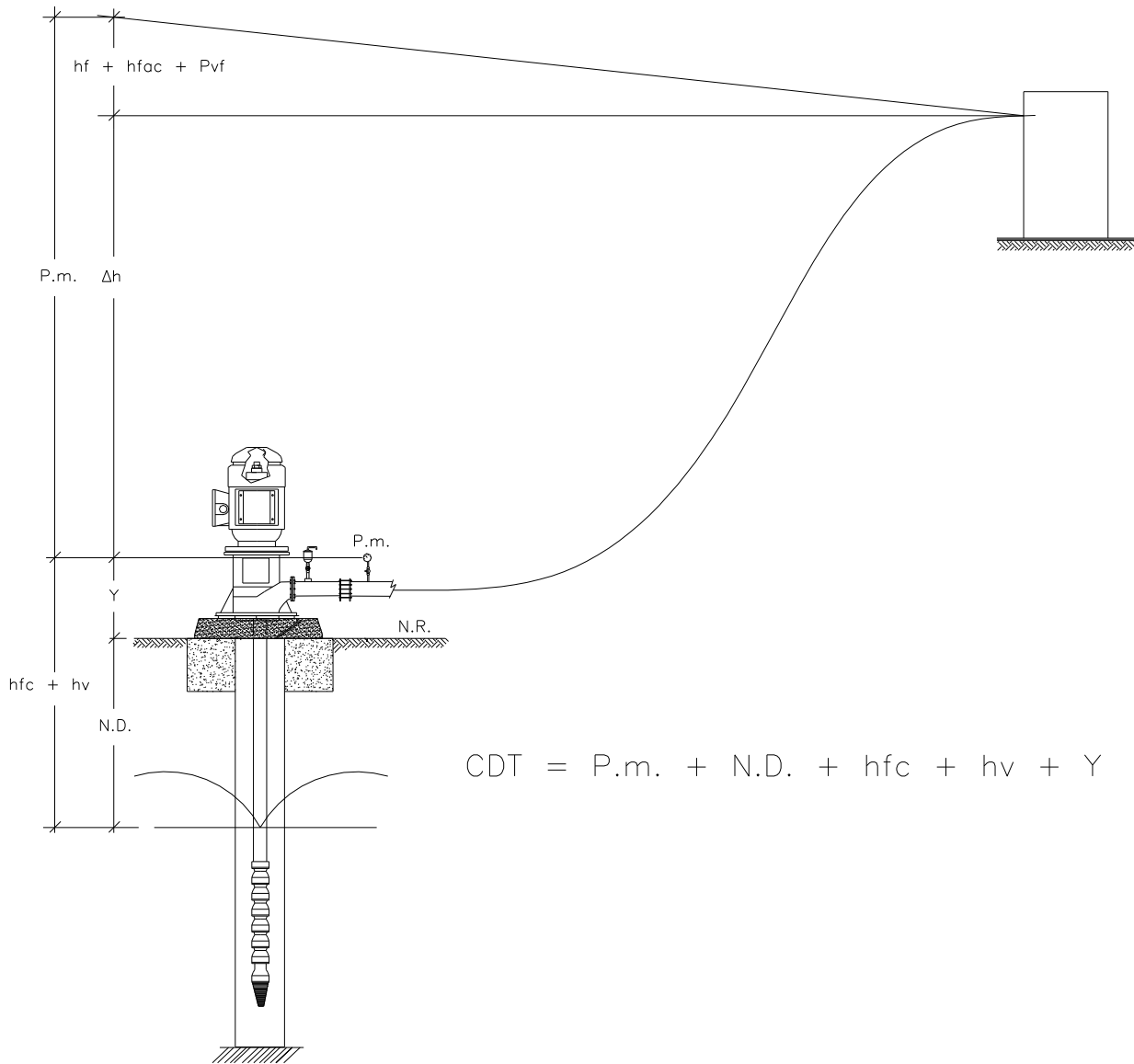


Figura No. 2-2

CURVA CARACTERISTICA DE TURBINA CON INFORMACION TECNICA

9/1/01

VI-43

NUMBER OF STAGES	EFFICIENCY CHANGE (NO. OF POINTS)
1	-3
2	-2
3	-0

HORSEPOWER WILL BE AFFECTED BY CHANGE IN EFFICIENCY

PUMP DATA

Shaft Dia.(IN)	1 1/2
Maximum Sphere (IN)	9/16
Maximum Head (FT)*	808
Min. Submergence (IN)**	18
Impeller Weight (LBS)	10
Thrust Constant (K)	8
Thrust Bal Const. (K)	2.5
Bowl O.D.(IN.)	9 13/16
Bowl Height (IN.)	8 1/2
Bell DIA. (T) (IN.)	9 3/8
Strainer height (IN.)	8 7/8
Impeller C-line(X)(IN.)	6 1/2
Eye Area (IN ²)	15

NOTES

Performance indicated based on cold water with specific gravity of 1.0.

* Standard Construction.

** Minimum submergence over lip of bell to prevent vortexing.

Efficiency improvements are available in certain instances. Please contact the factory.

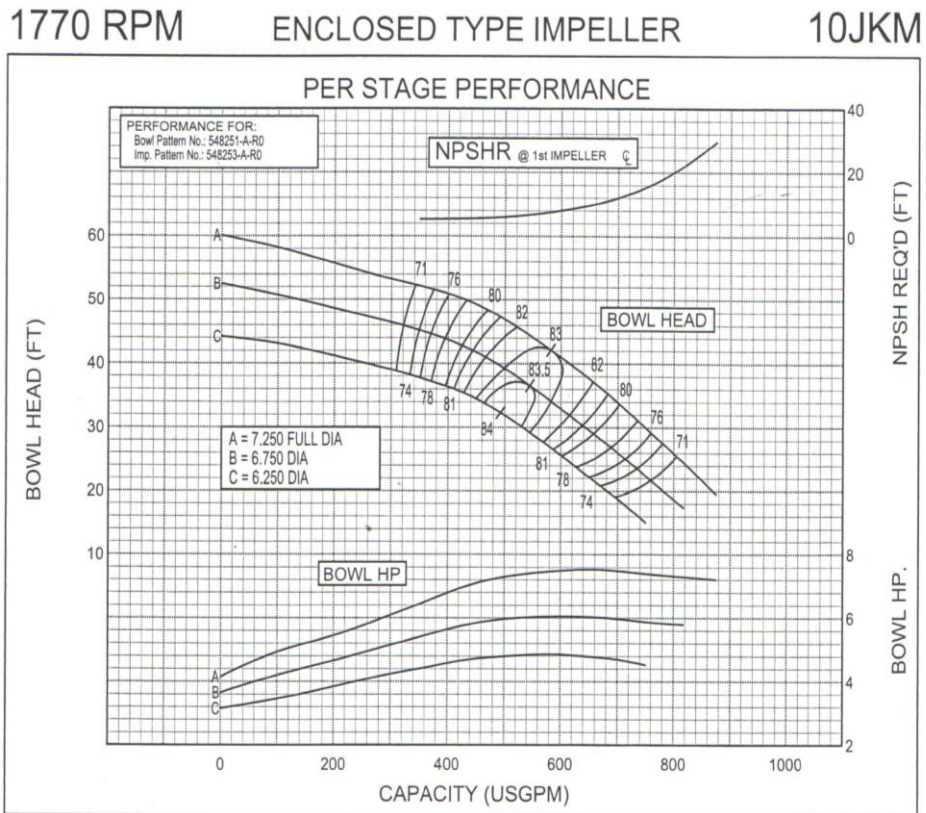


Tabla No. 2-2A

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA COLUMNA DE SUCCIÓN PARA EQUIPO VERTICAL

2 9/1/01

IV-31

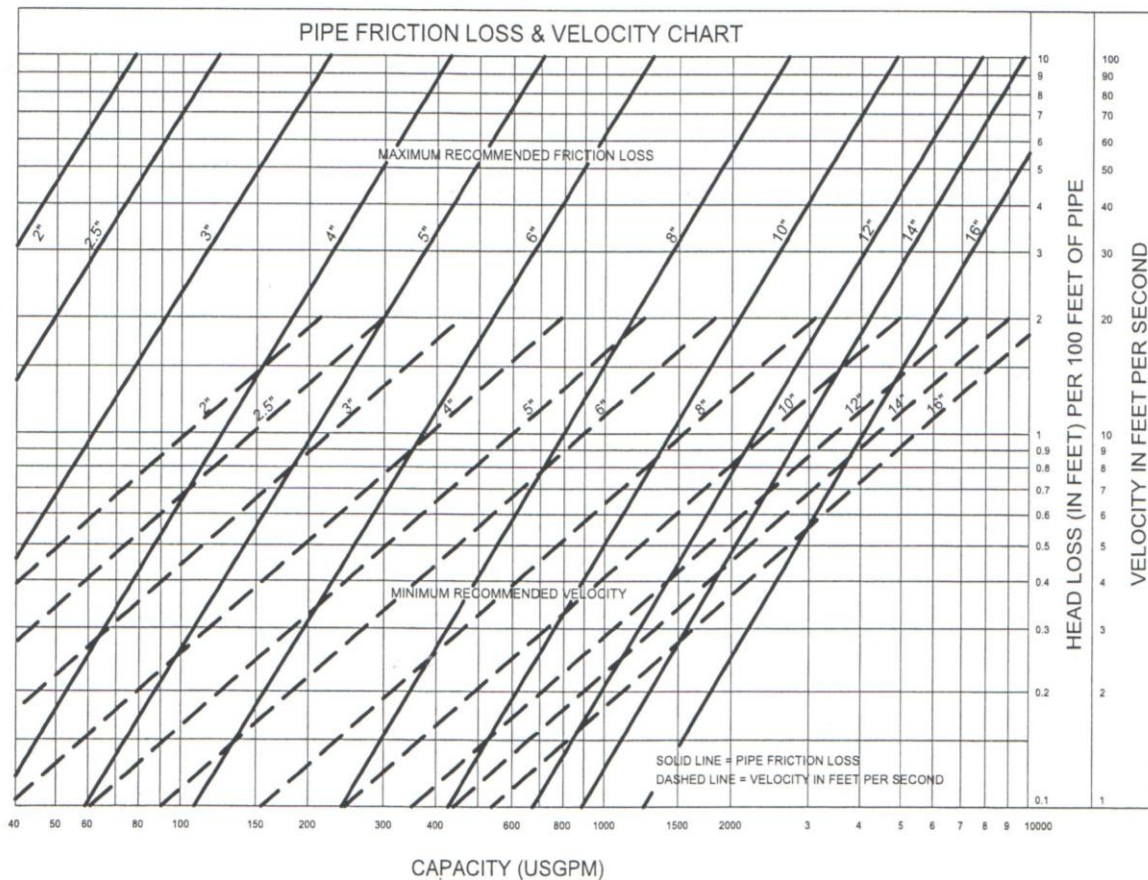
COLUMN FRICTION LOSS
2 1/2" THROUGH 12" COLUMN SIZE
Friction Loss (Ft.) Per 100' of Column
(Open or Enclosed Line Shaft Design)

GPM	COLUMN AND SHAFT SIZE (Inches)																									
	2 1/2		3		4		5		6			8			10			12								
	3/4	3/4	3/4	1	1 1/4	3/4	1	1 1/4	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1	1 1/4	1 1/2	1 5/16	1 1/4	1 1/2	1 5/16	2 1/4	1 1/4	1 1/2	1 5/16	2 1/4	2 7/16	
10	1.2																									
15	2.0																									
20	2.8	1.0																								
25	3.5	1.4																								
30	4.2	1.9																								
40	5.4	3.1		.6	1.2																					
50	6.6	4.5	.7	.9	1.7																					
60	9.0	6.1	.9	1.2	2.3																					
70		8.5	1.2	1.6	2.9																					
80		9.9	1.5	1.9	3.7																					
90		12.0	1.8	2.4	4.4																					
100		14.0	2.2	2.8	5.3	.6	.7	1.0																		
125			3.2	4.2	7.8	.8	.9	1.4																		
150			4.4	5.8		1.2	1.3	1.9																		
175			5.8	7.5		1.6	1.7	2.5																		
200			7.3			2.0	2.2	3.1	.8	.7	1.0	1.4														
225						2.9	2.8	3.9	1.0	.9	1.2	1.7														
250						3.1	3.3	4.7	1.1	1.1	1.4	2.0														
275						3.7	3.9	5.6	1.3	1.3	1.7	2.4														
300						4.3	4.6	6.4	1.6	1.5	2.0	2.8														
325						5.0	5.4	7.4	1.8	1.7	2.3	3.2														
350						5.8	6.2	8.4	2.0	2.0	2.6	3.6														
375						6.6	7.0		2.3	2.2	2.9	4.1														
400						7.4	7.9		2.9	2.5	3.3	4.6	.6	.7	1.0											
450						9.3			3.5	3.1	4.1	5.7	.8	.9	1.3											
500									4.2	3.7	5.0	6.9	1.0	1.1	1.5											
550									4.9	4.4	5.8		1.1	1.2	1.3	1.8										
600									5.7	5.2	6.8		1.3	1.4	1.5	2.1										
650									6.6	6.0			1.5	1.6	1.8	2.5										
700									7.5				1.7	1.9	2.0	2.8										
750													2.0	2.1	2.3	3.2										
800													2.2	2.4	2.6	3.6	.6	.7	.8	1.0						
850													2.5	2.7	2.9	4.0	.7	.8	.9	1.1						
900													2.8	3.0	3.2	4.5	.8	.8	1.0	1.2						
950													3.1	3.3	3.6	4.9	.9	.9	1.1	1.3						
1000													3.4	3.6	3.9	5.4	1.0	1.0	1.2	1.4	.4	.4	.4	.5		
1200													4.8	5.1	5.6	7.6	1.3	1.4	1.7	2.0	.6	.6	.6	.7		
1400													6.4	6.8	7.4	10.0	1.8	1.9	2.2	2.7	.7	.8	.8	1.0	1.2	
1600													8.3	8.8	9.5		2.3	2.4	2.8	3.4	.9	1.0	1.1	1.2	1.4	
1800													10.3	11.0	11.9		2.9	3.0	3.5	4.3	1.2	1.2	1.3	1.5	1.8	
2000													12.6				3.5	3.7	4.3	5.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2.1	
2200													15.1				4.2	4.4	5.1	6.1	1.7	1.8	1.9	2.1	2.5	
2400																	4.9	5.2	6.0	7.2	2.0	2.1	2.3	2.5	3.0	
2600																	5.7	6.1	7.0	8.2	2.3	2.5	2.6	2.9	3.5	
2800																	6.6	7.0	8.0	9.6	2.7	2.8	3.0	3.3	4.0	
3000																	7.5	7.9	9.1	10.0	3.1	3.2	3.4	3.8	4.5	
3200																					3.5	3.6	3.9	4.3	5.1	
3400																					3.9	4.1	4.3	4.8	5.7	
3600																					4.3	4.5	4.8	5.3	6.4	
3800																					4.8	5.0	5.3	5.9	7.1	
4000																					5.3	5.5	5.9	6.4	7.8	
4200																					5.8	6.0	6.4	7.1	8.8	
4400																					6.3	6.6	7.0	7.7	9.9	
4600																					6.8	7.2	7.6	8.4		
4800																					7.4	7.8	8.3	9.0		

NOTE: ANSI/AWWA dictates a maximum friction loss of 5 feet per 100 feet of column.

Tabla No. 2-2B

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA COLUMNA DE SUCCIÓN PARA EQUIPO SUMERGIBLE



Above chart indicates average values for standard weight steel pipe. Hazen and Williams roughness constant (C) = 140

Tabla No. 2-2C

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN CABEZAL DE DESCARGA (EQUIPO VERTICAL)

DISHARGE HEAD LOSSES

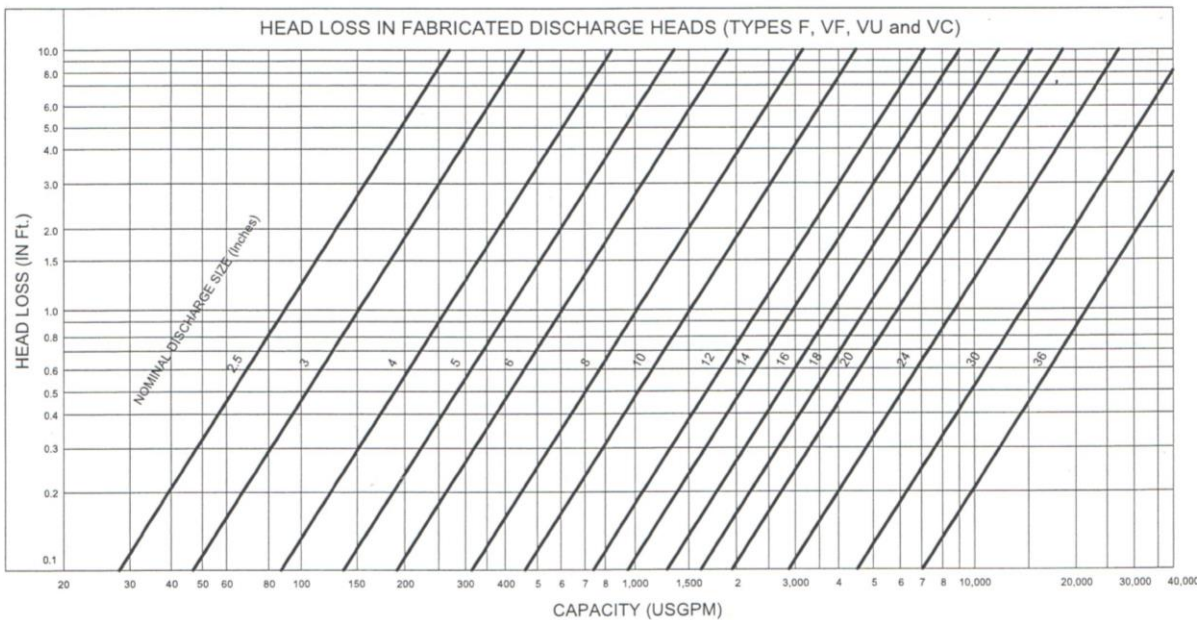
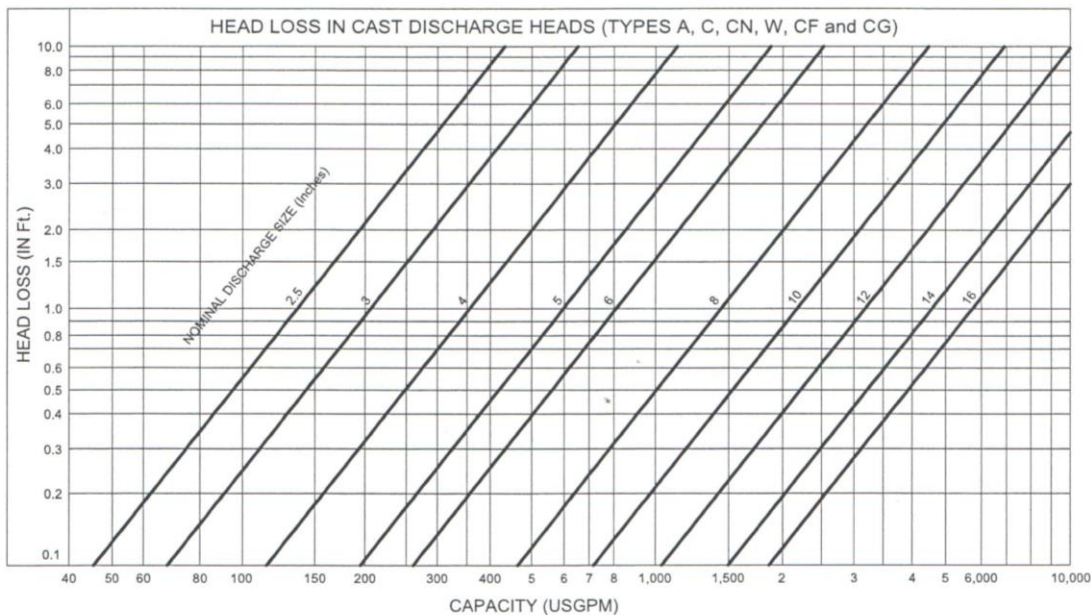
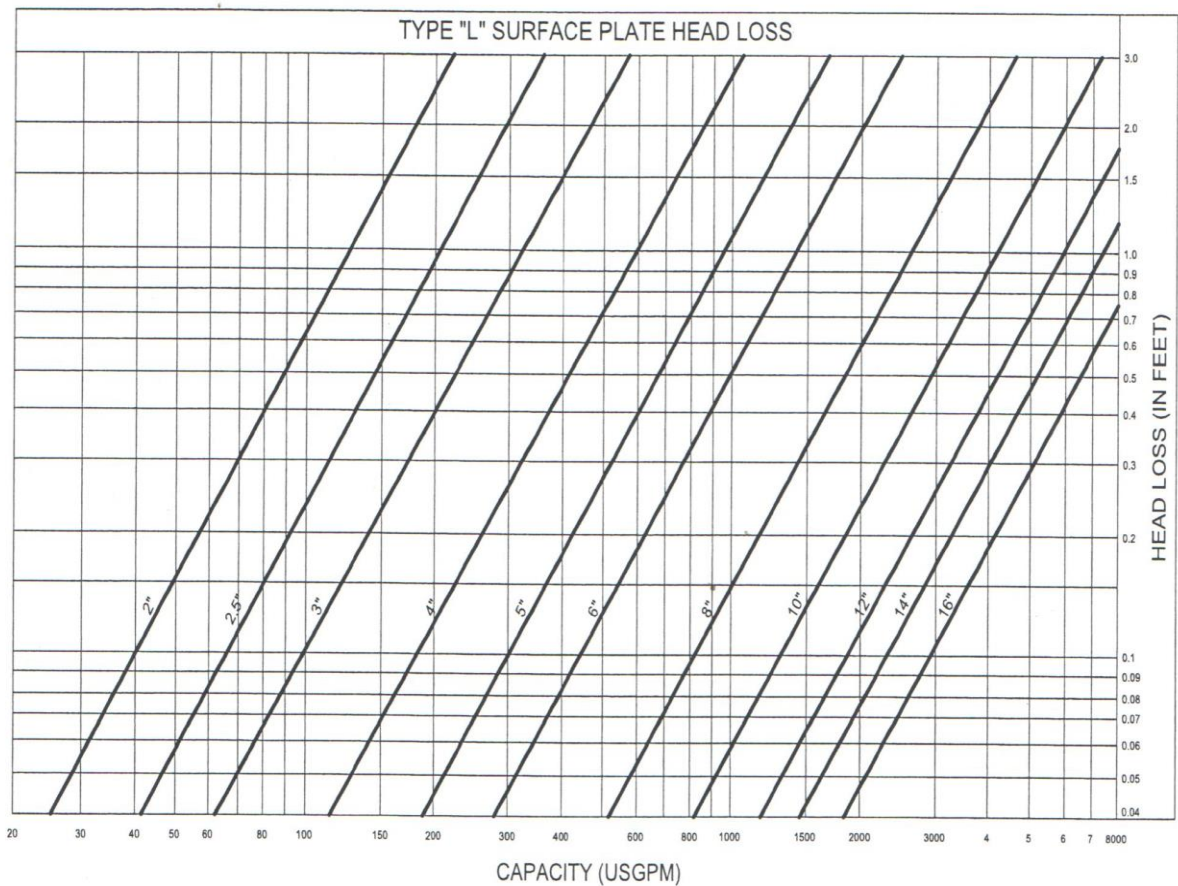


Tabla No. 2-2D

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN CABEZAL DE DESCARGA (EQUIPO SUMERGIBLE)









Above chart indicates average values for standard design type "L" surface plate

Tabla No. 2-3A

DATOS DE LONGITUD EQUIVALENTE EN ACCESORIOS

TABLE 4. EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT PIPE FOR VARIOUS FITTINGS
TURBULENT FLOW ONLY†

FITTINGS		PIPE SIZE																					
		¼	⅜	½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	
	SCREWED	STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.2	6.6	7.4	8.5	9.3	11.0	13.0										
		C. I.										9.0	11.0										
	FLANGED	STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12.0	14.0	17.0	18.0	21.0	23.0	25.0	30.0
		C. I.										3.6	4.8		7.2	9.8	12.0	15.0	17.0	19.0	22.0	24.0	28.0
	SCREWED	STEEL	1.5	2.0	2.2	2.3	2.7	3.2	3.4	3.6	3.6	4.0	4.6										
		C. I.										3.3	3.7										
	FLANGED	STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10.0	11.0	12.0	14.0
		C. I.										2.8	3.4		4.7	5.7	6.8	7.8	8.6	9.6	11.0	11.0	13.0
	SCREWED	STEEL	.34	.52	.71	.92	1.3	1.7	2.1	2.7	3.2	4.0	5.5										
		C. I.										3.3	4.5										
	FLANGED	STEEL			.45	.59	.81	1.1	1.3	1.7	2.0	2.6	3.5	4.5	5.6	7.7	9.0	11.0	13.0	15.0	16.0	18.0	22.0
		C. I.										2.1	2.9		4.5	6.3	8.1	9.7	12.0	13.0	15.0	17.0	20.0
	SCREWED	STEEL	.79	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	5.6	7.7	9.3	12.0	17.0										
		C. I.										9.9	14.0										
	FLANGED	STEEL			.69	.82	1.0	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.8	3.3	3.8	4.7	5.2	6.0	6.4	7.2	7.6	8.2	9.6
		C. I.										1.9	2.2		3.1	3.9	4.6	5.2	5.9	6.5	7.2	7.7	8.8
	SCREWED	STEEL	2.4	3.5	4.2	5.3	6.6	8.7	9.9	12.0	13.0	17.0	21.0										
		C. I.										14.0	17.0										
	FLANGED	STEEL			2.0	2.6	3.3	4.4	5.2	6.6	7.5	9.4	12.0	15.0	18.0	24.0	30.0	34.0	37.0	43.0	47.0	52.0	62.0
		C. I.										7.7	10.0		15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	39.0	44.0	49.0	57.0
	SCREWED	STEEL	2.3	3.1	3.6	4.4	5.2	6.6	7.4	8.5	9.3	11.0	13.0										
		C. I.										9.0	11.0										
	REG. FLANGED	STEEL			.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.1	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12.0	14.0	17.0	18.0	21.0	23.0	25.0	30.0
		C. I.										3.6	4.8		7.2	9.8	12.0	15.0	17.0	19.0	22.0	24.0	28.0
LONG RAD. FLANGED	STEEL			1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	9.4	10.0	11.0	12.0	14.0	
	C. I.										2.8	3.4		4.7	5.7	6.8	7.8	8.6	9.6	11.0	11.0	13.0	













†Courtesy of, Hydraulic Institute. See page 6.

Tabl

a No. 2-3B

3 DATOS DE LONGITUD EQUIVALENTE EN ACCESORIOS (Continuación)

TABLE 4. (Cont.) EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT PIPE FOR VARIOUS FITTINGS
TURBULENT FLOW ONLY

FITTINGS		PIPE SIZE																					
		¼	⅜	½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	
	SCREWED	STEEL	21.0	22.0	22.0	24.0	29.0	37.0	42.0	54.0	62.0	79.0	110.0										
		C. I.										65.0	86.0										
	FLANGED	STEEL			38.0	40.0	45.0	54.0	59.0	70.0	77.0	94.0	120.0	150.0	190.0	260.0	310.0	390.0					
		C. I.										77.	99.0		150.0	210.0	270.0	330.0					
	SCREWED	STEEL	.32	.45	.56	.67	.84	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.5										
		C. I.										1.6	2.0										
	FLANGED	STEEL								2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
		C. I.										2.3	2.4		2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
	SCREWED	STEEL	12.8	15.0	15.0	15.0	17.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0										
		C. I.										15.0	15.0										
	FLANGED	STEEL			15.0	15.0	17.0	18.0	18.0	21.0	22.0	28.0	38.0	50.0	63.0	90.0	120.0	140.0	160.0	190.0	210.0	240.0	300.0
		C. I.										23.0	31.0		52.0	74.0	98.0	120.0	150.0	170.0	200.0	230.0	280.0
	SCREWED	STEEL	7.2	7.3	8.0	8.8	11.0	13.0	15.0	19.0	22.0	27.0	38.0										
		C. I.										22.0	31.0										
	FLANGED	STEEL			3.8	5.3	7.2	10.0	12.0	17.0	21.0	27.0	38.0	50.0	63.0	90.0	120.0	140.0					
		C. I.										22.0	31.0		52.0	74.0	98.0	120.0					
COUPLING OR UNION	SCREWED	STEEL	.14	.18	.21	.24	.29	.36	.39	.45	.47	.53	.65										
		C. I.										.44	.52										
	BELL MOUTH INLET	STEEL	.04	.07	.10	.13	.18	.26	.31	.43	.52	.67	.95	1.3	1.6	2.3	2.9	3.5	4.0	4.7	5.3	6.1	7.6
		C. I.										.55	.77		1.3	1.9	2.4	3.0	3.6	4.3	5.0	5.7	7.0
	SQUARE MOUTH INLET	STEEL	.44	.68	.96	1.3	1.8	2.6	3.1	4.3	5.2	6.7	9.5	13.0	16.0	23.0	29.0	35.0	40.0	47.0	53.0	61.0	76.0
		C. I.										5.5	7.7		13.0	19.0	24.0	30.0	36.0	43.0	50.0	57.0	70.0
	RE-ENTRANT PIPE	STEEL	.88	1.4	1.9	2.6	3.6	5.1	6.2	8.5	10.0	13.0	19.0	25.0	32.0	45.0	58.0	70.0	80.0	95.0	110.0	120.0	150.0
		C. I.										11.0	15.0		26.0	37.0	49.0	61.0	73.0	86.0	100.0	110.0	140.0
	SUDDEN ENLARGEMENT		$b = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$ FEET OF FLUID; IF $V_2 = 0$ $b = \frac{V_1^2}{2g}$ FEET OF FLUID																				

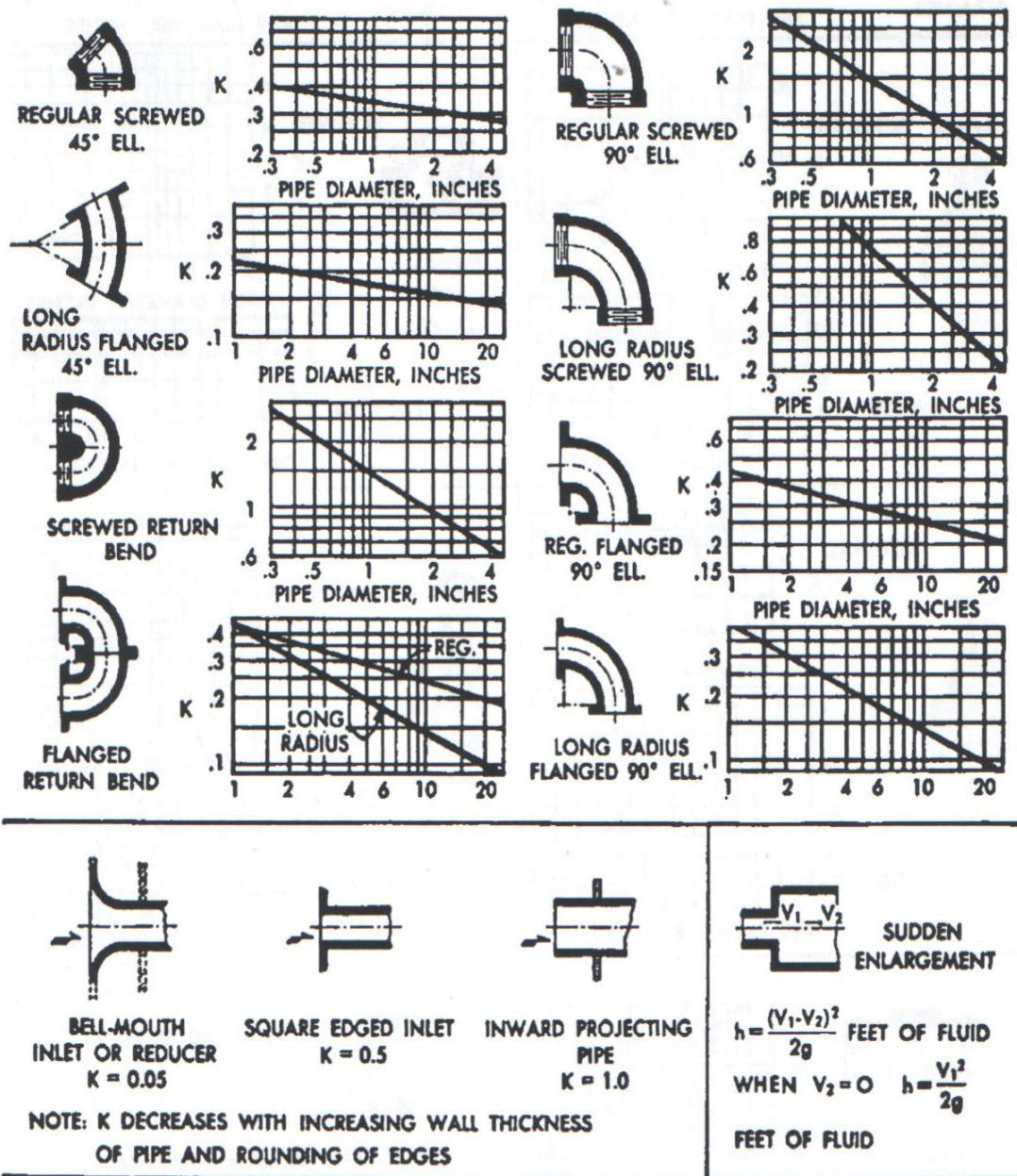
PIPE FRICTION - WATER

61

Tabla No. 2-4A

VALORES DE "k" (COEFICIENTE DE RESISTENCIA) DE DIFERENTES ACCESORIOS

TABLE 3. VALUES OF RESISTANCE COEFFICIENT FOR PIPE FITTINGS†



†Courtesy Hydraulic Institute. See page 6.

Tabla No. 2-4B

VALORES DE "k" (COEFICIENTE DE RESISTENCIA) DE DIFERENTES ACCESORIOS (Continuación)

TABLE 3. (Cont.)

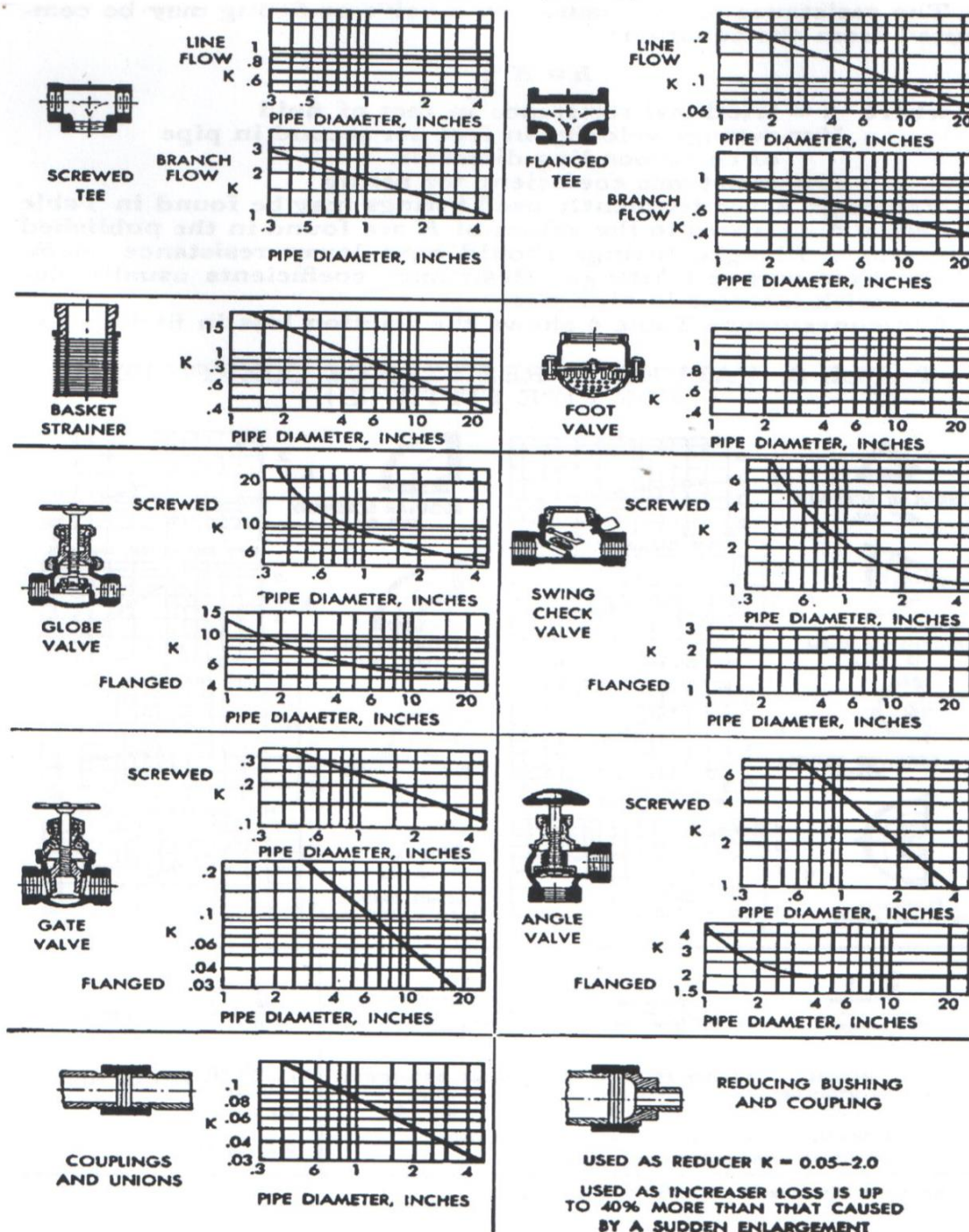


Tabla No. 2-5

VALORES DE COEFICIENTE "k" Y CONSTANTE "C" DE HAZEN-WILLIAMS

FRICITION LOSS OF WATER IN FEET PER 100 FEET LENGTH OF PIPE

$$V = CR^{0.63} \left(\frac{H}{L} \right)^{0.54} \times 1.32$$

where V = Velocity in Feet per Sec.

$$R = \text{Hydraulic Radius} = \frac{\text{Dia. pipe in ft.}}{4}$$

H = Friction Head.

L = Length of Piping in Feet.

C = Constant depending upon Roughness of Pipe, also upon R.

$$\text{or } H = \left(\frac{147.85 Q}{CD^{2.63}} \right)^{1.852}$$

where H = Friction Head for L = 100 ft.

Q = G.P.M.

D = Dia. of Pipe in Inches (Actual)

C = 100 - For other Value of "C" the figures in the table should be multiplied by

$$K = \left(\frac{100}{C} \right)^{1.852}$$

TABLE GIVING COEFFICIENT "C" AND FACTOR "K" FOR DIFFERENT KINDS AND SIZES OF PIPES

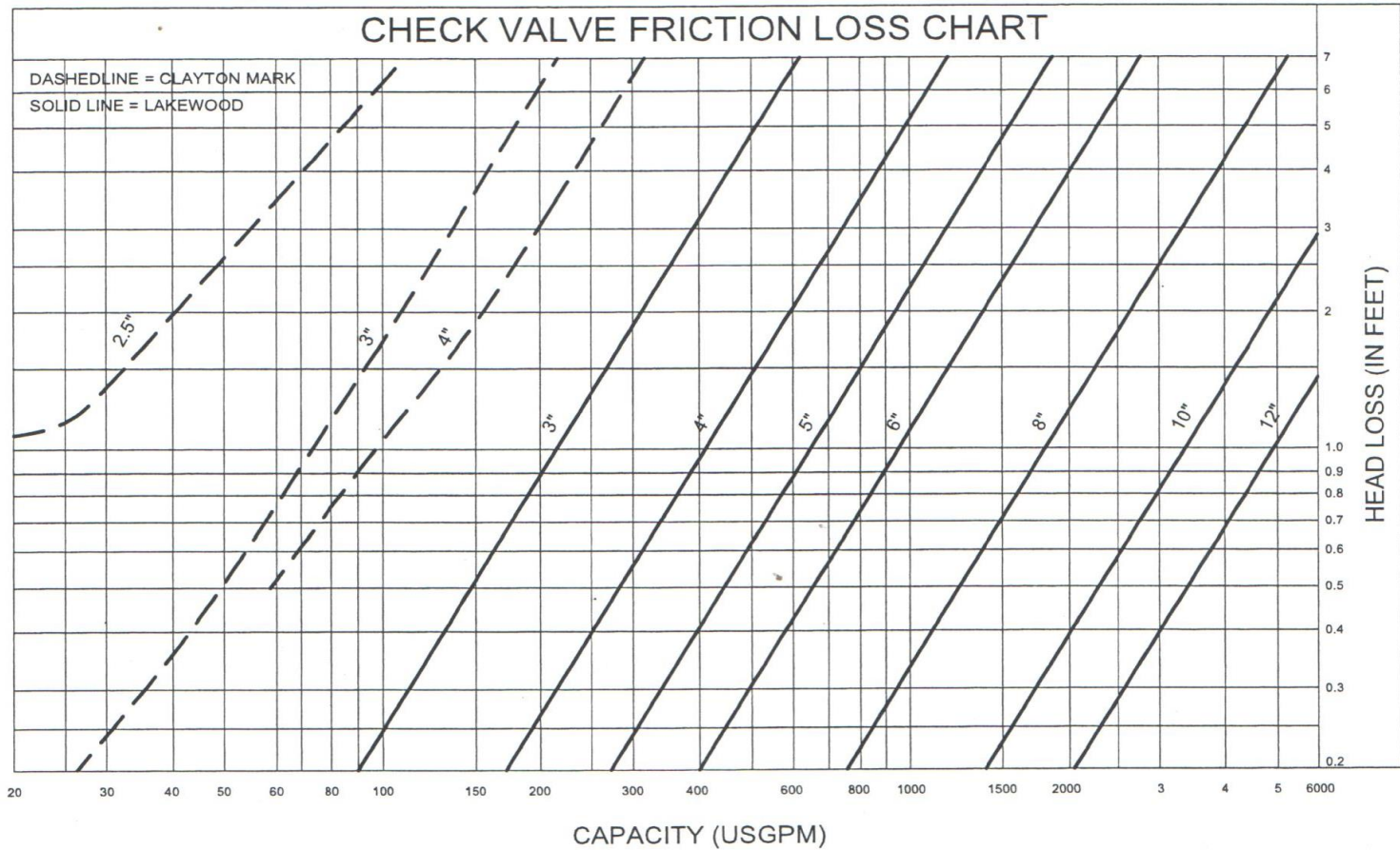
COEFFICIENT		VARIOUS KINDS OF PIPE	Corresponding years of service of cast iron pipe in soft, clear, unfiltered river water.																00 Indicates the very best new cast iron pipe, laid perfectly straight. 0 Indicates good new cast iron pipe. The foregoing values can also be used for welded steel pipe. For riveted steel pipe the average value of "C" is lower than for cast iron pipe. The data on hand indicates a value of C equals 110 for new riveted pipe, decreasing in the course of about 10 years to 100. For older pipes riveted steel pipe of a given age will carry the same quantity of water as cast iron pipe of the same size and 10 years older.
Factor	Size of Pipe in Inches		Factor	Size of Pipe in Inches															
C	1/8" to 3"	C	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	54	60		
CONDITION OF PIPE		Years of Service																	
140	.54	Very smooth & Straight W.I., Brass, Tin, Copper & Lead Pipe	140	.54	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
130	.62	Ordinary Straight Brass, Tin, Copper & Lead Pipe	130	.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
120	.71	Smooth New W.I. Pipe	120	.71	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	
110	.84	Fairly Smooth New W.I. Pipe	110	.84	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	
100	1.00	Ordinary W.I. Pipe	100	1.00	13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	20	
90	1.22	Medium Old W.I. Pipe	90	1.22	26	28	30	33	35	37	39	41	42	43	44	45	45	46	
80	1.52	Old W.I. Pipe	80	1.52	45	50	55	62	68										
60	2.58	Very Rough Pipe	60	2.58	75	87	95												
40	5.46	Badly Tuberculated Pipe	40	5.46															

For gasoline C = 130 Factor K x Sp. Gr.

Tabla No. 2-6

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN VÁLVULAS CHECK DEL TIPO VERTICAL

SUBMERSIBLE PUMPS ENGINEERING DATA



Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Tabla No. 2-7

INFORMACIÓN TÉCNICA DE TURBINAS DE FABRICACIÓN ESTANDAR

IV-16

9/1/01

LIMITATIONS STANDARD BOWL ASSEMBLIES

Floway turbine pumps of standard construction are designed for noncorrosive, nonabrasive service over a wide temperature range.

The maximum temperature of fluids pumped must not exceed 180° F.

Published performance curves are based on a maximum fluid viscosity of 50 SSU.

The maximum pump speed is also limited by line shaft RPM

limitations, critical speed, and/or submergence (or NPSH) available to prevent cavitation.

Every attempt has been made to extend the range of standard assemblies to meet as many pumping applications as possible. Although the range may at times be extended by minor design or material changes, these applications require approval from the factory in the form of special quotations at additional cost.

SIZE & TYPE	SHAFT SIZE (IN.) ^①	MAX. STAGS. ^②	MAX. PRESS P.S.I. ^③	STD. AXIAL CLEAR. ^④	MAX. AXIAL CLEARANCE (by mach.) ^{④⑤}	THRUST FACTOR (K) ^⑥	IMP. WT. (LBS.)	EYE AREA (IN ²)	SPEC. SPEED (N _s)	SUCT. SPEC. SPEED	WR ² ^⑦ (WET @ 1.0 S.G.)	MAX. SPHERE (IN.) ^⑧
4HOLL	3/4	32	500	--	--	1.6	0.9	1.4	2515	6100	0.008	1/8
4HOL	3/4	32	500	--	--	2.4	0.9	2.0	2681	6970	0.009	3/16
4HOH	3/4	32	500	--	--	2.2	0.9	2.4	3269	6390	0.008	5/16
6LKM	1	32	506	1/4	7/16	2.1	2.4	1.3	2146	4370	0.046	3/16
6JOLL	1	33	489	--	--	3.6	1.9	2.7	2400	6450	0.047	1/4
6JOL	1	33	489	--	--	3.6	1.9	3.9	2360	7770	0.051	3/8
6JOH	1	33	489	--	--	3.6	1.9	4.9	2509	6610	0.046	1/2
6JKL	1	33	489	3/8	1/2	3.6	2.9	6.5	2494	8630	0.059	1/2
6JKM	1	33	489	3/8	1/2	3.6	2.9	6.5	2526	8970	0.057	1/2
6JKH	1	33	489	3/8	1/2	3.6	3.0	6.5	2421	8830	0.055	1/2
7YKL	1 3/16	18	500	1/4	--	2.0	4.0	3.8	1300	5580	0.076	3/16
7YKH	1 3/16	18	500	1/4	--	2.0	4.1	3.8	1350	6880	0.080	3/16
8LKL	1 3/16	35	429	1/2	5/8	4.2	4.5	4.1	2319	5570	0.132	3/8
8LKM	1 3/16	35	429	7/16	9/16	4.2	4.5	4.8	2297	6720	0.132	1/2
8JOL	1 3/16	29	414	--	--	4.4	3.8	7.65	2626	8190	0.108	3/4
8JOH	1 3/16	29	414	--	--	5.5	3.4	7.65	2525	6880	0.102	1 1/16
8JKL	1 3/16	29	414	9/16	3/4	3.8	5.2	11.8	2782	9240	0.210	3/4
8JKM	1 3/16	29	414	9/16	3/4	4.7	5.4	11.8	2898	8960	0.210	3/4
8JKH	1 3/16	29	414	9/16	3/4	4.7	5.5	11.8	2708	8330	0.215	1 1/16
8FKH	1 3/16	31	310	3/8	1/2	5.5	5.7	11.2	3922	7650	0.178	1/2
8XKL	1 3/16	19	575/1000	7/16	--	2.4	4.3	2.9	1550	7650	0.129	3/8
8XKH	1 3/16	19	575/1000	7/16	--	2.4	4.2	2.9	1507	6990	0.126	3/8
8XKN	1 3/16	--	--	7/16	--	7.2	6.1	10.5	1878	10840	0.133	3/8
9XKL	1 1/2	11	450/660	1/2	--	3.0	4.4	6.22	1668	6290	0.275	1/2
9XKH	1 1/2	11	450/660	1/2	--	3.0	4.2	6.22	1679	6098	0.275	1/2
9XKN	1 1/2	1	NA	7/16	--	4.2	5.5	10.8	1700	11150	0.360	3/16
10LKL	1 1/2	19	488	1/2	5/8	5.2	9.0	10.1	1865	7400	0.675	1/2
10LKM	1 1/2	19	488	1/2	5/8	5.2	9.0	10.1	1713	8490	0.692	1/2
10JKL	1 1/2	24	350	9/16	3/4	8.0	10.0	15.0	2358	11950	0.600	9/16
10JKM	1 1/2	24	350	9/16	3/4	8.0	10.0	15.0	2518	11410	0.600	9/16
10JKH	1 1/2	24	350	9/16	3/4	8.0	10.0	15.0	2404	9400	0.600	9/16
10DOL	1 1/2	24	383	--	--	10.4	6.0	18.2	3082	6270	0.381	1
10DOM	1 1/2	24	383	--	--	10.4	6.0	18.2	3154	6920	0.381	7/8
10DOH	1 1/2	24	383	--	--	10.4	6.2	18.2	3240	7720	0.376	7/8
10DKL	1 1/2	24	383	9/16	3/4	8.3	10.8	18.2	3171	9170	0.598	1
10DKM	1 1/2	24	383	9/16	3/4	8.3	10.8	18.2	3155	8920	0.605	7/8
10DKH	1 1/2	24	383	9/16	3/4	8.3	10.9	18.2	3218	7760	0.613	7/8
10BKM	1 1/2	29	410	7/16	5/8	10.0	9.75	20.9	4324	7040	0.609	1
10BKH	1 1/2	29	410	7/16	5/8	10.0	10.75	20.9	4242	6320	0.675	1
10FKH	1 1/16	24	333	9/16	3/4	13.3	9.0	28.8	5443	10250	0.711	1
10XKL	1 1/2	14	500/1000	1/2	--	4.6	8.1	7.9	1568	9020	0.409	1/2
10XKH	1 1/2	14	500/1000	1/2	--	4.6	8.7	7.9	1572	6570	0.439	1/2
10XKN	1 1/2	1	NA	1/2	--	8.8	8.8	17.3	1537	11960	0.379	7/16
11JKM	1 1/16	21	350	9/16	3/4	8.5	15.5	17.4	2370	10560	1.320	1/2
11JKH	1 1/16	21	350	9/16	3/4	8.5	15.5	17.4	2293	9990	1.320	1/2
11XKL	1 1/16	10	750/1000	3/4	--	5.7	11.5	9.5	1651	6070	0.709	1/2
11XKH	1 1/16	--	750/1000	3/4	--	5.7	11.7	9.5	1713	6720	0.721	1/2
11XKN	1 1/16	1	NA	3/4	--	10.3	10.6	20.9	2025	11890	0.580	1/2
12LKL	1 1/16	28	405	5/8	7/8	6.0	19.9	15.0	2384	7240	1.788	3/4
12LKM	1 1/16	28	405	1/2	3/4	6.0	16.9	17.1	2583	7680	1.594	7/8
12LKH	1 1/16	28	405	1/2	3/4	6.0	17.1	17.1	2611	7070	1.537	7/8

FLOWAY VERTICAL TURBINE PUMPS DATA HANDBOOK

Tabla No. 2-8

RANGOS DE POTENCIA EN EJES DE TURBINAS

9/1/01

IV-25

SHAFT HORSEPOWER RATINGS
 AISI C-1045 CARBON STEEL SHAFT
 SHAFT DIAMETER (INCHES) ①②

RPM	3/4	1	1 3/16	1 1/4	1 1/2	1 11/16	1 15/16	2 1/4	2 7/16	2 11/16	2 15/16	3 3/16	3 7/16	3 11/16	3 15/16
3500	55	137	222	264	475	706	1094	1683							
2900	46	113	184	219	393	585	906	1394							
1770	28	69	112	134	240	357	553	851	932	1280					
1450	23	57	92	109	197	293	454	697	764	1048	1389				
1180	19	46	75	89	160	238	369	567	622	853	1131	1467	1859	2315	2843
980	15	38	62	74	134	198	308	471	516	709	939	1218	1543	1923	2361
880	14	34	56	66	120	178	276	423	464	636	843	1093	1386	1727	2120
730		29	46	56	99	146	228	351	385	528	699	907	1150	1432	1758
705		28	45	54	96	142	220	340	371	510	676	875	1110	1383	1699
590			38	45	80	118	184	284	311	427	565	732	929	1158	1421
505			33	39	68	102	158	243	266	365	484	627	795	990	1217
MAX. THRUST (LBS.)	3000	4000	5000	5000	10000	10000	15000	20000	20000	20000	25000	25000	30000	30000	40000

NOTES:

- ① Use above chart to select sizes of keyed lineshaft HP ratings.
- ② Due to power pulsations from engine drives less than 4 cylinders, reduce horsepower ratings by .7 multiplier.

All ratings on this chart conform to ANSI/AWWA E101 and are based on the following formula:

$$P = \frac{nD^3}{321,000} \sqrt{S^2 - \left(\frac{2F}{\pi D^2}\right)^2}$$

P = BHP S = Allowable Stress (PSI)
 n = RPM D = Shaft Diameter (inches)
 F = Axial Thrust (Lbs.)

The ANSI/AWWA E101-88 Horsepower Table is based on a shaft tensile strength of 67,000 PSI, whereas the above table is based on a minimum strength of 95,000 PSI, which is now the commercial standard for shafting through 2 1/4" diameter, and 80,000 PSI for shafting larger than 2 1/4" diameter.

Refer to Material Codes Section in this chapter for Material Specifications.

Tabla No. 2-9

PERDIDAS MECÁNICAS EN EJES DE COLUMNA
MECHANICAL FRICTION IN LINE SHAFTS

The horsepower loss due to mechanical friction of shaft rotation in column may be determined from the chart below.

Total brake horsepower is obtained by adding the mechanical friction losses to the laboratory brake horsepower.

MECHANICAL FRICTION IN BHP PER 100 FEET OF SHAFT

SHAFT SIZE (INCHES)	RPM OF SHAFT								
	3460	2900	1760	1450	1160	960	860	720	690
3/4	.60	.51	.31	.26	.20	.17			
1	1.05	.87	.53	.44	.35	.29	.26	.25	
1 1/4	1.60	1.33	.79	.67	.52	.44	.39	.34	
1 1/2	2.20	1.90	1.14	.96	.74	.63	.56	.47	.44
1 11/16	2.81	2.36	1.43	1.18	.94	.78	.70	.59	.56
1 15/16			1.83	1.51	1.21	1.00	.89	.75	.72
2 1/4			2.40	2.00	1.55	1.35	1.20	1.00	.96
2 7/16			2.90	2.39	1.91	1.58	1.42	1.19	1.14
2 11/16			3.34	2.75	2.20	1.82	1.63	1.38	1.31
2 15/16				3.50	2.77	2.28	2.00	1.74	1.66
3 3/16				4.04	3.28	2.72	2.46	2.08	1.92
3 7/16					3.75	3.08	2.83	2.45	2.30
3 11/16					4.10	3.46	3.00	2.62	2.47
3 15/16					4.80	3.89	3.48	2.94	2.77

NOTE: The above values are for enclosed shaft with drip feed oil lubrication or open line shaft with water lubrication. For enclosed line

shaft with flooded tube or for enclosed line shaft using water injection lubrication, use two times the friction values listed on the above chart.

Tabla No. 2-10

INFORMACIÓN DE EJES DE TURBINA (PESO Y AREA)

THRUST LOADS

(The total downthrust produced is the sum of the hydraulic thrust plus the static thrust (dead weight) of the shaft and impellers.)

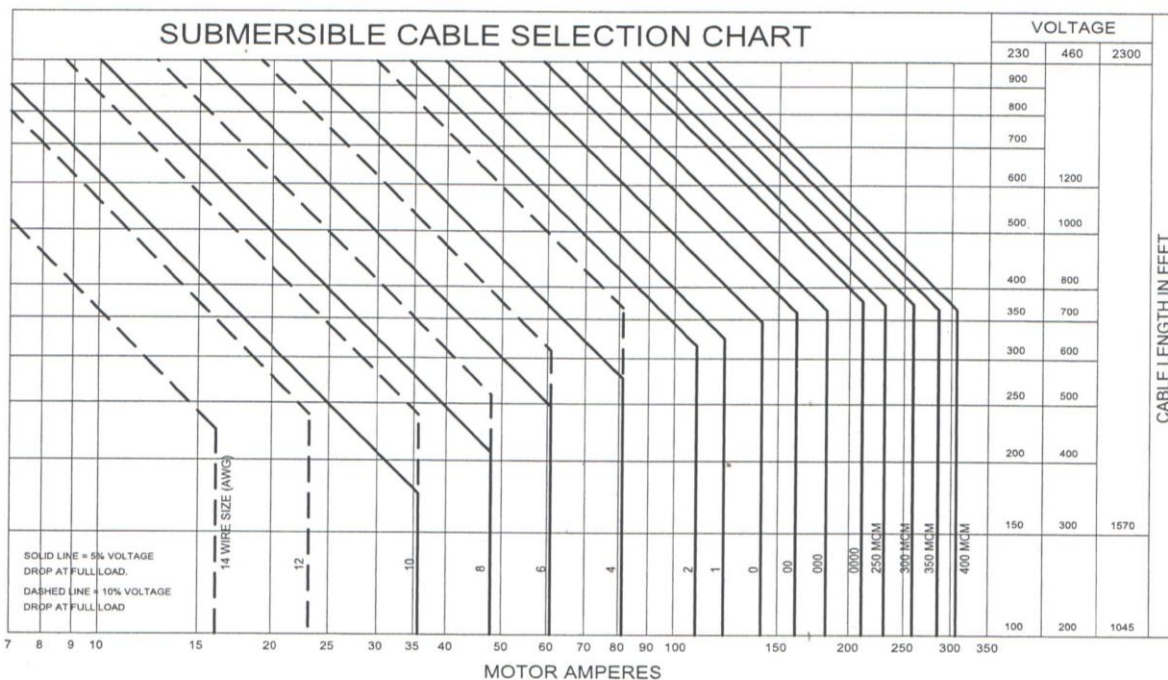
SHAFT WEIGHTS AND AREAS														
DIA. (IN's)	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{11}{16}$	$1\frac{15}{16}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{16}$	$2\frac{11}{16}$	$2\frac{15}{16}$	$3\frac{3}{16}$	$3\frac{7}{16}$	$3\frac{11}{16}$	$3\frac{15}{16}$
LBS. / FT.	1.50	2.67	4.17	6.01	7.60	10.02	13.52	15.87	19.29	23.04	27.13	31.55	36.31	41.40
AREA	0.44	0.78	1.23	1.77	2.24	2.95	3.97	4.67	5.67	6.77	7.98	9.28	10.67	12.17

Tabla No. 2-11

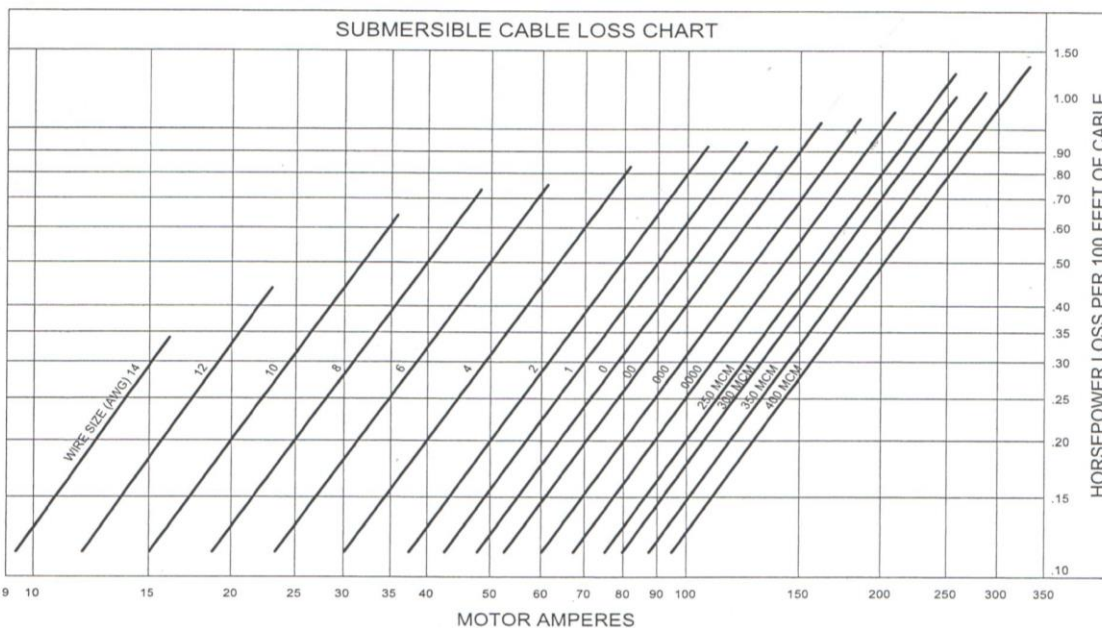
PERDIDAS EN CABLES SUMERGIBLES

IV-42

SUBMERSIBLE PUMPS ENGINEERING DATA



To use selection chart, find intersection of motor amperes and cable length - use any cable to RIGHT of this point. Example: 150HP, 440 Volt Hitachi motor operating at full load will draw 203.2 amperes; checking selection chart we find that 0000 is the minimum recommended cable size for any setting up to 800 feet. For deeper settings, larger cable must be used. A 900 foot setting on the above motor would require a minimum cable size of 300 MCM.



The above chart indicates the power loss (in horsepower) for each 100 feet of submersible cable. This loss must be considered in overall plant efficiency calculations. Long range cost evaluation may dictate the use of larger than normal size cable.

Tabla No. 2-12

INFORMACIÓN DE CAUDAL PERMISIBLE POR DIÁMETRO DE TUBERÍA DE IMPELENCIA Y DE DISTRIBUCIÓN

RELACION DIAMETRO CAUDAL PARA UNA VELOCIDAD ESTABLECIDA						
Diámetro Pulgadas	Diámetro Pulgadas	Área m ²	Caudal en l/s		Caudal en GPM	
			Con 1.5 m/s	Con 2.5 m/s	Con 4.9 lt/s	Con 8.2 lt/s
1/2	0.013	0.00013	0.19	0.32	3.01	5.02
3/4	0.019	0.00029	0.43	0.71	6.78	11.29
1	0.025	0.00051	0.76	1.27	12.05	20.08
1 1/4	0.032	0.00079	1.19	1.98	18.82	31.37
1 1/2	0.038	0.00114	1.71	2.85	27.11	45.18
2	0.051	0.00203	3.04	5.07	48.19	80.32
3	0.076	0.00456	6.84	11.40	108.43	180.71
4	0.102	0.00811	12.16	20.27	192.76	321.26
6	0.152	0.01824	27.36	45.60	433.70	722.84
8	0.203	0.03243	48.64	81.07	771.02	1285.04
10	0.254	0.05067	76.01	126.68	1204.73	2007.88
12	0.306	0.07297	109.45	182.41	1734.80	2891.34
14	0.356	0.09931	148.97	248.29	2361.26	3935.44
15	0.381	0.11401	171.01	285.02	2710.63	4517.72
16	0.406	0.12972	194.58	324.29	3084.10	5140.16
18	0.457	0.16417	2146.46	410.43	3903.31	6505.52
20	0.508	0.20268	304.02	506.71	4818.90	8031.50
24	0.610	0.29186	437.80	729.66	6939.22	11565.36
30	0.762	0.45604	684.06	1140.09	10842.53	18070.88
36	0.914	0.65669	985.04	1641.73	15613.24	26022.07
42	1.067	0.89383	1340.75	2234.58	21251.31	35418.93
48	1.219	1.16745	1751.18	2918.64	27756.87	46261.45
54	1.372	1.47756	2216.34	3693.90	35129.79	58549.65
66	1.676	2.20722	3310.83	5518.04	52477.84	87463.06

CAPITULO - 3

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES ELECTROMECHANICOS, PARA LOS NUEVOS PROYECTOS O PARA LA REHABILITACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES.

3.1 GENERALIDADES

Estas Especificaciones se aplicarán en lo que corresponde tanto a los equipos de bombeo completos requeridos en suministro o para ser instalados en pozos, botellas y cisternas, así como a todos los demás equipos electromecánicos necesarios para un equipo de bombeo.

Los equipos y materiales descritos en esta parte de las Especificaciones deben ser nuevos, de fabricación reciente y adecuados para contacto con agua potable para el consumo humano, considerando una temperatura del agua de aproximadamente de 28 a 40 °C. Todas las partes en contacto con el agua deben ser fabricadas con los materiales adecuados.

En los proyectos u obras antes de ordenar el material, de cualquier descripción, que se utilizará permanentes, es obligación del Contratista someter a la aprobación de ANDA las marcas o los nombres de los fabricantes propuestos y los detalles concernientes al lugar de origen de los mismos, además, deberá presentar la documentación técnica que respalde el cumplimiento de las Especificaciones requeridas. La aprobación de los materiales y equipos y la recepción de estos deberán hacerse constar en un Acta. En la recepción de los bienes se puede rechazar todo material que no cumpla con las especificaciones técnicas.

En proyectos de obra donde se va a equipar un pozo existente que no haya estado en operación o un pozo del que se desconozcan sus características; El Contratista deberá ejecutar las acciones pertinentes para determinar las condiciones actuales del pozo y realizar como mínimo:

1. **Video antes de la limpieza del Pozo**
2. **Limpieza del Pozo**
3. **Aforo del Pozo**
4. **Video después de aforo del Pozo**
5. **Análisis de Partículas en Suspensión (cantidad de arena que contiene el pozo)**
6. **Análisis de la calidad del agua.**
7. **Presentar un informe de las actividades realizadas, sus resultados y las recomendaciones del caso.**

Todo esto con la finalidad de saber las condiciones actuales del pozo y así poder solicitar el equipo de bombeo adecuado para un pozo en particular.

3.2 ALCANCE

Las presentes Especificaciones cubren todo lo relacionado con: Bombas tipo turbinas de eje vertical, y sumergibles, motores eléctricos, arrancadores, tableros de luces y tomas, líneas eléctricas, transformadores de distribución, cortacircuitos, pararrayos, aisladores, interruptores termo-magnéticos, dispositivos de control, red de tierra, herrajes, tuberías conduit, capacitores, cables (acometidas), accesorios, etc.

Se entenderá como equipo de bombeo completo a la unidad formada por los siguientes elementos:

3.2.1 Equipo de bombeo tipo vertical (con eje de transmisión)

- Bomba (incluye turbina vertical, cabezal de descarga, tubería de columna de succión, ejes de columna, porta cojinetes, accesorios, etc.).
- Arrancador tipo arranque directo o a voltaje reducido (con todas sus protecciones y cableado de control, incluye los capacitores)
- Motor eléctrico (incluye cojinetes, dispositivo NRR, eje y acople).
- Árbol de descarga,

3.2.2 Equipo de bombeo tipo sumergible

- Bomba (incluye turbina vertical sumergible, cabezal de descarga, tubería de hierro galvanizado, árbol de descarga, accesorios, etc.).
- Arrancador tipo arranque directo o a voltaje reducido y debe de incluir la protección para motores sumergibles (con todas sus protecciones y cableado de control, incluye los capacitores)
- En el caso de los motores eléctricos sumergibles, se incluye el cable sumergible y el kit de empalme para cable sumergible y si aplica camisa de enfriamiento del motor.
- Árbol de descarga, accesorios,

3.3 CÓDIGOS Y NORMAS PARA EQUIPOS Y MATERIALES

Todos los materiales, componentes y procesos deberán cumplir con las últimas ediciones de las normas relevantes -AWWA, ASME y ANSI vigentes a la fecha de cierre de la Oferta. Cuando sean propuestos otros estándares, éstos deberán ser iguales o superiores al AWWA o ANSI. La aceptación de una propuesta basada en dichos estándares significará solamente una aprobación del Supervisor para el uso específico de esos estándares, y no lo obliga aceptar ningún estándar en el futuro que se encuentre inferior al correspondiente AWWA o ANSI. El Supervisor estará facultado para rechazar cualquier material, componente y proceso que se encuentre que es inferior al correspondiente, y la Contratista deberá corregir la deficiencia a sus propias expensas.

Los materiales y equipos eléctricos que sean suministrados por los Contratistas, deberán ser de la mejor calidad y cumplir con las Normas contempladas en el "Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de El Salvador", así como las del National Electrical Code (NEC), norteamericano, todos en su última edición.

3.4 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LOS BIENES ADQUIRIDOS

3.4.1 PRUEBAS

Los bienes deberán ser probados en fábrica y es obligación presentar los Certificados que muestren que todas las pruebas requeridas han sido realizadas y que los suministros cumplen con los requerimientos de las Especificaciones.

Las pruebas en fábrica mencionadas, servirán para demostrar que las garantías de rendimiento puedan ser cumplidas.

Se aceptaran pruebas realizados en laboratorios reconocidos como UL Laboratorios, productos marcados ULR, otros productos aprobados por SIGET.

Si alguna inconsistencia resultase para la aprobación de algún bien, el supervisor podrá solicitar pruebas que aclaren las discrepancias y se realizaran en laboratorios especializados.

3.4.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

El suministro deberá ser perfectamente protegido contra corrosión y daños incidentales, incluyendo los efectos de insectos, luz sola, lluvia, alta temperatura y humedad.

El suministro deberá ser embalado de tal manera que resista manejos bruscos durante el transporte, el embalaje deberá ser adaptado para exportación y almacenaje en los trópicos, tomando en cuenta posibles

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

demoras en muelles al aire libre. El suministrante será responsable del embalaje de modo tal que este arribe a su destino, intacto y sin ningún daño. Se deberá incluir en el precio de su Oferta el costo de todo el embalaje necesario, cajas, envases, etc., reforzados apropiadamente con listones de madera (material de embalaje que incluirá pero no se limitará al uso de polietileno o material similar a prueba de agua para envoltura, silicona, etc. donde fuere necesario), cinchos de metal y mano de obra. Envases que contengan materiales peligrosos serán embalados y señalados de acuerdo a cualquier ley o reglamento aplicable.

Todas las cajas y embalajes deberán estar correcta y adecuadamente marcadas, tal como se indica a continuación:

- (a) Nombre del proyecto y País destino
- (b) Número de contrato
- (c) Designación de la Planta de Bombeo

El suministrante será el único responsable por el despacho y descarga del suministro hasta los sitios de instalación incluyendo su cuidado y manejo.

El despacho incluirá total o parcialmente las siguientes disposiciones, según sea necesario en cada caso en particular, pero no limitado a:

- Carga y traslado por vía marítima, terrestre o aérea.
- Tomar cargo del suministro en un puerto marítimo, terrestre o aéreo conveniente de El Salvador, incluyendo pago de aduana e impuestos portuarios, muellaje, sobre estadía y almacenamiento intermedio, descarga en puntos terminales, recarga y transporte hasta los sitios de obra.
- Alojamiento temporal y custodia.

3.4.3 PROGRAMA DE ENVÍOS

Es obligatorio presentar conjuntamente con su Oferta, un programa detallado que muestre la frecuencia y las fechas en las cuales las diversas partes del suministro llegarán al País para su instalación.

3.4.4 ALMACENAMIENTO TEMPORAL

El suministrante será responsable por el almacenaje y acopio en sus propias bodegas de todo el material comprendido en su contrato, hasta que haga la instalación y entrega definitiva a la ANDA de los trabajos y obras contratadas.

3.4.5 RESPONSABILIDAD POR EL SUMINISTRO

El suministrante será responsable por todo el suministro hasta su instalación y hasta la realización de las pruebas definitivas de las obras a entera satisfacción por parte de ANDA.

El hecho de que los elementos del suministro se haya o no sometido a pruebas y ensayos en fábrica de presión, resistencia, estanqueidad, funcionamiento, etc., no liberará al suministrante de la responsabilidad de que los artículos estén fabricados de acuerdo a las Especificaciones y de su buen funcionamiento al efectuarse las pruebas finales y durante el Período de Garantía.

Es obligación del suministrante que en su oferta deberá de incluir los catálogos y curvas de las especificaciones técnicas de los equipos, materiales y accesorios ofertados.-

3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA BOMBAS TIPO TURBINA DE EJE VERTICAL Y BOMBAS TIPO SUMERGIBLE

3.5.1 GENERALES

Las bombas tienen que ser fabricadas en conformidad con la norma ANSI/AWWA E-101 última edición, diseñadas y construidas para operar satisfactoriamente en forma continua, ya que trabajarán a la intemperie ininterrumpidamente por un periodo de veinticuatro horas diarias.

Los rangos de eficiencia de las bombas serán:

- 84 al 85 % para caudales mayores de 1201 GPM
 - 81 al 83 % para caudales de 801 a 1200 GPM
 - 79 al 80 % para caudales de 501 a 800 GPM
 - 74 al 78 % para caudales de 201 a 500 GPM
 - 70 a 73% para caudales de 101 a 200 GPM
 - 60 a 65 % para caudales de 51 a 100 GPM
 - 50 % para caudales menores de 50 GPM
- En casos especiales las bombas que no satisfagan lo arriba indicado deberán ser sometidas a aprobación de ANDA antes de su adquisición.

Las bombas de eje vertical deben de ser de múltiples etapas, con descarga superficial, tubería de columna apropiado para el caudal y el eje de columna apropiado para la potencia, y considerando la profundidad de montaje y a las condiciones de trabajo,

ES OBLIGACIÓN:

Se deberá anexar en la OFERTA TECNICA toda la información de todo el material descriptivo de fabricación que sea necesario para mostrar las dimensiones y construcción de la bomba propuesta. Proporcionará además, las curvas características por etapa de la bomba y la curva del punto de operación de la bomba, que permita demostrar que la bomba ofrecida cumple con los requerimientos solicitados con el Caudal, CDT, y la Eficiencia en el listado de cantidades.

Para proyectos donde se solicita suministro e instalación se deberá incluir las recomendaciones del fabricante donde especifique en forma precisa el tipo de base recomendado para fijar el cabezal de descarga a la fundación. Se deberá indicar en un plano taller las dimensiones completas de los bloques de fundación, indicando la ubicación de los pernos de anclaje, espaciados correctamente, en base a cálculos estructurales realizados, los cuales deberán ser presentados en un contrato de obra.

VELOCIDAD DE ROTACION DE LA BOMBA TIPO TURBINA DE EJE VERTICAL: Nominal de rotación 1,800 ó 3,600 RPM según se especifique. Se aceptarán variaciones como máximo de un deslizamiento del +/- 5% con respecto a la velocidad nominal.

VELOCIDAD DE ROTACION DE LA BOMBA TIPO SUMERGIBLE: Nominal de rotación 3,600 RPM. Se aceptarán variaciones como máximo de un deslizamiento del +/- 5% con respecto a la velocidad nominal.

3.5.2 MATERIALES DE FABRICACION PARA BOMBA TIPO VERTICAL Y BOMBA TIPO SUMERGIBLE

Las bombas tipo turbinas y tipo sumergibles deberán ser de un material adecuado para resistir la corrosión y desgaste de acuerdo con las características particulares del agua, de tipo robusto y resistente para uso continuo, de hasta 5 arranques por hora sin calentarse. Su diámetro exterior debe ser el adecuado para su

instalación. Deberá cumplir con la Norma ANSI/AWWA-E101, última edición. La lubricación deberá ser adecuada para el uso en agua para consumo humano.

Todas las conexiones deberán ser desarmables, no se aceptarán uniones enchufadas y soldadas, ni partes hechas de planchas de acero o de plástico.

3.5.2.1 PARTES DE UNA BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL Y BOMBA TIPO SUMERGIBLE.

TAZONES INTERMEDIOS: Fabricación Estándar

- HoFo ASTM A48 - Clase 30 ó HoFoDo Clase 60, revestidos con tratamiento porcelanizado.
- Anillos de Tazón: Bronce ASTM B584
- Cojinetes de tazones intermedios: Bronce ASTM B505 o Hule ASTM C-425. (Según se solicite)
- Tipo de fijación entre tazones: Pernos de Acero

CAJA DE SUCCIÓN: Fabricación Estándar

- La caja de succión será fabricada en Hierro Fundido ASTM A48 Clase 30
- Anillos de caja de succión: Bronce ASTM B584
- Cojinete de la caja de succión, lubricado por grasa, protegido por un collar de bronce ASTM A584.
- Tipo de fijación entre tazones: Pernos de Acero

CAJA DE SALIDA: Fabricación Estándar

- La caja de salida será fabricada en Hierro Fundido ASTM A48 Clase 30, roscada.
- Anillos de caja de salida: Bronce ASTM B584
- El cojinete de la caja de salida Bronce ASTM A584
- Tipo de fijación entre tazones: Pernos de Acero

IMPULSORES: Fabricación Estándar

- Tipo cerrado, fabricados en bronce ASTM B584, dinámicamente balanceados.
- Se solicitará cuando ANDA así lo requiera que los impulsores deberán incluir un anillo de desgaste.

ANILLO DE SEGURIDAD PARA LOS IMPULSORES: Fabricación Estándar

- Anillo de seguridad (impeller lock collet): Acero ASTM A108.

EJE DE IMPULSORES: Fabricación Estándar

- Acero inoxidable AISI 416.

COLADOR DE HIERRO GALVANIZADO (para las bombas tipo turbina eje vertical):

- Tipo cónico, de acuerdo a Norma AWWA E101 para bomba tipo turbina a instalar en pozos.
- Tipo canasta "basket strainer" de acuerdo a Norma AWWA E101. Cuando para bomba tipo turbina a instalar en cisterna.

CABEZAL DE DESCARGA PARA BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL :

- Deberá cumplir en cuanto a la resistencia con lo establecido en la sección A6-10 hidrostatic tests ANSI / AWWA E-101. Será fabricado en:
- Hierro Fundido ASTM 48 TIPO F Clase 30, (según la presión de trabajo)
- Acero ASTM A-53 Grado BA (Fabricated Head). (según la presión de trabajo)
- Bridas para Cabezales de Hierro Fundido: Serán ANSI B16.1, Clase 125 ó ANSI B16.1, Clase 250.

- Bridas para Cabezales de Acero: Serán fabricadas en Acero al Carbón ASTM A-36 según ANSI B16.5 Clase 300.

CAJA DE LA PRENSA - ESTOPERAS CABEZAL DE DESCARGA PARA BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL:

- Hierro Fundido ASTM A48 CL-30, (según la presión de trabajo)
- Empaquetadura tipo cuadrada: grafitado CON INMERSIÓN EN GRAFITO
- Camisa del Eje (Top Shaft Sleeve): Acero inoxidable AISI 304
- PACKING GLAND: Bronce ASTM B584
- Pernos y tuerca de la prensa estopera: Acero

BRIDAS DE DESCARGA DE LOS CABEZALES PARA BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL:

- Bridas para Cabezales de Hierro Fundido: Serán ANSI B16.1, Clase 125 ó ANSI B16.1, Clase 250.
- Bridas para Cabezales de Acero: Serán fabricadas en Acero al Carbón ASTM A-36 según ANSI B16.5 Clase 300.

BRIDAS DE SOPORTE DE LOS CABEZALES DE DESCARGA (Top Column Flanges) PARA BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL:

- Cabezales de Hierro Fundido: Las bridas serán de Hierro Fundido ASTM A48 Clase 30 con pernos de acero.
- Cabezales de Acero: Las bridas serán de Acero ASTM A-53 con pernos de acero inoxidable.

EJE DE ROTACIÓN DEL MOTOR ELECTRICO VERTICAL:

- Acero inoxidable AISI 416 (longitud de acuerdo al tamaño de motor respectivo).
- Tuerca de ajuste del eje de rotación incluyendo el seguro: Acero ASTM A108 Grado B1113.

TUBERIA DE COLUMNA DE DESCARGA EQUIPO VERTICAL:

- Acero al carbón ASTM A53 Grado B.
- Camisa de la tubería de columna de descarga: Acero ASTM A108 Grado 1020.
- Rosca recta paso 8
- Longitudes de las secciones de columna: de 5 pies para velocidad de rotación de 3,600 RPM y 10 pies para velocidad de rotación de 1,800 RPM, según lo requerido

EJE DE COLUMNA PARA TUBERIA DE COLUMNA DE DESCARGA EQUIPO VERTICAL:

- Acero al Carbón AISI C-1045.
- Manguito del eje (Shaft Sleeves): Acero inoxidable AISI 304.
- Acople entre eje de columna de Acero al Carbón AISI 1215
- Longitudes de las secciones del eje de rotación: 10 ó 5 pies, según la velocidad respectiva.

PORTACOJINETE PARA EJE DE COLUMNA DE TUBERIA DE COLUMNA DE DESCARGA EQUIPO VERTICAL:

- Bronce ASTM B145 Aleación 836.
- Cojinete: Hule ASTM C-425.

NOTA: Para las bombas a ser instaladas en pozos profundos, el diámetro de la bomba deberá ser de 2" menor que el diámetro de revestimiento del pozo; las bombas que no cumplan esta condición *no se aceptarán.*

En casos especiales las bombas que no satisfagan lo arriba indicado deberán ser sometidas a aprobación de ANDA antes de su adquisición.

PARA EQUIPO DE BOMBEO CON BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL CON EJE DE TRANSMISION A INSTALARSE EN POZO PROFUNDO SE DEBE SUMINISTRAR

➤ **PRELUBRICACIÓN : (Aplicación en Bombas verticales)**

- Para el arranque la pre-lubricación (con agua) se realizara por medio de un tanque con suficiente cantidad de agua para lubricar los ejes de la bomba; o por medio del agua depositada en la línea de impulsión.
En ambos casos, el control del arrancador será provisto de un temporizador para que previo al arranque provoque por medio de una válvula solenoide que circule el agua desde el tanque ó de la línea de impulsión hacia la conexión en el cabezal; la conexión hidráulica será en tubería galvanizada donde este expuesta, de diámetro de 1"; evitando restricciones, reductores para el libre paso del agua. El tanque de reserva será de una dimensión mínima de 1 metro cúbico.
- La válvula solenoide de \varnothing 1" estará aislada con dos válvulas de compuerta de bronce de \varnothing 1" y con unión universal para facilitar el mantenimiento ó reemplazo. Se deberá proveer también de una válvula manual de bronce, en paralelo con la válvula solenoide, para en caso de obstrucción u otro problema en la válvula solenoide, el operador pueda prelubricar en forma manual.
- El tanque de prelubricación deberá mantenerse lleno. Cuando opere la bomba, otra tubería conectará la línea de impulsión con el tanque y con una válvula de flotador se controlará el llenado. De ser necesario, se instalará una válvula reguladora de presión para evitar altas presiones en este sistema

LÍNEA DE AIRE:

- Para el suministro e instalación de equipos de bombeo en pozos se debe de instalar tubería de \varnothing 3/4" PVC asegurada a la columna de la bomba con cuerda plástica, la longitud de la tubería será igual al nivel de bombeo más seis pies adicionales.

NOTA : Para las bombas a ser instaladas en pozos profundos, el diámetro de la bomba deberá ser de 2" menor que el diámetro de revestimiento del pozo.

En casos especiales las bombas que no satisfagan lo arriba indicado deberán ser sometidas a aprobación de ANDA antes de su adquisición.

CABEZAL DE DESCARGA PARA EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE

El cabezal constará de los siguientes elementos:

- Una placa superior de acero ASTM A36 que será capaz de soportar rígidamente el peso total del motor, bomba, cañería (columna) y el peso de la columna de agua, también deberá proveerse con ganchos para el montaje y desmontaje, un agujero para ventilación (con la correspondiente ventila sanitaria), niple de 50 cm. \varnothing 1", HoGo con dos codos de 90° y cedazo de cobre en la salida. Así mismo se proveerán dos agujeros con sus niples adicionales uno para el cable del motor y otro para control de niveles.
- Conexiones de la placa con la columna de la bomba y la línea de impelencia; para este efecto el cabezal será tipo L con niple de conexión de acero del mismo diámetro de la columna de la bomba (Se aceptaran reductores en los casos que se indiquen) con unión a rosca para la columna en un extremo y brida de acero clase 150 para conectarse a la línea de impelencia.

TUBERÍA DE COLUMNA DE DESCARGA EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE

La tubería de columna será de Acero Galvanizado, cedula 40 y en casos especiales debe ser de acero inoxidable tipo 304 según ASTM A 409 (18% cromo, 8% níquel) ó cuando las condiciones de instalación lo permitan, del material que el Licitante ofrezca como alternativa en función de las características químicas del agua, siempre y cuando sea aprobado por el Supervisor, de acuerdo a las especificaciones y normas internacionalmente aceptadas

- Los tubos incluyen.
- Rosca Cónica NPT
- Con camisa

PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO SUMERGIBLE A INSTALAR EN POZO SE DEBE SUMINISTRAR:

LÍNEA DE AIRE:

Se instalará tubería de \varnothing 3/4 " PVC asegurada a la columna de la bomba con cuerda plástica, la longitud de la tubería será igual al nivel de bombeo más seis pies adicionales.

VÁLVULA CHECK TIPO VERTICAL PARA EQUIPO BOMBEO SUMERGIBLE

Se debe incluir el suministro de una válvula check tipo vertical Hierro fundido, cierre suave controlada por resorte de acero inoxidable adecuada para soportar la presión de trabajo, del mismo diámetro de la tubería de descarga.

- Material hierro fundido
- Roscada tipo macho- hembra
- Diámetro según el requerido (según descarga de la bomba o columna de succión a instalar)
- Tipo resorte

CABLES SUMERGIBLES

Los cables sumergibles para conexión de los motores eléctricos sumergibles, deberán funcionar de acuerdo a su amperaje sin calentarse y estarán diseñados para uso hasta 600 V de AC, los conductores serán de cobre, estarán cableados reunidos en grupos de 4 conductores, serán aislados con PVC para usarse a 75 °C, será del tipo plano. Los cables para conexión de motores sumergibles deberán ser tipo THWN y cumplir con la Norma UL-83 u otras normas establecidas, equivalentes y aprobadas.

Los cables sumergibles para electrodos de control deberán ser de tipo TSJ # 16/3 AWG ó equivalentes y aprobados; deben incluir: abrazaderas (instaladas a cada 1.5 m), caja de control y los electrodos respectivos.

3.5.2.2 MATERIALES DE FABRICACIÓN PARA BOMBAS DE ACERO INOXIDABLE, TIPO VERTICAL Y TIPO SUMERGIBLE

TAZONES INTERMEDIOS: Fabricación Acero Inoxidable

- Acero Inoxidable 304 SS ,
- Anillos de Tazón: Acero Inoxidable 304 SS
- Cojinetes de tazonos intermedios: Teflón Graphalloy
- Tipo de fijación entre tazonos: Pernos de Acero Inoxidable 304 SS

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

CAJA DE SUCCIÓN: Fabricación Acero Inoxidable

- La caja de succión será fabricada en Acero Inoxidable 304 SS
- Anillos de caja de succión: Acero Inoxidable 304 SS
- Cojinete de la caja de succión, lubricado por grasa, protegido por un collar de Teflón Graphalloy.
- Tipo de fijación entre tazones: Pernos de Acero Inoxidable 304 SS

CAJA DE SALIDA: Fabricación Acero Inoxidable

- La caja de salida será fabricada en Acero Inoxidable 304 SS, roscada.
- Anillos de caja de salida: Acero Inoxidable 304 SS
- El cojinete de la caja de salida Teflón Graphalloy
- Tipo de fijación entre tazones: Pernos de Acero Inoxidable 304 SS

IMPULSORES: Fabricación Acero Inoxidable

- Tipo cerrado, fabricados en Acero Inoxidable 304 SS, dinámicamente balanceados.

ANILLO DE SEGURIDAD PARA LOS IMPULSORES: Fabricación Acero Inoxidable

- anillo de seguridad (impeller lock collet): Acero Inoxidable 304 SS.

EJE DE IMPULSORES: Fabricación Acero Inoxidable

- Acero inoxidable 304 SS.

3.5.3 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS BOMBAS

Se deberán suministrar la información técnica necesaria y los esquemas y detalles pertinentes para demostrar el cumplimiento de las Especificaciones. Como mínimo deberá presentar la siguiente información:

- Hoja de curvas características de la bomba que contenga: Caudal, CDT, eficiencia, BHP y NPSH.
- Características y límites de operación de los impulsores y tazones: tamaño máximo de eje, presión máxima de prueba, presión máxima de operación, número máximo de impulsores, juego del impulsor, juego del anillo de desgaste (Wearing Clearance), eje y columna acoplables a tazones e impulsores; diámetro de la conexión de succión.
- Constante de empuje, factores de ajuste de la eficiencia en función del número de etapas, materiales de construcción de la columna de la bomba; capacidad (horse power rating) del eje, peso de los ejes por pie lineal, diagramas o tablas para calcular el alargamiento del eje, tablas de fricción hidráulica de la columna, fricción mecánica en el eje, pérdida de potencia en el cojinete de empuje, tabla para calcular el espaciamiento de los apoyos de la columna de descarga y requerimientos de sumergencia.
- Presión de trabajo del cabezal de descarga, de las bridas de conexión y la capacidad de soporte de la brida de conexión para la columna de la bomba. El oferente deberá indicar el diámetro de la base del motor, la cual deberá ser adecuada para acoplarse al cabezal de descarga.
- Indicar la resistencia de los tazones considerando la carga de corte de la bomba.

En el suministro en adición a lo anterior, se deberá llenar y presentar los cuadros anexos a estas Especificaciones con todos los datos técnicos requeridos de cada equipo ofertado (Anexos No. 1 y 2) y acompañarlos de la literatura técnica, catálogos y tablas respectivas indicando claramente los datos que se han utilizado para llenar dichos cuadros.

Pruebas de bombas en fábrica

Para bombas tipo vertical iguales o mayores de 4000 gpm y cargas iguales o mayores a 900 pies se realizaran pruebas en fábrica en presencia de dos representantes de ANDA.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Los costos totales de esta actividad (pasajes, alojamiento, transporte, alimentación, etc.) deberán ser considerados por el contratista al presentar su oferta. No se aceptaran modificaciones en el monto del suministro del equipo por las pruebas en fabrica.

3.6 MOTORES ELÉCTRICOS

3.6.1 MOTOR ELÉCTRICO DE EJE VERTICAL

Los motores eléctricos de eje vertical deberán ser del tipo eje hueco vertical y cumplir con las siguientes características:

TIPO	: Motores de inducción, Jaula de ardilla, norma ANSI C.50.10, eje hueco.
SERVICIO	: Pesado, continuo a instalar en un ambiente tropical a la intemperie
CUBIERTA	: NEMA WP1
AISLAMIENTO	: NEMA TIPO F (mínimo)
VELOCIDAD	: Nominal de rotación: 1,800 ó 3,600 RPM según se especifique. Se aceptarán variaciones con respecto a la velocidad nominal, como máximo se aceptará un deslizamiento del +/- 5%.
CLASIFICACION	: Diseño C (Torque de arranque % torque a plena carga= de 200% a 250%)
MATRACA	: No giro inverso (N.R.R.) requerida.
FRECUENCIA	: 60 Hz
TEMPERATURA	: 40 °C
NUMERO DE FASES	: Una ó tres según se especifique.
FACTOR DE SERVICIO	: 1.15
FACTOR DE POTENCIA	: 85% Mínimo a plena carga
TENSION DE SERVICIO	: 230/460 V según se especifique en plan de oferta (se aceptara una variación del +/- 5% del voltaje nominal)
BASE DE ACOUPLE	: Igual a la del cabezal de descarga (no utilizar piezas complementarias).
TIPO DE ARRANQUE	: A plena carga o a voltaje reducido tipo rampa (electrónico suave / rampa), según se especifique. : A plena carga o a voltaje reducido tipo auto transformador, o con Variador de frecuencia, según se especifique.
EJE DEL MOTOR	: De acero inoxidable ANSI - 416 SS.
LUBRICACION	: Aceite ó Grasa (para motores de capacidad hasta 40 HP la lubricación puede ser de grasa en los dos cojinetes, para motores arriba de 40 HP la lubricación del cojinete superior deberá ser por aceite).
TRANSMISION DE LA POTENCIA A LA BOMBA	: Acople directo al eje de la bomba, sin fajas.
OREJAS DE LEVANTAMIENTO	: Requeridas
NOTA	Para motores mayores e iguales a 100 HP se debe incluir un sensor de vibraciones (vibraswitch).
EFICIENCIA	Los motores iguales o menores de 100 HP deberán ser de EFICIENCIA PREMIUM . Los motores mayores de 100 HP podrán ser de EFICIENCIA ESTANDAR O DE ALTA EFICIENCIA , según se indique (ver tabla siguiente).

a) Tabla de Eficiencia para Motores Eléctricos IEC & NEMA

IEC1: EFICIENCIAS ESTÁNDAR, 60 Hz

IEC2: ALTA EFICIENCIA, 60 Hz

IEC3: EFICIENCIA PREMIUM, 60 Hz, IGUAL QUE NEMA PREMIUM

No.	CAPACIDAD EN "HP"	2 POLOS (3600 RPM)			4 POLOS (1800 RPM)		
		IEC1	IEC2	IEC3	IEC1	IEC2	IEC3
1	1	77.0	75.5	77.0	78.0	82.5	85.5
2	1.5	78.5	82.5	84.0	79.0	84.0	86.5
3	2	81.0	84.0	85.5	81.5	84.0	86.5
4	3	81.5	85.5	86.5	83.0	87.5	89.5
5	5	---	87.5	88.5	---	87.5	89.5
6	7.5	87.5	88.5	89.5	87.5	89.5	91.7
7	10	87.5	89.5	90.2	88.5	89.5	91.7
8	15	88.5	90.2	91.0	89.5	91.0	92.4
9	20	89.5	90.2	91.0	90.5	91.0	93.0
10	25	89.5	91.0	91.7	91.0	92.4	93.6
11	30	90.2	91.0	91.7	91.7	92.4	93.6
12	40	91.5	91.7	92.4	92.4	93.0	94.1
13	50	91.7	92.4	93.0	93.0	93.0	94.5
14	60	92.4	93.0	93.6	93.0	93.6	95.0
15	75	93.0	93.0	93.6	93.2	94.1	95.4
16	100	93.0	93.6	94.1	93.2	94.5	95.4
17	125	93.0	94.5	95.0	93.5	94.5	95.4
18	150	94.1	94.5	95.0	94.5	95.0	95.8
19	200	94.1	95.0	95.4	94.5	95.0	96.2
20	250	94.1	95.4	95.8	94.5	95.4	96.2
21	300	94.1	95.4	95.8	94.5	95.4	96.2
22	350	94.1	95.4	95.8	94.7	95.4	96.2
23	400	94.2	95.4	95.8	94.7	95.4	96.2
24	450	95.2	95.4	95.8	95.0	95.4	96.2
25	500	93.8	95.4	95.8	94.6	95.8	96.2

MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos serán del tipo de arranque a voltaje completo o voltaje reducido. La potencia del motor se deberá transferir a la bomba por medio del eje principal acoplado mecánicamente al eje de la bomba, sin usar fajas. Los motores serán de alto empuje (capaz de resistir el empuje total de la bomba, incluyendo condición de corte), con baleros de alta eficiencia (High-Thrust), construidos para trabajar en clima tropical.

Para el suministro de motores eléctricos trifásicos, se deberá incluir por lo menos la siguiente información técnica:

- Potencia Nominal del Motor (HP)
- Número de Fases
- Frecuencia de línea, en ciclos por segundos o Hz.
- Velocidad de Rotación (rpm)
- Factor de Servicio
- Eficiencia a plena carga
- Factor de potencia a plena carga
- Tipo de cubierta
- Tipo de Servicio
- Aislamiento del embobinado
- Elevación de temperatura sobre el ambiente
- Altura de trabajo sobre el nivel del mar.
- Tipo de construcción NEMA
- Características de los cojinetes: Tipo, materiales, capacidad de empuje.
- Pérdida en el cojinete por cada mil libras de empuje
- Tensión de servicio, Voltios
- Corriente normal de operación, Amperios
- Corriente con motor bloqueado
- Dirección de giro del motor
- Grado de protección contra partículas y agua
- Tipo de conexión
- Propela de ventilación
- Marca del motor y año de fabricación
- Manual de instalación, operación y mantenimiento

Para los motores eléctricos verticales se deberá anexar Catalogo y el Certificado de Garantía.

NOTA : No se aceptarán motores eléctricos rebobinados ni de capacidades mayores a las indicadas en los Cuadros o Tablas, Listas de Cantidades y/o planos eléctricos, anexos a estas Especificaciones Técnicas. Si podrán ser de menor capacidad siempre y cuando se cumplan con las condiciones hidráulicas de operación establecidas.

Para Motores Eléctricos Verticales con potencias iguales o mayores de 700 HP se realizaran pruebas en fábrica en presencia de dos representantes de ANDA.

Los costos totales de esta actividad (pasajes, alojamiento, transporte, alimentación, etc.) deberán ser considerados por el contratista al presentar su oferta. No se aceptaran modificaciones en el monto del suministro del equipo por las pruebas en fabrica.

3.6.2 MOTORES ELECTRICOS VERTICALES SUMERGIBLES

El motor será del tipo inducción "jaula de ardilla" y capaz de operar continuamente bajo el agua con las condiciones propias del lugar. Será de la potencia, voltaje, frecuencia y factor de servicio especificado en

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

listado de cantidades, de acuerdo a las normas de construcción más recientes de la NEMA, lubricado por agua del tipo "water filled", estator enlatado cuando el agua este exenta de hierro y manganeso; y contra la presencia de arena (sand fighter).

El cojinete de empuje del motor deberá tener capacidad para soportar el empuje total incluyendo las condiciones de corte de la bomba. El eje del motor será de acero AISI - 416 SS.

Los motores sumergibles deberán incluir un sistema de protección contra trabajo en seco, serán trifásicos o monofásicos, Aislamiento clase F, para operar a tensiones de 230 ó 460 voltios y 60 Hz, adecuados para resistir variaciones de tensión de hasta $\pm 15\%$.

TIPO	: Motores eléctricos verticales sumergibles
SERVICIO	: Pesado, continuo a instalar sumergido
VELOCIDAD	: Nominal de rotación: 3,600 RPM según se especifique. Se aceptarán variaciones con respecto a la velocidad nominal, como máximo se aceptará un deslizamiento del 5%.
FRECUENCIA	: 60 Hz
TEMPERATURA	: De fabricación estándar y Hi-Temp según se indique.
NUMERO DE FASES	: Tres o una, según se especifique
FACTOR DE SERVICIO	: 1.15
LUBRICACION	: Agua
TENSION DE SERVICIO	: 230/460 V, según se especifique
BASE DE ACOUPLE	: Igual a la del tazón de succión de la bomba sumergible en la que se acoplará (no utilizar piezas complementarias).
TIPO DE ARRANQUE	: A plena carga o a voltaje reducido tipo rampa (electrónico suave / rampa) o autotransformador, según se especifique.
PROTECCION	: Contra la presencia de Arena (sand fighter)
NUMERO DE TERMINALES DEL MOTOR	: Tres fases + tierra (un conductor por fase + tierra).
EJE DEL MOTOR	: De acero inoxidable AISI - 416 SS.
EFICIENCIA	: Ver las siguientes tablas

1- Tabla de Eficiencia en motores sumergibles trifásicos para menos de 1000 voltios:

Motores sumergibles de $\varnothing 4''$

- 69% mínimo a plena carga, para motores de 2 HP
- 75 % mínimo a plena carga, para motores de 3 HP
- 74 % mínimo a plena carga, para motores de 5 HP
- 76 % mínimo a plena carga, para motores de 7.5 HP
- 75 % mínimo a plena carga, para motores de 10 HP

Motores sumergibles de $\varnothing 6''$

- 79% mínimo a plena carga, para motores de 5 HP a 10 HP
- 81 % mínimo a plena carga, para motores de 15 HP y 20 HP
- 83 % mínimo a plena carga, para motores de 25 HP a 50 HP
- 84 % mínimo a plena carga, para motores de 60 HP

Motores sumergibles de $\varnothing 8''$

- 86 % mínimo a plena carga, para motores de 40 HP
- 87 % mínimo a plena carga, para motores de 50 HP y 60 HP

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

- 88 % mínimo a plena carga, para motores de 75 HP a 100 HP
- 87 % mínimo a plena carga, para motores de 125 HP
- 88 % mínimo a plena carga, para motores de 150 HP a 200 HP

2- Tabla eficiencia en motores sumergibles monofásico para voltaje menos de 300 voltios

Motores sumergibles de ø 4"

- 70 % mínimo a plena carga, para motores de 1 HP
- 69 % mínimo a plena carga, para motores de 1.5 HP
- 71 % mínimo a plena carga, para motores de 2 HP
- 77 % mínimo a plena carga, para motores de 3 HP
- 76 % mínimo a plena carga, para motores de 5 HP

Motores sumergibles de ø 6"

- 77 % mínimo a plena carga, para motores de 5 HP
- 73 % mínimo a plena carga, para motores de 7.5 HP
- 76 % mínimo a plena carga, para motores de 10 HP
- 79 % mínimo a plena carga, para motores de 15 HP

Se deberá garantizar una adecuada resistencia al "UP THRUST" (empuje hacia arriba) en el momento de arranque de los equipos, debiendo indicar el valor de esa resistencia.

Se deberá anexar el Certificado de Garantía para los motores sumergibles

NOTA

Todos los motores eléctricos sumergibles deben de cumplir con la **Clasificación UL (Water Quality)**, es obligatorio presentar el certificado de cumplimiento.

POR CADA MOTOR SUMERGIBLE SUMINISTRADO SE DEBE INCLUIR:

- Acople de acero inoxidable para acoplamiento de eje bomba con eje motor
- Los 4 pernos de acero inoxidable para sujetar la bomba al motor.

3.6.2.1 PROTECCIONES PARA MOTORES SUMERGIBLES

- Es un dispositivo diseñado para proteger los motores eléctricos trifásicos sumergibles contra las condiciones de fallas más comunes como las siguientes:

- Baja carga / Sobre carga.
- Bajo Voltaje/Alto Voltaje.
- Desbalance de corriente
- Inversión de fases.
- Sobrecalentamiento del motor.
- Arranque frecuente o repetido (fuera de lo normal)

3.6.2.2 ENFRIAMIENTO DE MOTORES SUMERGIBLES

Cuando se solicite suministro e instalación de motores sumergibles se debe de instalar una camisa de enfriamiento (tubo inductor de flujo) para ser enfriados por un flujo completo del agua, dicha camisa deberá cubrir como mínimo la succión de la bomba y al motor completo. La camisa de enfriamiento deberá fabricarse con material resistente a la corrosión.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

La instalación de la Camisa de Enfriamiento varía según sea el caso de los diámetros del pozo y el diámetro del motor sumergible. En casos especiales en que la camisa no pueda ser instalada la propuesta de solución deberá ser sometida a aprobación de ANDA antes de la adquisición del equipo.

3.6.2.3 SUMINISTRO

Para el suministro de motores eléctricos sumergibles trifásicos, se deberá incluir por lo menos la siguiente información técnica:

- Potencia Nominal del Motor (HP o KW)
- Número de Fases
- Frecuencia de línea, en ciclos por segundos o Hz.
- Velocidad de Rotación (rpm)
- Factor de Servicio
- Tensión de servicio, Voltios
- Corriente normal de operación, Amperios
- Flujo de enfriamiento
- Eficiencia nominal del motor
- Factor de potencia a plena carga
- Clase de aislamiento
- Tipo de Servicio
- Tipo de protección eléctrica
- Cable sumergible según norma AWWA E101, párrafo B 4.2.1
- Capacidad del cojinete de empuje, 5 años mínimo de vida útil de garantía bajo operación continua.
- Marca del motor y año de fabricación
- Manual de instalación, operación y mantenimiento

3.7 PANEL DE ARRANQUE Y CONTROL (ARRANCADORES)

Se instalará un panel de arranque y control para cada motor el cual se alimentará desde el interruptor termomagnético principal, será trifásicos (a menos que se especifique lo contrario).

Los paneles de control deberán cumplir las siguientes características:

TIPO DE ARRANQUE:

Pleno voltaje, por autotransformador, voltaje reducido tipo rampa con bypass (electrónico suave / rampa) o por variador de frecuencia (según se especifique)

CAPACIDAD, (HP):

De acuerdo a la potencia del motor eléctrico o según se indique.

NÚMERO DE FASES: 1 ó 3

VOLTAJE DE OPERACIÓN (fuerza): 240/480 voltios, según se especifique.

VOLTAJE DE CONTROL: 240 voltios.

FRECUENCIA: 60 Hz

GABINETE:

TIPO NEMA 1 con lámina de hierro con esmalte al horno (ANSI-61) sobre pintura anticorrosiva, con puerta y cerradura, con empaques que eviten la entrada de insectos, polvo y otros animales, bornera para neutro y tierra. Será del tipo **auto soportado vertical, cerrado completamente** o con capacidad de instalarse en pared, ventilación forzada en casos de arrancadores electrónicos logrando una circulación de aires que expulse el aire caliente.

Los espacios dentro del panel deberán estar definidos, un espacio para el circuito de fuerza; otro para el circuito de control, todos los dispositivos estarán al frente y espaciados según lo precise el fabricante; Los capacitores instalados de tal forma que en caso de falla no dañen demás componentes. Conductores arreglados diferenciando los colores para los circuitos de medición y circuitos de control, preferiblemente instalados en bandejas plásticas.

PROTECCIONES:

- **Sobretensión:** por medio de un pararrayo secundario.
- **Corto-Circuito:** por interruptor termomagnético cuya capacidad en amperios esté de acuerdo a la potencia que debe proteger, según la capacidad del motor.
- **Sobrecarga:** esta protección será por relevadores de corriente tipo electrónico o bimetálico, ajustable, para proteger un rango de corrientes demandadas por el motor (corriente nominal a plena carga más el factor de servicio).
- **Sensor o monitor de voltaje para protección de:** Bajo y alto voltaje, pérdida de fase, inversión de giro, desbalance de voltaje, estas protecciones deberán estar en una sola unidad, deberá traer el dispositivo para rangos de ajuste.
- **Protección por falla a tierra:** Esta protección se podrá realizar a través de un relé con su respectivo transformador diferencial (se indicará en las especificaciones técnicas particulares).
- **Alto nivel de agua:** esta protección se aplicará para equipos instalados en pozos o cisternas y que tengan que llenar tanques de almacenamiento o cisternas, con el objeto que suspenda la operación cuando éstos se encuentren llenos (tanques o cisternas). El arrancador contará con el dispositivo necesario para realizar esta función.
- **Bajo y alto nivel de agua:** esta protección será aplicable para aquellos equipos que operen en pozos y cisternas. Las protecciones contra alto y bajo nivel se efectuarán por medio de un switch de electrodos integrado por tres electrodos de acero inoxidable, tres cables AWM1056 #18, 600 voltios, un cuerpo LB conduit \varnothing 1/2" conectado a 2 m de coraza LT \varnothing 1/2" con sus conectores rectos y. Estos electrodos se instalarán dentro de su respectivo tubo protector de PVC perforado, cuando se trate de cisternas.
- **Prelubricación:** El sistema de prelubricación será controlado por el arrancador a través de una salida temporizada, el proceso comenzará una vez recibida la orden de marcha ya sea en modo automático o manual, temporizador contará un tiempo llamado de prelubricación, en el cual mandará a energizar (abrir) una válvula solenoide que dará paso al agua de prelubricación, una vez pasado este tiempo la válvula solenoide será desenergizada (cerrará) y se enviará la orden de marcha al arrancador. Podrá en pozos profundos mayores a los 350 pies necesitar que la prelubricación se mantenga hasta que el pozo expulse el agua a la superficie.
- Se deberá suministrar todos los accesorios detallados en el numeral 2.5.2, de estas Especificaciones para la prelubricación.
- Todas las protecciones deben responder para el arranque y paro de los equipos en las posiciones manual y automático.
- **Contra las vibraciones del motor (solo para motor de eje hueco tipo vertical).** Esta protección será aplicable para motores eléctricos verticales iguales o mayores a 200 HP, para tal efecto el motor deberá traer incorporado un protector por excesiva vibración-
- Todas las protecciones deben responder para el arranque y paro de los equipos en las posiciones manual y automático.

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

- Para el sistema de control se podrá incorporar un relé programable, (micro PLC) con el cual se ajustaran los tiempos de control de: prelubricación; protecciones de vibración; alto y bajo nivel de cisterna ó pozo local; alto y bajo nivel de tanque ó cisterna a distancia; y alguna otra particularidad.
- El relé programable no tendrá clave de protección para acceder al programa; además se entregará copia del programa aplicado junto con los documentos del arrancador.
- En aplicaciones con arrancadores electrónicos, las protecciones podrán aplicarse en estos dispositivos.
- Cuando los fabricantes especifiquen la utilización de fusibles rápidos como en algunos arrancadores electrónicos, estos deberán ser incorporados.
- Instalar seccionadores de aislamiento en la utilización de arrancadores electrónicos
- **Interruptor de presión:** El sistema de paro y arranque de la bomba podrá ser controlado por medio de un interruptor de presión, este interruptor de presión estará monitoreando la presión en la línea de impelencia, ajustándose en campo la presión de paro del equipo de bombeo y presión de arranque del equipo de bombeo, inicialmente se requerirá un rango de 20 PSI mínimo entre paro y arranque, el proceso comenzará una vez recibida la orden de marcha ya sea en modo automático o manual, el PLC contara un tiempo de verificación de presión, en el cual mandara la orden de marcha o de paro al arrancador y por ende al motor .
- Todas las protecciones deben responder para el arranque y paro de los equipos en las posiciones manual y automático.
- Las protecciones por vibración, sobre presión, baja presión, tendrán incorporadas temporizadores que aislen transitorios en el momento de arranque y paro, ó de cualquier otra índole.

MEDICIONES ELÉCTRICAS:

- Todo panel de control deberá traer incorporado un voltímetro analógico y un amperímetro analógico con selector para medir las tres fases, en ambos instrumentos,
- Un contador de horas de operación-
- Adicionalmente a los medidores analógicos se incorpora un medidor digital para medir potencia activa, reactiva, factor de potencia y energía, este medidor deberá estar protegido con interruptor termomagnético ó fusibles independientes de las protecciones de control del arrancador.
- Los gabinetes para motores sumergibles deben de llevar al frente medidores analógicos y protector de motor sumergible programable para lecturas de voltaje, corriente, censar la temperatura del motor, protección por baja corriente y por sobre carga.
- Para paneles con variadores de frecuencia se incorpora en sustitución del medidor digital un analizador de frecuencia que incorpore las mediciones de armónicos en voltaje y corriente.
ANALIZADOR DE REDES que mida, calcule y visualice los parámetros eléctricos en redes trifásicas. Un display iluminado, con la opción de comunicación a un ordenador, memoria de registros, circuito de alimentación de 230 V, con software que incluya la licencia. Los parámetros eléctricos que debe medir son los siguientes:
 - Tensiones (simples y compuestas)
 - Corrientes (simples, compuestas y corriente de neutro)
 - Potencias trifásicas (activa, inductiva, capacitiva y aparente)
 - Factor de potencia y coseno ϕ trifásico.
 - Máximas demandas.
 - Energías (activa, inductiva, capacitiva y aparente)
 - Frecuencia.
 - % THD (en voltaje y corriente).
- El analizador de redes debe ser capaz de medir en verdadero valor eficaz, debe ser completamente programable en el terreno y debe estar protegido por clave para evitar cambios indeseados. El equipo debe ser capaz de soportar de forma permanente una sobrecorriente del 20%, una sobretensión del 15% y una caída de tensión del 10%. Debe permitir visualizar los parámetros de modo rotativo, pantalla tras pantalla cada 5 segundos; debe ser capaz de registrar los valores máximos y mínimos

LUCES INDICADORAS:

- El panel de control deberá tener luces piloto debidamente identificadas que indiquen: marcha, paro, sobrecarga, bajo nivel del pozo ó cisterna; alto nivel del pozo ó cisterna; alto nivel para el llenado de tanques y cisternas; prelubricación y por vibración del motor, sobre presión, etc.
- La luces indicadoras serán de tecnología de led.

ROTULACIÓN

- **Las Viñetas que se colocan en la puerta de los arrancadores para la identificación de elementos deben ser de plástico en alto relieve.**

OPERACIÓN:

- El panel de control deberá tener incorporado un selector de tres posiciones: manual, paro y automático (M o A). Para la operación manual deberá traer un pulsador arranque y otro de paro (ARRANQUE PARO).
 - (A) Para la operación manual, los equipos de bombeo conectados a líneas de impelencia que descargan en cisternas el arranque y el paro serán controlados con la intervención del operador, la botonera y control de nivel de la cisterna respectivo.
 - (B) Equipos de bombeo cuya línea de impelencia descargan en tanques de almacenamiento o cisterna, su funcionamiento será controlado con un circuito que comprenderá un interruptor de presión. El paro se producirá por un incremento de 10 lbs. o más. sobre la presión de operación normal en la estación de bombeo y el arranque se producirá por la presión de la carga estática en la estación, en este caso el momento del arranque será controlado por medio del relé programable, en un rango regulable de 0.5 a 6 horas. Para la operación de esta protección el contratista deberá suministrar e instalar en el tanque de almacenamiento o cisterna una válvula tipo mariposa motorizada; En caso de no existir energía eléctrica en el tanque la válvula podrá ser tipo flotador con todos sus accesorios para su correcta instalación incluyendo el dispositivo de control incorporado en el arrancador. En el caso que en la estación de bombeo se encuentren dos equipos funcionando y uno en reserva el contratista deberá implementar un circuito de control apropiado similar al anterior ó alternativamente empleando el interruptor de presión y el PLC para asegurar que las bombas no van arrancar en forma simultánea en cualquiera de estas alternativas, el contratista deberá incluir en su oferta el diagrama del tipo de circuito de control que haya decidido implementar
 - (C) En el caso que en la estación de bombeo se encuentren más de dos equipos deberá implementar de control apropiado para asegurar que las bombas no arranquen en forma simultánea en cualquiera de estas alternativas.
 - (D) En todo caso se deberá autorizar por el Supervisor los diagramas del arrancador en cada caso en particular.
- **Transformador de control:** El voltaje de control será 120/240 voltios. Cuando el voltaje de operación sea 480 voltios el panel de control deberá tener incorporado un transformador de control con capacidad para alimentar todos los dispositivos de control del arrancador pero no será menor de 300 VA.

NOTA :

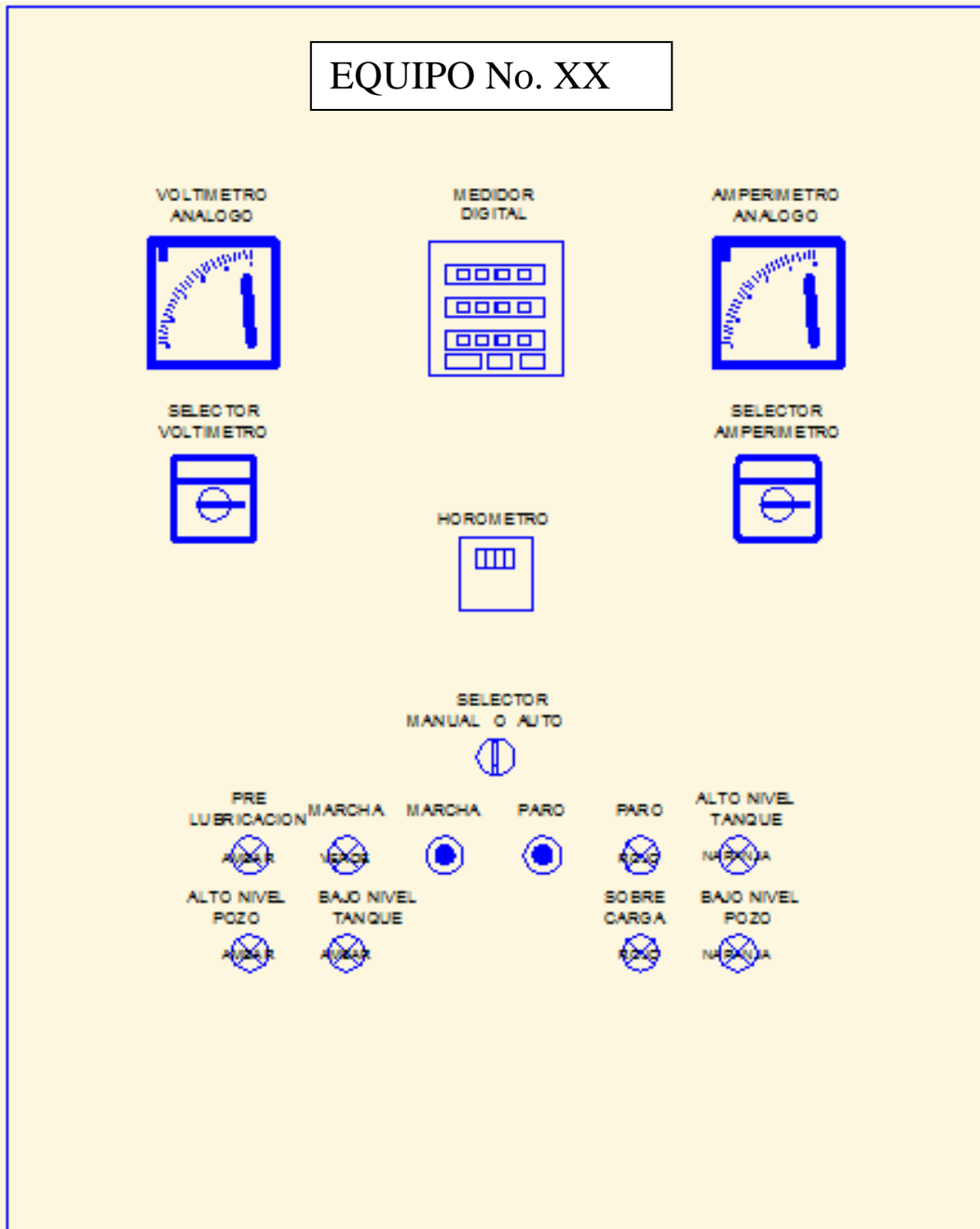
- El Suministrante deberá presentar, por cada arrancador, el respectivo diagrama de fuerza y control eléctrico.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

- Todos los componentes que se han detallado para la correcta operación y protección del arrancador deberán estar incluidos dentro del ítem del suministro del equipo de bombeo.
- El PLC, tendrá la capacidad de detectar las lecturas de todos los captadores de señal que se indican en todo el sistema y todos los procesos de temporización. Sus funciones básicas deben comprender la detección, el mando, dialogo hombre-máquina y programación.
- Se debe incluir la entrega del software, cables y demás accesorios necesarios para leer y variar los programas.

TÍPICO DEL FRENTE DE ARRANCADOR PARA EQUIPO DE BOMBEO VERTICAL EN POZO



3.7.1 ARRANCADORES PARA MOTORES SUMERGIBLES

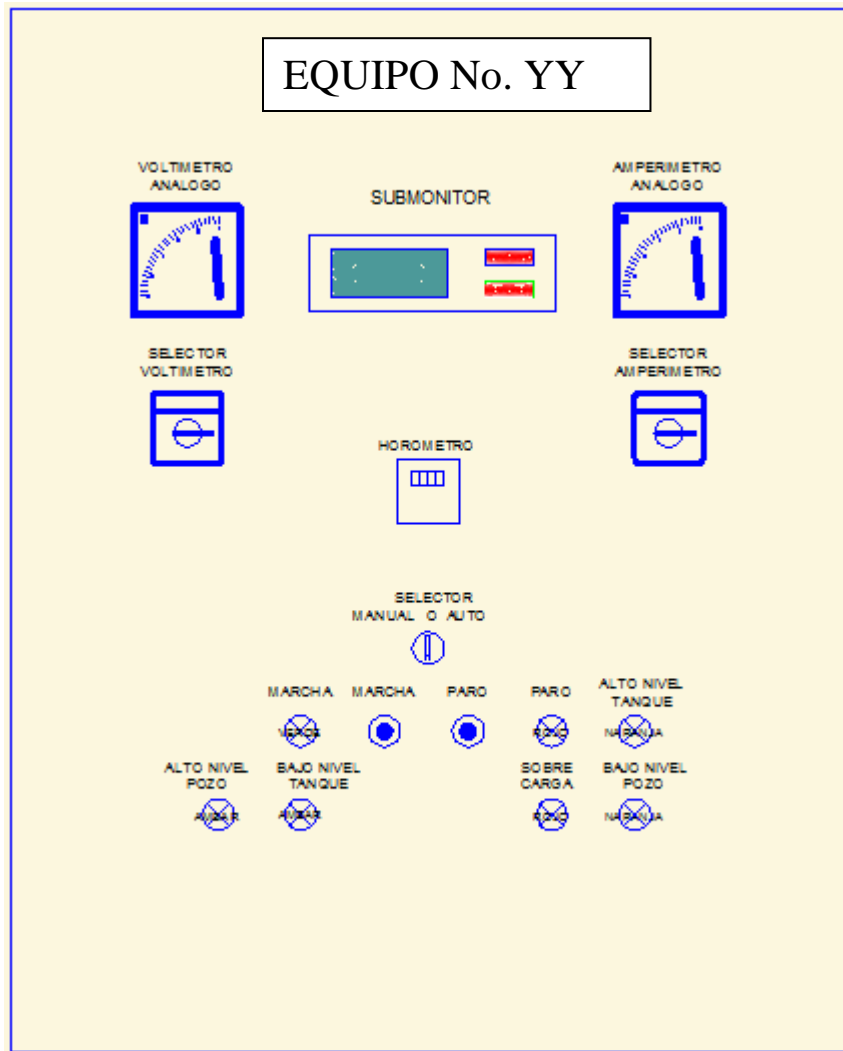
Los arrancadores para los motores sumergibles deben cumplir con todas las especificaciones técnicas descritas en el numeral anterior 3.7 (donde aplique).

Además de lo detallado anteriormente en el arrancador se debe instalar un dispositivo de protección programable que garantice por lo menos las siguientes protecciones:

- Baja carga / Sobre carga.
- Bajo Voltaje/Alto Voltaje.
- Desbalance de corriente
- Inversión de fases.
- Sobrecalentamiento del motor.
- Arranque frecuente o repetido (fuera de lo normal)

Se deberá presentar, por cada arrancador, el respectivo diagrama de fuerza y control eléctrico.

PUERTA TIPICA DE UN ARRANCADOR PARA EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE EN POZO



3.8 VARIADOR DE FRECUENCIA O DE VELOCIDAD

3.8.1 GENERALIDADES

1. Deberá traer incluido sensor de presión y los accesorios necesarios para su buen funcionamiento, y propia protección del motor a controlar.
2. Deberá hacer funcionar eficientemente un motor trifásico, asíncrono, de inducción, de corriente alterna, con carga de par variable.
3. El sistema deberá poder proporcionar toda la información que permita conocer su estado de funcionamiento actual y evaluar sus acciones y las del equipo de bombeo, que conlleve a la determinación de indicadores de eficiencia operativa y administrativa.
4. Sensor y Transmisor de Presión: Debe estar específicamente diseñado para funcionar en forma asociada con VDF, para los efectos de control digital automatizado de bombeo de agua, a presión constante. Tendrá salida de 4 a 20 mA y un rango de presión según convenga

3.8.2 COMPONENTES

3.8.2.1 CARACTERISTICAS Y FUNCIONES.

1. El convertidor de frecuencia variable debe ser del tipo de Modulación de Ancho de Pulso(PWM) y contar con un sistema de control de vector de tensión para generar una salida cercana a la onda sinusoidal perfecta, para reducir los altibajos de voltaje y de corriente que producen los convertidores estándar del tipo PWM.
2. El convertidor de frecuencia debe convertir la entrada de corriente alterna (monofásica o trifásica) de frecuencia fija en frecuencia y tensión variables para controlar la velocidad de motores trifásicos de corriente alterna. La intensidad del motor debe aproximarse mucho a una onda sinusoidal. La tensión del motor debe variar con la frecuencia para que la corriente de magnetización deseada en el motor siga siendo la adecuada para controlar el equipo de bombeo.
3. El convertidor de frecuencia debe contar con bobinas en el circuito intermedio y llevar una reactancia de CD integral para minimizar las armónicas de la red y garantizar un factor de potencia mínimo del 93%. Debe haber reactancias en los polos positivos y negativo del circuito intermedio.
4. El convertidor de frecuencia debe traer incorporado de serie, una función que optimice automáticamente la energía recibida, que permita ajustar en forma dinámica la intensidad suministrada a una carga de par variable en beneficio del factor de potencia y de la eficiencia del motor. Con esta característica se pretende reducir las tensiones cuando el motor no este cargado y minimizara las perdidas del motor.
5. El convertidor de frecuencia variable deberá contar de serie, con un algoritmo de auto ajuste del motor que pueda determinar los parámetros eléctricos de una electrobomba conectada y a motor parado, a fin de optimizar el rendimiento del motor y mejorar su arranque.
6. Deberá contar con un controlador capaz de aceptar dos señales de realimentación y dos consigna. La respuesta ante las diferencias de consigna/realimentación debe ser programable.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

El diseño deberá incluir un controlador completo con consignas para proveer el control del proceso en lazo cerrado hasta con dos transmisores de señal, cada uno con su propio punto de ajuste independiente, resultando esto en ahorros de energía. El controlador deberá permitir que el convertidor de frecuencia controle la velocidad del motor basada en los siguientes programables: Máximo/Mínimo, promedio, suma y diferencia.

7. Para lograr un mayor ahorro energético, el Convertidor de frecuencia debe poder apagarse por si solo, cuando en funcionamiento no cumpla el propósito que determine la señal del control. Esta característica debe estar disponible en modo estándar (lazo abierto) y en modo PID (lazo cerrado). Para impedir que el convertidor de frecuencia se encienda y apague constantemente, podrá seleccionarse una consigna de sobre alineamiento cuando la unidad funcione en modo PID. El convertidor de frecuencia deberá contar con una función de temporizador en modo "reposo" automático con función de "boost", la cual operara cuando la carga se encuentre por debajo de los ajustes mínimos. Esta señal permitirá que el variador de velocidad se encienda/apague mientras monitorea constantemente la referencia de control durante funcionamiento a baja carga. En modo de lazo abierto, esta función deberá poner al convertidor de frecuencia en modo "standby" automáticamente, cuando la señal de referencia caiga por debajo del nivel programado.
8. El convertidor de frecuencia deberá convertir el voltaje local $v \pm 10\%$, 1ϕ ó 3ϕ , 50/60 Hz. de la alimentación de potencia a un voltaje de salida y frecuencia ajustable. El voltaje de salida fundamental RMS deberá ser igual al voltaje de entrada fundamental RMS $\pm 1\%$, para proveer el par nominal sin incrementar amperaje por encima del nominal de placa o tener que utilizar el factor de servicio del motor.
9. Las armónicas de salida hacia el motor, deberán ser menores al 5% para eliminar el calentamiento innecesario del motor, además de tener el equipo la capacidad reducir al mínimo la producción de armónicas al sistema de suministro de energía eléctrica de la instalación donde se instala el convertidor de frecuencia.
10. La relación voltaje/frecuencia, deberá ser apropiada para el control de bombas centrifugas. No se acepta ajustar una relación voltaje/frecuencia constante o fija, para prevenir daños al equipo conectado y para optimizar el uso de energía eléctrica.
11. Debe suministrarse un filtro de paso bajo con el controlador PID para procesos de control de parámetros de cualquier índole para una segura y correcta operación del sistema de bombeo en cuestión.
12. Deberá contar con filtros RFI integrados y capacidad de controlar el motor hasta una longitud de cable de hasta 300 m.

3.8.2.2 CONTROL.

1. Para la programación, control y monitoreo local, el convertidor de frecuencia deberá contar con una interface con pantalla alfanumérica, iluminación de fondo, en idioma español, que pueda mostrar continua y simultáneamente, un mínimo de 4 datos de funcionamiento y 3 condiciones operativas y que cuente con teclado para la comunicación con el convertidor.
2. El teclado debe disponer de interruptores selectores Local/Remoto para arrancar y detener el motor; hacer posible la selección de una referencia local o remota independiente de Local/Remoto, la referencia de velocidad local debe ser ajustable desde el teclado y poder montarse remotamente a una distancia de hasta 3 metros.
3. Debe contar con menús de ajuste de parámetros y debe ser posible establecer un bloqueo de teclado externo al convertidor de frecuencia para impedir programaciones no autorizadas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

4. Deberá ser posible tener comunicación con los convertidores de frecuencia bajo los protocolos Profibus, Modbus RTU, en cualquiera de sus versiones presentes en el mercado, de manera opcional, para trabajar con el hardware disponible.
5. Debe ser posible programar una conversión de realimentación para que el Convertidor de frecuencia interprete presiones como flujos. Esto debe lograrse convirtiendo automáticamente la señal cuadrática de presión en una señal lineal de flujo.
6. Debe ser posible aumentar/disminuir la velocidad, en respuesta a señales digitales.
7. Debe estar provisto de un medidor de tiempo transcurrido y potencia en kWh.
8. El convertidor de frecuencia debe detectar pérdidas de carga y emitir advertencia o fallo de falta de carga, debe almacenar en memoria los últimos 10 fallos y registrar todos los datos de funcionamiento. Deben proveerse cuatro entradas digitales programables como mínimo para conectarse con el control del sistema y el circuito de bloqueo de seguridad.
9. Deben proveerse un mínimo de tres entradas analógicas programables y se aceptara una señal de conexión directa/inversa. Las entradas de referencia analógicas incluirán 0-10 Vcc, 0-20 mA y 4-20mA.
10. Deben proveerse un mínimo de dos salidas analógicas programables para indicar el estado del convertidor de frecuencia. Estas salidas serán programables para velocidad de salida, tensión, frecuencia, corriente eléctrica y kW.

3.8.2.3 PROTECCIONES.

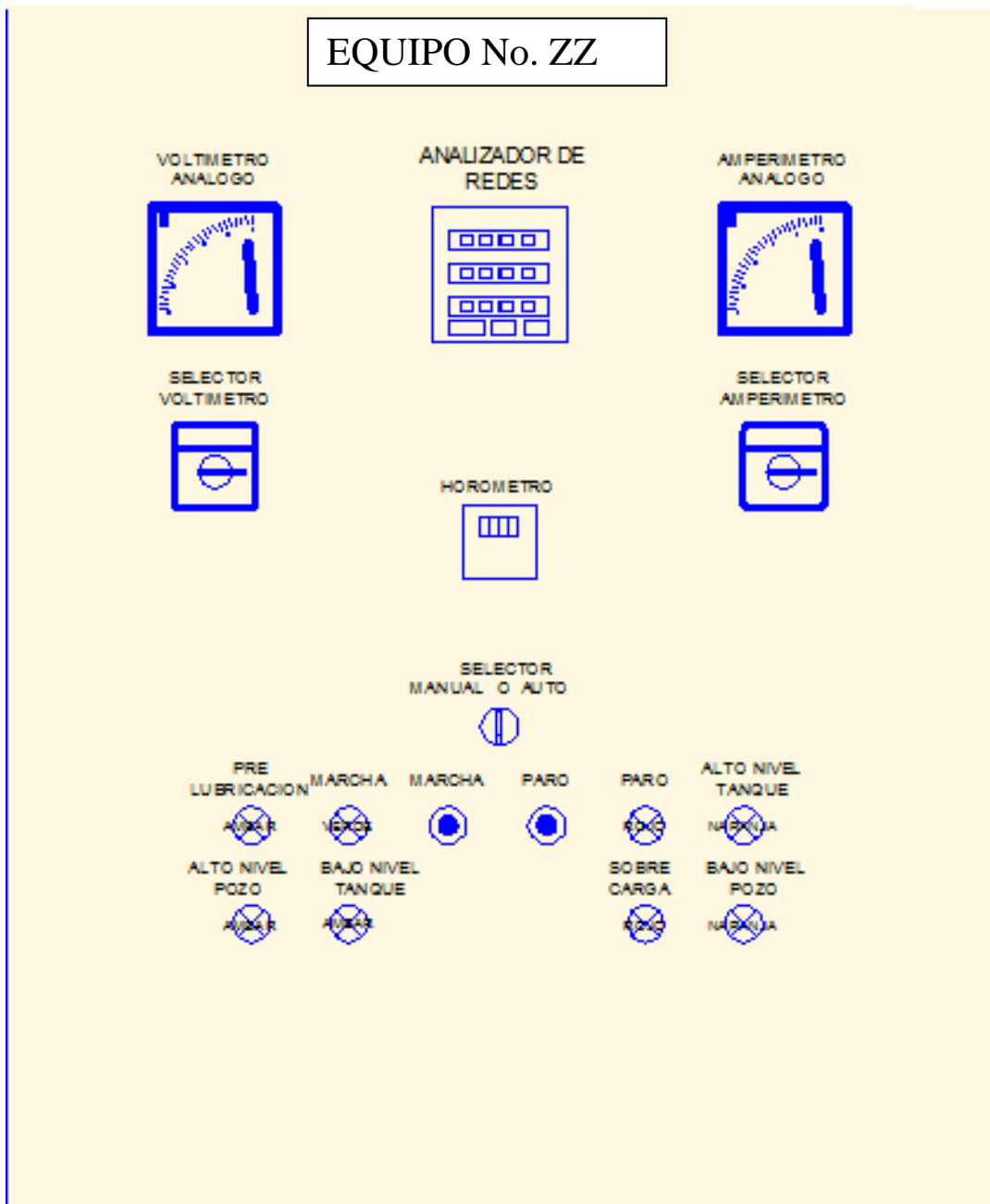
1. Protección electrónica contra sobrecargas del motor para aplicaciones de un solo equipo, incluyendo las sobrecargas termo magnéticas.
2. Protección contra transitorios de entrada, pérdida de fase en línea de CA, soportar cortocircuitos de cualquier índole sin que sufra daño alguno a nivel de entrada de alimentación o a lo largo en su trayecto de alimentación a la carga (motor), fallos a tierra en cualquiera de sus circuitos de entrada o salida al motor, sobre tensión, excesos de temperatura del convertidor de frecuencia y del motor. El convertidor de frecuencia debe indicar los fallos en la pantalla digital (display) con texto normal. Para lo cual no se aceptaran códigos que sean de uso exclusivo de fábrica y no identificables al usuario o no incluidos en los manuales de operación y/o mantenimiento que deberán entregar debidamente al usuario en cuestión.
3. Protección del convertidor de frecuencia contra pérdidas prolongadas de potencia o fase. El convertidor de frecuencia debe incorporar una función de mantenimiento para pérdida de potencia del control de 300 mseg. Como máximo para eliminar desconexiones.
4. El convertidor de frecuencia debe incorporar una característica de funcionamiento permitido que exporte una señal "de espera de funcionamiento permitido" a una salida digital cuando se emita una señal de arranque al convertidor de frecuencia. El convertidor de frecuencia no debe arrancar hasta que reciba la señal de "preparado" de un contacto externo.
5. El convertidor de frecuencia debe incorporar varias frecuencias de by-pass con ancho de banda ajustable para evitar que resonancias mecánicas destruyan el equipo a controlar.
6. Para evitar averías en el aislamiento del bobinado del motor, el convertidor de frecuencia deberá incluir reactores a la salida, incluidos dentro del mismo gabinete del equipo.
7. El convertidor de frecuencia debe enganchar un motor en rotación hacia delante o hacia atrás a máxima velocidad para evitar desconexiones.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

8. El convertidor de frecuencia debe disponer de una o varias entradas para termistores en línea.
9. El convertidor de frecuencia debe incorporar un arranque de par constante para evitar desconexiones.
10. El convertidor de frecuencia debe incorporar el ajuste automático del tiempo de rampa para evitar desconexiones.
11. El convertidor de frecuencia debe poder reducir automáticamente la intensidad máxima de la unidad para permitir su funcionamiento continuo a baja velocidad en caso de excesos de temperatura, pérdidas de fase o desequilibrio de la red sin dañarse. Deberá ser capaz de reducir automáticamente la intensidad máxima de la unidad cuando la temperatura ambiente sea sostenida por encima de +45 °C y deberá continuar operando hasta +55 °C como mínimo o cuando exista pérdida de una fase de entrada.

EJEMPLO DE LOS COMPONENTES, LUCES Y ROTULACIÓN EN LA PUERTA DE UN ARRANCADOR CON VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EQUIPO DE BOMBEO EN CISTERNA.



3.9 CAPACITORES

La corrección del factor de potencia se efectuará utilizando capacitores (condensadores) ensamblados y conectados dentro del gabinete del arrancador o fuera de este (en el piso o pared); si es instalado fuera del arrancador deberá alojarse en un gabinete metálico. TIPO NEMA 1.

Los capacitores deberán ser del tipo seco, sellados, sin partes expuestas, autocicatrizante en caso falla interna; cada capacitor deberá traer una resistencia de descarga; serán adecuados para trabajar en clima tropical. Serán Instalados con fusibles incorporados limitadores de corriente.

Estos deberán operar a 60 Hz a los niveles de voltajes especificados (240 ó 480 voltios), trifásicos. Los capacitores a ser suministrados deberán cumplir con las siguientes normas:

- Norma Americana ASA C551
- Norma Alemana VDE O560
- Ensayos UL 810

Se deberá incluir para cada motor trifásico el suministro de un banco de capacitores, de una capacidad en KVAR lo suficiente para asegurar un factor de potencia igual o mayor de 0.95; este deberá incluir su cableado de conexión al panel de arranque y control, un dispositivo de protección y/o desconexión.

3.10 INTERRUPTOR PRINCIPAL O GENERAL

Se entenderá por interruptor principal o general (IP ó IG) al medio de desconexión de la carga, el cual tendrá la tarea de conectar o desconectar de la subestación todas las cargas (paneles de control, motores eléctricos, circuitos de luces, etc).

La capacidad de este dependerá de la carga efectiva en operación, de conformidad con lo establecido por el NEC, el suministro incluye un gabinete TIPO NEMA 1, para alojar el interruptor. Los gabinetes del interruptor traerán incorporados cuatro barras colectoras (tres fases más neutro) y serán de la capacidad adecuada para manejar la carga, este tipo de gabinete será instalado cuando en la planta de bombeo existan de dos o más equipos o según lo indicado en los cuadros anexos de estas Especificaciones y/o planos eléctricos.

Cuando en la planta de bombeo existan dos o más equipos y sea requerido en las especificaciones particulares se deberá instalar un medidor que mida, calcule y visualice los principales parámetros eléctricos en redes triásicas. Los parámetros eléctricos que debe medir son los siguientes:

- Tensiones de línea de fases
- Intensidad de Corrientes
- Corriente de neutro)
- Frecuencia.
- Potencias trifásicas activa, inductiva, capacitiva y aparente
- Factor de potencia.
- Máximas demandas.
- Energías activa, inductiva, capacitiva

El equipo debe ser capaz de medir en verdadero valor eficaz, debe ser completamente programable en el terreno. El equipo debe ser capaz de soportar de forma permanente una sobrecorriente del 20%, una sobretensión del 15% y una caída de tensión del 10%. Debe permitir visualizar los parámetros de modo rotativo debe ser capaz de registrar los valores máximos y mínimos.

El interruptor principal será del tipo termomagnético, debiéndose incluir como parte de su información lo siguiente:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

- Capacidad del interruptor en cortocircuito, kiloamperios simétricos.
- Capacidad Nominal, amperios.
- Interruptor principal ó ramal
- Número de polos
- Rango de voltaje, AC
- Rango de disparo ajustable
- Marca y año de fabricación.

NOTA : Se suministrará un interruptor principal por cada estación de bombeo, de acuerdo a lo indicado en los cuadros anexos de estas Especificaciones y/o planos eléctricos.

ES OBLIGACIÓN:

Se deberá anexar en la OFERTA TECNICA toda la información de todo el material descriptivo de fabricación que sea necesario para mostrar las dimensiones y construcción del Arrancador propuesto. Proporcionará además, las especificaciones y características que permita demostrar que el Arrancador ofrecido cumple con los requerimientos solicitados con la Potencia. Tipo de Arranque, Voltaje de operación, Voltaje de Control, el tipo de NEMA en el listado de cantidades.

3.11 TRANSFORMADOR SECO TIPO MONOFASICO

Se suministrará un transformador seco monofásico, para voltajes 480V/240-120V, con una capacidad de 5 KVA, encargado del suministro de energía para los circuitos de luces y tomas. Este poseerá próximo a él un interruptor termomagnético, en su lado primario para su protección, instalado en pared en caja NEMA 1, con una capacidad de 15A/2P, 480V. Se indicarán los lugares o Plantas de Bombeo donde se instalarán este tipo de transformadores

ES OBLIGACIÓN:

Se deberá anexar en la OFERTA TECNICA toda la información de todo el material descriptivo de fabricación que sea necesario para mostrar las dimensiones y construcción del Transformador Seco propuesto. Proporcionará además, las especificaciones y características que permita demostrar que el Transformador Seco ofrecido cumple con los requerimientos solicitados con la Potencia Voltaje de operación en el listado de cantidades.

3.12 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION (MONOFASICOS)

Estos transformadores serán del tipo distribución, convencionales y monofásicos, para montaje en postes, estructuras, bases de concreto, etc., operación a la intemperie y enfriados por aceite.

3.12.1 CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

Número de Fases y Conexión.

Los transformadores de distribución serán de tipo monofásico, devanado primario único con cambiador de derivación incorporado y devanado secundario con toma central, para distribución secundaria 120/240V. o 240/480V

Voltaje Nominal de los Devanados.

Devanado Primario.

El voltaje del devanado primario deberá ser acuerdo al nivel del voltaje suministrado, a la Planta de Bombeo, por la Distribuidora de Energía Eléctrica en ese sector.

Devanado Secundario.

El voltaje secundario podrá ser 120 / 240 ó 240 / 480 voltios, según la necesidad de cada lugar y de acuerdo a lo que se especifique en el cuadro de ofertas.

Características del Sistema Eléctrico primario donde se conectaran los transformadores.

En la tabla 3.1 se presenta un resumen de las características del sistema en que deberán operar los transformadores:

Tabla 3.1
CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS

CARACTERISTICA	NIVEL DE VOLTAJE DEL SISTEMA		
	23 KV	13.2 KV	4.16 KV
VOLTAJE NOMINAL	23 KV rms	13.2 KV rms	4.16 KV rms
VOLTAJE MAXIMO	25.8 KV rms	15.0 KV rms	5.0 KV rms
PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	SOLIDAMENTE ATERRIZADO	SOLIDAMENTE ATERRIZADO	SOLIDAMENTE ATERRIZADO
FRECUENCIA NOMINAL	60 HZ	60 HZ	60 HZ
NUMERO DE FASES/HILOS	¾	¾	¾
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO TRIFASICA MAXIMA	25 KA rms	15 KA rms	15 KA rms

Cambiador de Derivaciones Sin Carga.

Estos transformadores deberán tener un cambiador de derivaciones externo para operación desenergizado. El cambiador de derivaciones deberá ser provisto de paradas que identifiquen las posiciones de voltaje superior e inferior del derivador. La manija del selector de derivaciones externo deberá extraerse hacia o cerca de la parte posterior del transformador (opuesta a los terminales de conexión secundaria). Esta deberá rotar en dirección horaria desde una derivación de mayor voltaje hasta una derivación de voltaje inferior en el devanado primario. Estará diseñado de tal forma que se necesite un paso previo para realizar un cambio en la derivación, con el objeto de prever operación accidental. Los cambios porcentuales en el nivel de tensión de los transformadores serán los estipulados en la tabla 3.2

Tabla 3.2
Valores Nominales y Cambiador de Derivaciones Para Transformadores de Distribución Monofásicos.

DEVANADO DE PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR		
NIVEL DE VOLTAJE	CAMBIADOR DE DERIVACIONES	
	ALTO	BAJO
2400/4160GrdY	Ninguna	2.34/2.28/2.22/2.16 KV
7620/13200GrdY	Ninguna	8.00/7.81/7.62/7.429/7.239 KV
14400/24940GrdY	Ninguna	14.4/13.8/13.2/12.87/12.54 KV

Límite de Incremento de Temperatura.

Los KVA nominales serán continuos y se basarán en el principio de no exceder una elevación de temperatura promedio de 65°C en los devanados del transformador

Niveles de Aislamiento.

Cada terminal de línea de un devanado se le deberá asignar un nivel de aislamiento al impulso básico (BIL) de la tabla 3.3, de acuerdo al voltaje de operación.

Tabla 3.3

RELACION ENTRE VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA Y EL NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO BIL		
VOLTAJE NOM. DEL SISTEMA (KV rms)	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO (KV pico)	
	PRIMARIO	SECUNDARIO (120/240) (240/480)
2.4/4.16 KV Grd Y	60	30
7.6/13.2 KV Grd Y	95	30
14.1/24.9 KV Grd Y	125	30

3.12.2 EFICIENCIA

Los valores de eficiencia en ningún caso podrán ser inferiores a los establecidos en la norma NEMA TP1 (Guía para la Determinación de la Eficiencia de Energía para transformadores de Distribución), tal como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

Niveles de Eficiencia para Transformadores de Distribución Monofásicos de llenado con aceite según NEMA clase 1

Condición de Referencia	Temperatura	% de Carga de Placa
Pérdidas con Carga	55 °C	50 %
Pérdidas sin carga	20 °C	50%
KVA	Eficiencia	
10	98.4	
15	98.6	
25	98.7	
37.5	98.8	
50	98.9	
75	99.0	
100	99.0	
167	99.1	
250	99.2	
333	99.2	
500	99.3	

3.12.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.

Los terminales de los devanados de alta y baja tensión del transformador que salgan del tanque estarán completamente aislados y equipados con medios de desconexión del tipo sin soldadura (mecánicos), los cuales deberán estar estañados. Los del lado primario serán apropiados para acomodar conductor cobre sólido #4, y los secundarios acomodarán como mínimo el calibre AWG 1/0 y hasta 500 MCM. Los últimos, además de ser adecuados para conductores de cobre y aluminio, estarán provistos de medios para mantener una presión de contacto adecuada sobre el conductor para compensar los efectos de contracción y dilatación producidos por cambios de temperatura.

Los extremos del devanado primario deberán salir a través de la tapadera del tanque por medio de los bushings. Para los transformadores de 2.4-4.16GrdY KV y clase de aislamiento 5KV los terminales podrán salir lateralmente a través de las paredes del tanque.

Las conexiones del devanado secundario deberán salir por medio de aisladores terminales de paso a través de las paredes del tanque.

Los conductores de cobre del devanado primario deberán tener aislamiento de barniz.

La preservación del aceite será por medio de un tanque sellado. Se deberá proveer una tapa de registro en la cubierta del transformador para permitir la inspección interna y los cambios en las conexiones internas.

Para reducir al mínimo el valor de la impedancia, el tipo de construcción bobina/núcleo para transformadores de más de 50KVA será tipo concha (shelltype), utilizando doble núcleo y una bobina. La bobina estará enrollada con dos secciones secundarias de 120V y una sección primaria, en una configuración baja-alta-baja, que se refiere a enrollar primero una sección secundaria, después la sección primaria, y por último otra sección secundaria.

Todos los transformadores de estas especificaciones, deberán tener papel aislante adecuado para aumentos de temperatura con carga máximos de 65°C.

Las bobinas del transformador deberán tener un revestimiento de un compuesto acrílico, para proporcionar máxima resistencia contra cortocircuitos.

3.12.4 PERDIDAS

Las pérdidas máximas recomendadas para los transformadores de distribución son las siguientes

Tabla 3.5

PERDIDAS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

CAPACIDAD (KVA)	CLASE DE AISLAMIENTO					
	HASTA 15 kV			HASTA 25 kV		
	VACIO	CARGA	TOTALES	VACIO	CARGA	TOTALES
10	47	131	178	57	131	188
15	62	182	244	75	184	259
25	86	282	368	100	294	394
37.5	103	388	491	107	380	487
50	118	496	614	122	493	615
75	186	648	834	215	696	911
100	235	826	1061	265	898	1163

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

3.12.5 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

El aceite del transformador deberá ser mineral, nuevo, NO PCB, de alta calidad, larga vida, y deberá cumplir con los requerimientos de ASTM TIPO II D3487. Además deberá llevar un aditivo inhibidor que mejore la resistencia a la oxidación, a la formación de emulsión y que evite el asentamiento. Deberá cumplir con la norma ANSI C57.106 referente a la utilización de aceites en equipos nuevos. Junto con la oferta se deberá presentar información sobre las características físicas, eléctricas y químicas del aceite ofrecido y el aditivo inhibidor.

El núcleo del transformador deberá ser de acero de grano orientado y laminado en frío. El devanado primario será de cobre y el secundario de aluminio. El tanque del transformador estará hecho de material resistente y recubierto con pintura anticorrosiva

Los bushings primario y secundario estarán hechos de porcelana procesada en húmedo de alto grado comercial. Bushings secundarios de material diferente se aceptarán siempre y cuando el fabricante demuestre que son de calidad superior a los de porcelana descritos.

Los transformadores de dos devanados tendrán los devanados primarios designados con la letra H, y los secundarios con la letra X, siendo de polaridad sustractiva cuando H1 y X1 sean adyacentes, y aditiva cuando estén localizados en forma diagonal.

La polaridad de todos los transformadores monofásicos de capacidades menores o iguales a 167 KVA, y con bobinas de alto voltaje menores o iguales a 7.62KV, deberán ser de polaridad aditiva. Todos los demás transformadores serán de polaridad sustractiva.

El fabricante deberá suministrar Certificado de ensayos y pruebas de laboratorio rutinarias y de muestreo de los transformadores de distribución, además serán provistos de un reporte certificado de las pérdidas. También deberá proporcionar la siguiente información básica, además de suficiente literatura técnica descriptiva de los transformadores que se ofrecen con sus dimensiones y pesos:

- a) Pérdidas de excitación.
- b) Pérdidas totales a 85°C.
- c) Pérdidas en los devanados.
- d) Corriente de excitación.
- e) Regulación a factores de potencia de 0.8 y 1.0.
- f) Eficiencia.
- g) Impedancia

3.12.6 DATOS DE PLACA

Para el suministro de transformadores de distribución eléctrica se deberán incluir por lo menos las siguientes características constructivas:

- Número de serie.
- Clase (OA, ONAN).
- Número de fases.
- Frecuencia.
- Potencia en KVA.
- Voltajes nominales.
- Voltajes en derivaciones.
- Rango de elevación de temperatura (° C).
- Polaridad.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

- Impedancia porcentual.
- Nivel Básico de aislamiento al impulso (BIL).
- Peso aproximado en libras.
- Diagrama de la conexión.
- Nombre del fabricante.
- Referencia a instrucciones, operación e instalación.
- Las palabras "Transformador" y "NO PCB".
- Tipo de líquido aislante.
- Material del que está hecho cada devanado

Cuando se forme una subestación trifásica con dos o tres transformadores monofásicos, la impedancia de los dos o tres transformadores tendrá que ser igual.

(El Contratista deberá incluir un certificado de prueba de fábrica especificando los resultados)

ES OBLIGACIÓN:

Se deberá anexar en la **OFERTA TECNICA** toda la información de todo el material descriptivo de fabricación que sea necesario para mostrar las dimensiones y construcción del Transformador Monofásico o Trifásico propuesto. Proporcionará además, las especificaciones y características que permita demostrar que el Transformador Monofásico o Trifásico ofrecido cumple con los requerimientos solicitados con la Potencia, Voltaje de operación, Aislamiento y Eficiencia en el listado de cantidades.

NOTA : No se aceptarán transformadores reconstruidos.

3.13 POSTES

3.13.1 POSTE DE CONCRETO

3.13.2 CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL.

Los postes serán de hormigón reforzado de forma troncocónica e interior hueco, deberán ser fabricados por el proceso de centrifugado, utilizando cemento, arena de río y grava N° 1.

3.13.3 CARACTERÍSTICA DE DISEÑO.

Los postes de concreto deberán reunir los requisitos listados en la tabla . El suministrante deberá anexar los datos de los pesos aproximados de cada clase de poste

Tabla 3.6

CARACTERISTICAS DE LOS POSTES DE CONCRETO CENTRIFUGADO

Longitud Metros (pies)	Diámetro Exterior		Peso Libras	Resistencia de Diseño (Libras) Factor de Seguridad 2	Refuerzo sugerido Ø = 7mm
	Punta cm	Base cm			No. De varillas
10.60 (35)	16.5	32.5	1900	500	8
12.00 (40)	16.5	34.5	2200	750	11
13.50 (45)	16.5	39.0	3200	1000	13

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

El refuerzo deberá ser de varillas de acero fabricadas bajo norma ASTM A421, dispuestas longitudinalmente y en forma espiral, de punta a base.

Los postes de 35 pies de altura y mayores, deberán ser provistos de un alambre de acero galvanizado AWG N° 4, el cual deberá ser un conductor continuo (sin empalmes) en toda su longitud, desde el extremo a nivel del neutro hasta el extremo a nivel de la base. El segmento de alambre saliente a nivel del neutro deberá tener una longitud de 30 cm como mínimo y el de la base, una longitud equivalente a la longitud nominal de empotramiento del poste más 20 cm como mínimo.

3.13.4 ACABADO.

Los postes deben ser acabados en el color natural del concreto en toda su superficie, la cual debe estar libre de porosidad e imperfecciones originadas por deficiencias en la fabricación, tales como escorias producidas por mala fluidez del concreto, burbujas originadas por mala compactación de los materiales, grietas no capilares, desprendimientos de concreto, etc.

Los agujeros no deberán presentar protuberancias, tampoco deberán estar obstruidos, presentar porosidad o desprendimientos en su interior.

3.13.5 MARCADO.

Se marcaran los poste indicando que es una línea de propiedad de ANDA, con pintura sobre el poste ó agregando un rótulo instalado con cinta bandit bien asegurada.

3.13.6 TRANSPORTE.

Todo poste de concreto deberá ser transportado desde la fábrica al lugar de destino, a través de equipo de rastra o contenedor, de modo que la longitud total del poste permanezca apoyada en superficie sólida y evitar daño por vibración en el transporte. Además, la descarga de estos en el lugar de destino deberá efectuarse de manera gradual y uniforme hasta ubicarlos en su lugar.

3.13.2 POSTE METÁLICO (ACERO GALVANIZADO)

3.13.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL Y ACABADO

Los postes de acero galvanizado serán fabricados con lámina de acero de alta resistencia, según norma ASTM A-570 cubiertos por un baño de galvanización en caliente según norma ASTM A-123 que cubra completamente ambas superficies, interior y exterior, compuesto por una o varias piezas de sección transversal cilíndrica o poligonal, de forma cónica, para efectuar un ensamble fácil entre ellos, el espesor de la lámina será como mínimo de 3 mm y cada sección prefabricada en forma cónica no excederá los 10 metros de longitud, la sección que conforme la parte inferior del poste opcionalmente tendrá soldada una base lisa y circular de acero para empotramiento directo al suelo.

Las soldaduras longitudinales de cada sección, se efectuarán antes del galvanizado en caliente, este galvanizado deberá cumplir con las normas establecidas.

3.13.2.2 DIMENSIONES

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

La forma del poste podrá ser cónica circular o cónica poligonal de una cantidad de lados igual o mayor a doce.

El poste podrá ser de forma cónica circular o cónica poligonal, de una sola pieza o de más de una sección, lo cual será especificado por el usuario del producto.

En el caso de postes seccionados, el empalme de los elementos será tipo telescópico.

El traslape mínimo de las uniones deslizantes es de 1.5 veces el diámetro interior del elemento hembra. El empalme podrá realizarse en fábrica o en la obra según conveniencia del usuario.

El número y la longitud de las secciones dependerán de las condiciones de peso y transporte. La parte inferior del poste debe estar diseñada para ser empotrada directamente en tierra o en un macizo de cimentación (hormigón).

Los postes deberán ir provistos en la sección superior (punta) de una tapadera de metal galvanizado de 1 a 2 mm. De espesor, y en forma convexa, para evitar la penetración de agua, insectos u otro animal.

La dimensión del poste relativa al diámetro está en relación con el espesor de la chapa de acero utilizada, no obstante, el diámetro sugerido en la punta y base del poste es de 15 a 17 cm y 28 a 30 cms, respectivamente.

Se admitirán las siguientes tolerancias:

Longitud de sección $\pm 0.25\%$

Longitud total $\pm 0.5\%$

Dimensiones transversales + 5% (exteriores).

Tabla 3.7
ALTURA DE LOS POSTES DE ACERO GALVANIZADO
CON FACTOR DE SEGURIDAD DE 2.

ALTURA Pies (mts)	RESISTENCIA MECANICA DE DISEÑO NOMINAL Libras (KN) Factor de seguridad	RESISTENCIA MECANICA ULTIMA Libras (KN)
35' (10.6)	500 (2.22)	1000 (4.45)
40' (12.0)	750 (3.34)	1500 (6.67)
45' (13.7)	1000 (4.45)	2000 (8.90)

3.14 CORTACIRCUITOS

Estos serán suministrados con el nivel de aislamiento propio para cada nivel de voltaje en cada Planta de Bombeo (15 KV voltaje nominal máximo, 95 KV BIL ó 27 KV voltaje nominal máximo, 125 BIL), 100 amperios continuos, con conectores mecánicos, serán del tipo rural a montar por herrajes

a) Aislador:

El aislador o los aisladores deberán fabricarse de porcelana procesada en húmedo de buen grado comercial, con distancias de fuga de 231.14 mm y 325.12 mm para los cortacircuitos de 15kV y 27kV respectivamente.

La superficie entera del aislador, con excepción de la superficie alrededor de la pieza de sujeción para el montaje, deberá ser lisa y libre de imperfecciones. El aislador será de porcelana color gris cielo.

b) Portafusible:

Deberán ser fabricados de fibra de vidrio de alta resistencia y grado comercial, con un recubrimiento contra la radiación ultravioleta.

Este deberá aceptar todos los fusibles estandarizados tipo NEMA
 Las piezas metálicas de montaje de los cortacircuitos deberán ser galvanizadas.
 El galvanizado deberá efectuarse de acuerdo a las especificaciones de la norma ANSI/ASTM A153 – 82.

El cortacircuito deberá suplirse con un soporte para montaje en la parte media del aislador, de dimensiones compatibles con los herrajes de montaje estandarizados EEI/NEMA tipo “B” de 940 Lbs para cortacircuitos. La línea central que va a través de los extremos superior e inferior del aislador del portafusible deberá estar a un ángulo de desviación de entre 15° y 20° con respecto a la vertical.

La capacidad del fusible será de acuerdo a la subestación y/o línea primaria a proteger, estos deberán ser del tipo K ó T.

El cortacircuito deberá estar provisto con un mecanismo de indicación de que el circuito se ha interrumpido.

3.15 PARARRAYOS DE DISTRIBUCIÓN

Estos serán clase 3 KV, 10 KV ó 21 KV, según se especifique en cada lugar, de acuerdo al nivel de voltaje de cada Planta de Bombeo (4.16 KV, 7.6/13.2 KV ó 14.4/24.9 KV), del tipo montaje por herraje.

3.15.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES.

Voltajes nominales de los pararrayos.

Los voltajes nominales de ciclo de trabajo estándar para los pararrayos de distribución y su correspondiente voltaje máximo de operación continua (MCOV) se muestran en la tabla 3.8

Tabla 3.8

VOLTAJES NOMINALES PARA PARARRAYOS DE DISTRIBUCIÓN	
VOLTAJE DE CICLO DE TRABAJO (KV rms)	MCOV (KV rms)
10	8.40
21	17.0

3.15.2 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.

Los pararrayos deberán ser de alta no linealidad y de bajas pérdidas a voltaje nominal debido a su muy baja corriente de fuga.

El terminal de tierra deberá proveer una identificación visual desde el suelo si el pararrayos se ha dañado internamente.

El único aislamiento entre la fase primaria y tierra deberá ser la válvula interna. No tendrán ningún entrehierro externo adicional (Gapless).

El elemento valvular entrará instantáneamente en conducción a un nivel preciso de voltaje, y dejará de conducir cuando dicho nivel de voltaje caiga.

Los pararrayos de distribución se suministrarán con los terminales de conexión tipo perno con sus respectivas tuercas y arandelas para conexión a la línea y a tierra. Estas podrán alojar en forma segura conductores de cobre o de aluminio con calibres desde #6 AWG sólido, hasta #2 AWG cableado de 4.1 hasta 7.2 mm de diámetro.

3.15.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.

El aislador del pararrayo se fabricará de porcelana procesada en húmedo de buen grado comercial, o de material polimérico 100% silicona, de excelente resistencia a la tracción, alta hidrofobicidad y resistencia a la radiación solar ultravioleta. Ambos materiales serán lo suficientemente fuertes para soportar los esfuerzos magnéticos transitorios que se den durante el ciclo de trabajo del pararrayos.

Elementos valvulares hechos de materiales óxido-metálicos de resistencia altamente no lineal, de preferencia óxido de zinc.

3.15.4 ACABADO.

La superficie entera del aislador del pararrayos deberá ser lisa y libre de imperfecciones. El aislador será de porcelana color gris cielo. Las partes metálicas expuestas, con excepción de las de un tamaño menor o igual a 6 mm deberán ser galvanizadas en caliente bajo la norma ASTM A153-82.

3.15.5 MONTAJE.

Cuando el material aislante de los pararrayos sea porcelana, la pieza de montaje de éste, será metálica; si el material es polimérico, dicha pieza será de poliéster reforzado con fibra de vidrio u otro material sintético que proporcione las mismas características de alto esfuerzo mecánico y alta resistencia a la tracción.

3.15.6 MARCADO.

El tipo y el número de identificación deberán dar a conocer el diseño y la construcción del pararrayos completo. Cualquier cambio en las características de operación, diseño o construcción que pueda afectar la aplicación o el desempeño del pararrayos deberá de acompañarse con un cambio en la identificación. La siguiente información mínima deberá ser firmemente adherida o colocada como parte integral de cada pararrayos:

- Clasificación del pararrayos.
- Nombre o marca del fabricante.
- Tipo o número de identificación propio del fabricante (catálogo).
- Voltaje de Ciclo de Trabajo.
- Máximo Voltaje Continuo de Operación (MCOV).
- Año de fabricación.
- Voltaje nominal.
- BIL.
- Tecnología (óxido de zinc).

3.16 AISLADORES PARA LINEAS PRIMARIAS

3.16.1 AISLADORES TIPO COLUMNA DE PORCELNA

3.16.1.1 CARACTERISTICA DEL MATERIAL.

Los aisladores deberán fabricarse de porcelana procesada en húmedo de buen grado comercial. La cavidad roscada será de zinc para poder ser usada con espigas cabeza de plomo o de acero. El material de relleno entre las piezas de porcelana será cemento, invariable en volumen ante los cambios de temperatura y envejecimiento, y a la vez de alto esfuerzo compresivo.

3.16.1.2 ACABADO.

La superficie entera del aislador deberá ser lisa y libre de imperfecciones, el color de los aisladores deberá ser gris cielo.

La superficie del aislador circundante al área de soporte y amarre del conductor (canales laterales y centrales), así como el área interna roscada de la porcelana misma, deberá estar recubierta de un barniz semiconductor que cortocircuite las líneas de campo eléctrico de gran concentración en estos puntos, con el objeto de reducir la radio interferencia por descargas corona.

3.16.1.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

Los aisladores deberán cumplir con las normas mostradas en las tabla 3.9.

**TABLA 3.9
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
DE LOS AISLADORES TIPO COLUMNA**

CLASE ANSI	57-1	57-3
DATOS ELÉCTRICOS		
FLAMEO DE BAJA FRECUENCIA EN SECO (KV)	80	125
FLAMEO DE BAJA FRECUENCIA EN HUMEDO (KV)	60	100
FLAMEO CRITICO A IMPULSO POSITIVO (KV)	130	210
FLAMEO CRITICO A IMPULSO NEGATIVO (KV)	155	260
VOLTAJE DE APLICACIÓN (KV)	23	46

3.16.1.4 MARCADO.

Cada aislador deberá presentar el símbolo de identificación del fabricante, la clase ANSI y el año de fabricación. Estas marcas deberán ser legibles, durables y no dañar la integridad física del aislador.

3.16.1.5 EMBALAJE.

Los aisladores de columna deberán empacarse individualmente en cajas de madera, cartón u otro material (excluyendo metales) lo suficientemente resistente diseñadas de modo que se proteja la integridad del producto, en el manejo y transporte

3.16.2 AISLADORES TIPO ESPIGA

3.16.2.1 CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL.

Los aisladores deberán fabricarse de porcelana procesada en húmedo de buen grado comercial. La cavidad roscada será de zinc para poder ser usada con espigas cabeza de plomo o de acero.

El material de relleno entre las piezas de porcelana será cemento, invariable en volumen ante los cambios de temperatura y envejecimiento, y a la vez de alto esfuerzo compresivo.

Deberán cumplir con las normas ANSI C29.1, ANSI C29.6, ANSI C 29.5 y su correspondiente clase ANSI.

3.16.2.2 ACABADO.

La superficie entera del aislador deberá ser lisa y libre de imperfecciones, el color de los aisladores deberá ser gris cielo.

La superficie del aislador circundante al área de soporte y amarre del conductor (canales laterales y centrales), así como el área interna roscada de la porcelana misma, deberá estar recubierta de un barniz semiconductor que cortocircuite las líneas de campo eléctrico de gran concentración en estos puntos, con el objeto de reducir la radio interferencia por descargas corona.

3.16.2.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

Los aisladores deberán cumplir con las normas mostradas en las tabla 3.10

**TABLA 3.10
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
DE LOS AISLADORES TIPO ESPIGA**

CLASE ANSI	55-4	56-1	56-4
DATOS ELECTRICOS			
FLAMEO DE BAJA FRECUENCIA EN SECO (KV)	70	95	140
FLAMEO DE BAJA FRECUENCIA EN HUMEDO (KV)	40	60	95
FLAMEO CRITICO A IMPULSO POSITIVO (KV)	110	150	225
FLAMEO CRITICO A IMPULSO NEGATIVO (KV)	140	190	260
VOLTAJE DE APLICACIÓN (KV)	13.2	24.9	46

3.16.2.4 MARCADO.

Cada aislador deberá presentar el símbolo de identificación del fabricante, la clase ANSI y el año de fabricación. Estas marcas deberán ser legibles, durables y no dañar la integridad física del aislador

3.16.2.5 EMBALAJE

Los aisladores serán empacados individualmente en cajas de madera u otro material lo suficientemente resistente y con la apropiada protección, de modo que se protejan las campanas del aislador en el manejo y transporte.

3.16.3 AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE PORCELANA

3.16.3.1 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

Los aisladores deberán fabricarse de porcelana procesada en húmedo, de buen grado comercial, la cual presentará una resistencia a la compresión doce veces superior que la resistencia a la tensión.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

La porcelana con que se construyen los aisladores de suspensión debe estar esmaltada y presentar las siguientes características:

Características de la porcelana eléctrica:

- a) Alta rigidez dieléctrica.
- b) Porosidad cero.
- c) Alta resistencia al choque térmico.

Las partes metálicas a excepción de los pines y pasadores, serán hechos de hierro maleable de buen grado comercial, o de acero fundido, galvanizado en caliente de acuerdo a especificación ASTM A 153.

El material de relleno entre la porcelana y las partes metálicas del aislador será cemento tipo, invariable en volumen ante los cambios de temperatura y envejecimiento y a la vez de alto esfuerzo compresivo.

Los pasadores y los pines deberán ser fabricados de acero galvanizado en caliente

3.16.3.2 ACABADO.

La superficie expuesta de los aisladores de porcelana tipo suspensión deberá ser esmaltada y además estar relativamente lisa y libre de imperfecciones.

3.16.3.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

Los aisladores deberán cumplir con las normas mostradas en la tabla 3.11

**TABLA 3.11
AISLADORES DE SUSPENSION
TIPICOS A UTILIZARSE POR VOLTAJE**

DE SUSPENSION CLASE ANSI CORRESPONDIENTE. VOLTAJE NOMINAL ENTRE FASES (kV)	CLASE ANSI	TENSION DE FLAMEO EN SECO (kV)	TENSION DE FLAMEO EN HUMEDO (kV)	NÚMERO DE AISLADORES A UTILIZAR
13.2	52-1	60	30	2
23	52-4	80	50	2
46	52-4	80	50	4

3.16.3.4 MARCADO.

Los aisladores de porcelana deberán estar identificados por su fabricante con su nombre comercial, número de catálogo, clase ANSI, año de fabricación y resistencia mecánica, de tal forma que permita la identificación de sus propiedades a través de catálogos u otra literatura. Las marcas deben ser legibles y durables y no dañar la integridad física del aislador.

3.16.3.5 EMBALAJE.

Deben ser preparados dentro de cajas de madera, arreglados de forma tal que se evite el daño de los aisladores. Cada paquete debe ser marcado con el nombre del fabricante, número de catálogo y la cantidad del producto.

3.16.4 AISLADORES DE SUSPENSION POLIMERICOS

3.16.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.

CAMPANAS DEL AISLADOR.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Las campanas del aislador deberán producirse de compuesto polímero fabricado mediante la aleación de silicón y goma de etileno propileno (EPDM), la cual ofrece la robustez y a la resistencia a las descargas superficiales deseables, además de proveer características hidrofóbicas derivadas de los aceites de silicón de bajo peso molecular.

HERRAJES DE ACOPLA.

Los herrajes metálicos de acople deberán estar compensados directamente al rodillo o barra central de fibra de vidrio. La compresión no requerirá interacción entre las partes para lograr el alto esfuerzo mecánico ni tampoco involucrara compuestos de impregnación o adhesivos.

Todas las partes metálicas, excepto los pines ó chavetas, deberán fabricarse con un buen grado comercial de hierro maleable, hierro dúctil, acero ó aluminio. Las partes ferrosas y otras de acero inoxidable deberán galvanizarse de acuerdo con los requerimientos de las normas ASTM A 153-82.

PINES O CHAVETAS

Los pines o chavetas deberán fabricarse de alambre procesado en frío de cualquiera de los siguientes materiales: bronce, aluminio, latón o acero inoxidable.

RODILLO O RARRA.

El rodillo deberá ser de fibra de vidrio con las fibras alineadas para obtener el máximo esfuerzo de tensión, y deberá estar lleno con respecto a volumen con 75% de fibras de vidrio de alto grado eléctrico.

3.16.4.2 ACABADO.

La superficie de las campanas deberá estar libre de imperfecciones razonablemente suave, y el color será gris cielo.

3.16.4.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

Los aisladores deberán cumplir con las normas mostradas en la tabla 3.12

**TABLA No. 3.12
CARACTERÍSTICAS DEL AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN POLÍMERO.**

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	
Tipo de conector	Clevis
Número de campanas	Ocho
Distancia a centros de agujeros central	17.50" (444.50 mm)
Diámetro de las campanas	3.60" (91.44 mm)
Material sintético aislante	Aleación de Silicón y EPDM
CARACTERÍSTICAS MECANICAS	
Carga mecánica específica (SLM)	15,000 lbs (66.75 kN)
Esfuerzo nominal	10,000 lbs (44.50 kN)
Carga sostenida mínima	
CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS	
Distancia de fuga	26" (660.4 mm)
Distancia de arqueo en seco	12 ¼" (311.15) mm
Voltaje de aplicación (fase a fase)	25 kV

3.16.4.4 MARCADO.

Todo aislador deberá ser marcado en forma permanente en relieve en el herraje de acople ó sobre el polímero aislante, sin dañar la integridad de este.

3.16.4.5 EMBALAJE.

Los aisladores serán empacados individualmente en cajas de cartón lo suficientemente resistentes de modo que se protejan las campanas del aislador de dobladuras debido a su manejo y transporte.

3.17 BARRAS PARA PUESTA A TIERRA

3.17.1 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

Las barras para puesta a tierra deberán tener la superficie exterior galvanizada en caliente para protegerlas contra la corrosión o cubierta con material conductor; serán de acero galvanizado o Copperweld de acuerdo a las normas ASTM A385, ASTM 10 y ASTM 18.

3.17.2 ACABADO.

Las piezas serán revestidas de una capa de cobre con un espesor mínimo de 2 mm. La apariencia de la superficie de la barra tendrá que ser uniforme, razonablemente tersa y libre de escurrimientos, excesos de material, áreas sin recubrimiento, burbujas y sales; con revestimientos de alta calidad por inmersión en caliente.

La parte superior de la barra deberá ser completamente redonda, de modo que esta pueda adaptarse a la grapa que se utiliza para unir el conductor de puesta a tierra con la barra; La punta de la barra será de forma cónica.

3.17.3 DIMENSIONES.

Las barras para puesta a tierra deberán cumplir con las dimensiones según la Tabla No. 3.13, sin exceder las tolerancias establecidas en la norma ASTM A385, ASTM 10 y ASTM 18.

TABLA No. 3.13

CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS PARA PUESTA A TIERRA LONGITUD Pies (mm)	DIAMETRO Pies (mm)
8 (2438)	5/8(16)

3.17.4 MARCADO.

Las piezas deberán marcarse en bajo relieve, con el nombre o símbolo de identificación del fabricante y las dimensiones de la barra, previo al proceso de galvanización.

3.17.5 EMBALAJE.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Las barras para puesta a tierra serán empacadas con cinchos plásticos protegidas para evitar el deterioro de las mismas durante el manejo y transporte.

3.18 HERRAJES

Todos los herrajes a suministrar deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos impuestos por la aplicación de las cargas correspondientes, fabricados de metales o aleaciones resistentes al ataque de las condiciones atmosféricas y polución, de usarse materiales férricos, deberán proveerse con un tratamiento superficial que garantice eliminar los efectos de la corrosión, preferentemente deberán ser galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a las normas ASTM A36/A y/o ANSI C135.1, ANSI C135.2; deberán tener las medidas apropiadas según el caso. Entre ellos tenemos: cruceros, abrazaderas, tirantes, arandelas, pernos, almohadillas, etc.

3.19 TUBERIA PARA LAS CANALIZACIONES

Todas las canalizaciones que sean vistas o expuestas a daños mecánicos serán del tipo conduit de aluminio o conduit de acero galvanizado, según se indique, con sus acoples y accesorios necesarios. Para las canalizaciones subterráneas se utilizará tubería de cloruro de polivinilo, conocida como poliducto, de pared gruesa y accesorios de PVC. deberán ser del diámetro y longitud adecuado, según el número de conductores.

3.20 CONDUCTORES Y CABLES

3.20.1 CONDUCTORES DESNUDOS TIPO ACSR.

Los conductores de calibres estándar AWG o MCM tipo ACSR (Cable de Aluminio con Refuerzo de Acero) de cableado concéntrico, deberán ser fabricados con alambre de aluminio estirado en frío y con un hilo de acero como refuerzo central. El aluminio deberá llenar las especificaciones ASTM B230, B231, B232 y B233 y el alambre de acero que servirá de alma al cable, deberá ser galvanizado y cumplir la especificación B498 de la ASTM. Todos los conductores serán construidos con 6 hilos de aluminio de aleación 1350-H19 cableados concéntricamente alrededor de un alma de acero galvanizado clase A. En líneas primarias se usarán conductores desnudos de aluminio ACSR, en los siguientes calibres AWG: 2, 1/0, 2/0 y 4/0. Ver tabla

TABLA 3.14

CONDUCTORES DE ALUMINIO CON REFUERZO DE ACERO										
Calibre AWG O MCM	Número de Hilos / Diámetro (No./mm)			Peso (kg/km) Total	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia (Ω/km)		Ampacidad (Amperios)	Galvanizado del Alma de Acero (CLASE)	Palabra Clave
	Aluminio	Acero	Total			d.c. 20°C	a.c. 75°C			
2	6 / 2.672	1 / 2.672	7/8.03	136	1293	0.833	0.109	195	A	Sparrow
1/0	6 / 3.371	1 / 3.371	7/10.11	216	1988	.5215	.7117	255		Raven
2/0	6 / 3.782	1 / 3.782	7/11.35	272	2406	0.4133	0.5773	295		Quail
4/0	6 / 4.77	1 / 4.77	7/14.30	433	3790	0.2607	0.3903	390		Penguin

La ampacidad está dada para 25°C de temperatura ambiente, 50°C de temperatura en el conductor y viento de 0.61m/seg.

3.20.2 CABLE TODO ALUMINIO AAC.

Se aceptarán cables todo aluminio AAC en los siguientes calibres AWG: 2, 1/0, 2/0, 4/0, 397.5 MCM y 750 MCM. Deberán ser conductores de grado EC-H19, estirado en frío y totalmente de aluminio, y deberán llenar las especificaciones ASTM B230 y B231.

3.20.3 CABLES PARA RETENIDAS.

El tipo de cable más utilizado es:

Cable para retenida de 5/16" de diámetro con recubrimiento extra galvanizado clase "A", grado "Extra High Strength" de 7 hilos y con un esfuerzo mínimo de ruptura de 11,200 libras

3.20.4 CABLES PARA BAJA TENSIÓN (TIPO THHN)

Los conductores a suministrar para baja tensión serán de tipo THHN, de cobre suave cableado, recocido. Los conductores tendrán un aislamiento termoplástico de Cloruro de Polivinilo (PVC) y estarán protegidos por una cubierta de Nylon.

Estarán diseñados para operar a una tensión máxima de operación de 600 Volts y a una temperatura máxima, en el conductor, de 90°C en ambientes secos o húmedos; para ambientes mojados, la temperatura máxima, en el conductor, es de 75°C, sobre el cual deberán estar debidamente marcados a todo lo largo de su longitud, el tamaño del conductor y el voltaje de su aislamiento.

Del calibre N° 14 al N° 10, serán sólidos y
Del calibre N° 8 al N° 500 MCM, serán trenzados

En todo caso no se aceptarán calibres menores al No. 14, en circuitos de alumbrado y fuerza.

Código de colores para conductores de baja tensión (menos de 600V):

Color	Utilización
Negro	Fase
Azul	Fase
Rojo	Fase
Blanco	Neutro
Verde	Tierra
Amarillo	Control
Anaranjado	Control
Café	Control

3.20.5 CONDUCTORES PARA CONTROL TIPO TFFN

Serán forrados con aislamiento de PVC y cubierta de Nylon resistentes a la humedad y al calor, con una temperatura de operación máxima de 90°C en ambientes secos o húmedos, calibre AWG americano, con la ampacidad según se requiera para el aparato o dispositivo. Serán de la clase trenzados (flexibles).

3.21 ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

3.21.1 TABLEROS DE ALUMBRADO Y TOMAS

Los tableros para alumbrado y tomas estarán conformados por interruptores termo magnéticos ensamblados en una unidad con barraje monopolar/bipolar, neutro, aislado, con capacidad para 100 o 200 amperios (de acuerdo a lo solicitado) y recubierta en lámina de acero para ser incrustada en muro. La caja será fabricada en lámina de acero calibre americano no inferior al # 18 y su ejecución será del tipo para " Uso General NEMA 1" presentando un acabado en esmalte gris al horno, especial para clima tropical, aplicado sobre un inhibidor de corrosión.

Estos tableros estarán dotados del número de circuitos que aparecen en los cuadros de carga y serán aptos para operación en un sistema monofásico bifilar/trifilar (según sea el caso), 120 ó 120/240 voltios, 60 ciclos. Tendrá un barraje de tierra aislado, que permita recibir el cable de tierra de la acometida y hacer una derivación por cada circuito. Los tableros tendrán en su mayoría espacio para totalizador la capacidad de cables indicada en los cuadro de carga y barra de tierra para el aterrizaje del chasis.

Para el suministro de tableros de alumbrado para casetas de bombeo se deberá incluir por lo menos lo siguiente:

- Gabinete, tipo NEMA 1, con lámina de hierro galvanizada con esmalte al horno (ANSI-61) sobre pintura anticorrosiva.
- Con puerta y cerradura
- Tarjeta para directorio de circuitos
- Barra de conducción, amperios
- Frente removible
- Espacios para circuitos ramales
- Espacio para interruptor principal
- Con entradas laterales (Knockout)
- Bornera para neutro y tierra internos.

Cuando se especifique, con el tablero se suministrará un interruptor principal o térmico de dos polos y su capacidad se indicará en los cuadros anexos a estas Especificaciones.

3.21.2 INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DERIVADOS

Estos interruptores se incorporarán en los tableros de alumbrado y tomas, serán automáticos con disparo libre, de tipo en caja moldeada plástica, enchufable, con mecanismo operación para cierre y apertura rápidos. Estarán provistos de elementos termomagnéticos que permitan una característica de tiempo inverso y disparo instantáneo. Tendrán una capacidad de interrupción en corto circuito no inferior a 10 KA RMS, a tensión de operación de 120/240 VAC; serán individuales, intercambiables, y se suministrarán en las cantidades y capacidades de carga continua indicadas en los cuadros de cargas correspondientes a cada tablero.

Para el suministro de interruptores termomagnéticos para el tablero de distribución, se deberán incluir por lo menos las siguientes características:

- Capacidad del interruptor en cortocircuito, kiloamperios simétricos
- Capacidad nominal en amperios y número de polos
- Tipo
- Voltaje, 120 ó 240 VAC
- Marca y año de fabricación.

3.21.3 TOMACORRIENTES

Los Tomacorrientes serán dobles tipo industrial polarizados, 15 amperios, 120 VAC, según las normas NEMA, con terminales de tornillo apropiados para recibir alambre sólido de cobre hasta el calibre AWG # 10, completos con herrajes, tornillos y placa plástica.

3.21.4 CAJAS DE CONEXION

Las cajas metálicas de salida, de conexión, para interruptores y para tomacorrientes, deberán ser de calibre grueso del tipo pesado, incluyendo las que queden ocultas.

Todas las cajas serán de lámina galvanizada en caliente, estampadas, de los calibres exigidos en el código. Deberán estar provistas de agujeros troquelados con tapas removibles para introducir las tuberías. No se permitirán cajas con agujeros de diámetro nominal mayor que el de las tuberías que se inserten en ello. Serán octogonales, cuadradas o rectangulares, según las necesidades, de las dimensiones necesarias para alojar los empalmes y conductores. Quedarán cerradas con su respectiva tapadera y debidamente sujetadas.

3.21.5 LUMINARIAS

El Contratista suministrará las luminarias según el tipo requerido en cada una de las Plantas de Bombeo, con todos sus accesorios y listas para funcionar. La iluminación de la Planta de Bombeo (casetas, accesos, predios, etc.) pueden ser de varios tipos:

- Luminaria fluorescente 2x32 watts, T8, con un flujo luminoso igual o mayor a 2500 Lúmenes, temperatura de color mayor o igual a 3500 (°K), completa, tipo riel para montaje superficial o colgante, con balastro electrónico multivoltaje 120-277 V
- Luminarias fluorescentes compactas integradas 40 watts, completa, (tipo foco ahorrador) para montaje en pared
- Luminarias fluorescentes compactas 20 watts, completa, (tipo foco ahorrador) para montaje superficial.
- Luminaria incandescente tipo spot-light, 120 VAC, montada en pared para exteriores.

3.21.6 ALUMBRADO EXTERIOR

a) Características

El alumbrado exterior deberá poseer predominantemente muy buen rendimiento de colores, alta eficiencia lumínica, larga vida útil, fuente de luz compacta y bajo brillo (que no cause deslumbramiento)

Las características mínimas antes mencionadas son las siguientes:

Eficiencia Lumínica:	96 Lúmenes/vatio
Flujo luminoso:	14,400 Lúmenes
Vida Útil.	24,000

El tipo de luminaria a utilizar para alumbrado exterior deberá ser tipo ahorradora de energía, con voltaje de operación de 240 voltios y factor de potencia arriba del 90%.

3.22 IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los equipos y materiales suministrados (turbinas, motores, columnas, cabezal de descarga, arrancadores, etc.) deberán traer placas o grabados de identificación en metal resistente a la corrosión u otro material previamente aprobado, las cuales irán rotuladas y como mínimo con la siguiente información:

(a) BOMBA

- Fabricante y Marca.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

- N° de Serie.
- Modelo y Tamaño.
- Velocidad (R.P.M.)
- Caudal y Carga.
- Juego longitudinal del conjunto de los tazones e impulsores.
- Presión máxima resistente de los tazones y del cabezal.
- Máxima capacidad de soporte del cabezal (Maximum Allowable Hung Weight).
- Tipo de Lubricación
- Peso de los Equipos
- Año de fabricación

(b) CABEZAL DE DESCARGA

- Material
- Bridas de conexión
- Presión de trabajo
- Capacidad de soporte

(c) MOTORES ELÉCTRICOS

- Modelo.
- N° de Serie.
- N° Fases.
- Potencia Nominal (HP)
- Factor de Servicio
- velocidad (R.P.M.)
- Voltaje Nominal
- Frecuencia
- Conexión de devanados y fases.
- Corriente Nominal.
- Corriente de rotor bloqueado.
- Clase de aislamiento.
- Temperatura Ambiente.
- Material y tipo NEMA de la carcasa.
- Peso.
- Normas a la que se ajusta.
- Lubricación.
- Empuje máximo del cojinete de empuje.
- Frame.
- Tipo de Servicio (Continuo o Intermitente)
- Factor de Potencia.
- Eficiencia
- Fabricante y Marca
- Año de fabricación.

(d) ARRANCADORES

- Tamaño NEMA
- Tipo de Arrancador
- Voltajes
- Frecuencia
- Amperios continuos
- N° Fases
- Potencia Máxima.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

(e) GABINETES DE LOS PANELES DE CONTROL

- Material
- Tipo NEMA
- Potencia (H.P)
- Voltaje
- Frecuencia

(f) CONTROLES ELÉCTRICOS

- Voltaje
- Frecuencia
- N° Fases
- Consumo de energía
- Material del Gabinete y Tipo NEMA

CAPITULO - 4

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE LOS COMPONENTES ELECTROMECHANICOS EN NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LOS EXISTENTES

4.1 GENERALIDADES

Las presentes Especificaciones se refieren al empaque, suministro, transporte, instalación, conexiones e interconexiones, pruebas, ejecución y puesta en marcha de las diversas instalaciones eléctricas y equipos electromecánicos.

Estas Especificaciones tienen por objeto orientar para que desarrolle un trabajo con profesionalismo y responsabilidad, además el de suministrar equipos y materiales de la más alta calidad.

Los trabajos de instalación se regirán de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, Bases de esta Licitación, Planos de diseño de las instalaciones electromecánicas, Listas de Cantidades de volúmenes y precios y las presentes Especificaciones.

Es obligatorio someterá para la aprobación por parte de ANDA los datos de catálogos, dibujos o planos del fabricante que muestren la forma de montaje, dimensiones y detalles de construcción, así como los planos de ejecución de la obra.

4.2 OBRAS INCLUIDAS EN LOS LIMITES DE SUMINISTRO Y MONTAJE

La expresión "Límites de Suministro y Montaje", se refiere a los límites de la obligación del Contratista en relación a:

- El suministro de bienes electromecánicos.
- Montaje de los elementos electromecánicos .en el lugar, incluyendo todas las obras necesarias mecánicas o eléctricas y otras menores incidentales de ingeniería civil y de construcción.

Dentro del suministro y montaje de los elementos electromecánicos. estará incluido lo siguiente (en forma total o parcial):

- Planta de Bombeo con motores eléctricos, bombas, cabezal de descarga, accesorios, anclajes, bases de soporte, abrazaderas y otros relacionados.
- Energía eléctrica, controles, tableros e instalación para motores, así como todos los demás accesorios o elementos para que la Planta de Bombeo esté completa, de acuerdo a las Especificaciones, lista para su operación.

4.3 PROGRAMA DE TRABAJO (SUMINISTROS Y MONTAJE)

Previo al inicio de los trabajos del montaje de los elementos electromecánicos., es obligación presentar al representante de ANDA un programa donde se muestren las actividades de suministro e instalación y el tiempo estimado para cada una de ellas. El Programa deberá mostrar la secuencia y método de suministro e instalación de los diversos elementos electromecánicos, el equipo que será utilizado y una lista de los trabajadores no especializados, semi-especializados y especializados a ser empleados en la obra. Cualquier cambio en la programación se hará previa aprobación por parte del representante de ANDA y presentado con la debida justificación para la modificación.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

El Sistema de trabajo y su desarrollo durante la obra, será el aprobado por el representante de ANDA.

4.4 TRABAJOS EN INSTALACIONES EXISTENTES

Dentro de los alcances del Contrato se encuentra la rehabilitación de instalaciones existentes, que tienen muchos años de funcionamiento tales como: captaciones, cisternas, pozos profundos, tanques, casetas, caminos de acceso, subestaciones, líneas eléctricas primarias, equipos de bombeo, arrancadores, acometidas eléctricas, valvulería, etc.

Dentro de las Plantas o Sistemas existen instalaciones civiles, hidráulicas, eléctricas y mecánicas por lo que deberán realizarse los trabajos relacionados con mucho cuidado evitando no ocasionar daños.

El Contratista será el único responsable de ejecutar las actividades y de proteger las instalaciones contra todo riesgo durante el tiempo que duren sus trabajos, así como también de hacer las reparaciones que se originen a causa de estos, a su costo y siguiendo las instrucciones de la Supervisión.

Antes de comenzar cualquier reparación el Contratista deberá revisar en forma conjunta con el Supervisor todas las estructuras, para definir la forma particular de reparación de cada una de estas, luego presentará a la Supervisión la metodología y programa detallado de las actividades, tomando en cuenta la coordinación correspondiente con el personal de la ANDA encargado de la operación y mantenimiento de los Sistemas. El tipo y material de las estructuras o elementos son variables, y de estos dependerá el método a seguir y los materiales a utilizar para los trabajos de mejoras, sustitución y/o rehabilitación correspondientes.

Podrán usarse canalizaciones existentes, siempre que estas conserven continuidad de recorrido, hermeticidad y que puedan alojar adecuadamente a los nuevos conductores a instalar en la misma, con la aceptación de la Supervisión y con la autorización de ANDA. Cuando las canalizaciones que existan están en porciones a demoler, deberán ser antes avaladas por la Supervisión. Otros materiales y equipos eléctricos podrán ser utilizados si la Supervisión así lo recomienda y con la aceptación de ANDA.

Previo a la remoción de cualquier parte o accesorio reutilizable de las instalaciones existentes, el Contratista deberá levantar un inventario, con la autorización de la Supervisión, y deberá entregar todo ese material al lugar y autoridad que ANDA designe (Referirse al numeral 4.20 de estas Especificaciones).

Cuando por causa de estos trabajos sea necesario suspender el servicio de agua potable a la población, el Contratista deberá garantizar que sus actividades serán ejecutadas en el mínimo de tiempo posible. Cuando los trabajos de rehabilitación obliguen a la suspensión del sistema por un tiempo prolongado (mayor de 24 horas), el Contratista deberá presentar a la Supervisión, para su aprobación, la metodología y la manera en que garantizará (por cuenta propia) el suministro de agua potable a la población durante el tiempo que duren los trabajos de rehabilitación que obliguen a la suspensión del sistema.

4.5 PERSONAL DEL CONTRATISTA

Todas las obras de instalaciones eléctricas serán dirigidas por un Ingeniero Electricista debidamente autorizado por el MOP - Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano de El Salvador - e inscrito en el Registro Nacional de Arquitectos e Ingenieros, con suficiente experiencia en este tipo de trabajo. Este será responsable de la obra durante todo el proceso hasta la recepción final por parte de la Supervisión y representante de ANDA. En ausencia del Supervisor y durante las horas laborales se apoyará por un técnico con amplio conocimiento y habilidad en esta área y un número suficiente de trabajadores especializados y no especializados que aseguren el cumplimiento del mismo dentro del plazo requerido.

Las obras deberán realizarse de manera cuidadosa y esmerada, de conformidad con las normas de instalaciones eléctricas mencionadas en el " Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de El Salvador " vigente a la fecha; en las normas del NEC y/o a las establecidas por los fabricantes de equipos y aparatos así como a las prácticas de buena ingeniería. Para la parte mecánica, con las normas ASME, ASTM y otras normas relevantes internacionales.

4.6 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá tener disponible en la obra en la cantidad necesaria y en buen estado de operación: Transporte de acuerdo a la carga a movilizar, maquinaria, equipo debidamente calibrado, herramientas y todo tipo de material y aditamentos requeridos, para asegurar el montaje adecuado de la planta, lo cual tendrá que ser verificado por la Supervisión.

El Contratista deberá contar con la suficiente capacidad instalada de tal forma que otras actividades que realice con terceros no afecten el normal desarrollo de las obras incluidas en esta Licitación.

4.7 MATERIALES

El Contratista suministrará todos los materiales y accesorios necesarios completamente nuevos, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, de tal manera que las instalaciones electromecánicas queden funcionando a entera satisfacción de la Supervisión de ANDA.

Cuando el Contratista pretenda utilizar materiales que no sean los indicados en las Especificaciones, deberá solicitar autorización a la Supervisión y proporcionar las muestras necesarias con quince días de anticipación al inicio del trabajo a desarrollar, para poder efectuar las pruebas que se estimen convenientes con el objeto de verificar su calidad y funcionalidad.

El Contratista deberá, cuando lo requiera el Supervisor, presentar muestras de análisis metalúrgicos, y de comprobarse que cualquier pieza fundida o forjada, cojinetes u otra parte móvil están defectuosos, el Supervisor tendrá la autorización para rechazarla y el Contratista deberá reponerla o repararla a su propio costo. Todas las piezas de fundición deberán estar libres de huecos u orificios o ralladuras y debido a golpes.

Todas las partes que estén compuestas por materiales ferrosos deberán ser tratadas con antioxidantes y ser "tropicalizadas".

Todos los materiales empleados como aislantes deberán tener tratamiento contra hongos.

Todos los cables de potencia y control a instalar superficialmente o bajo tierra para interconectar los equipos, deberán cumplir con las normas, reglas y regulaciones de las autoridades locales.

En todos los trabajos eléctricos ya sean estos nuevos, rehabilitaciones ó modificaciones, el Contratista deberá presentar al Supervisor copia del "Certificado de las instalaciones eléctricas internas construidas", completado, firmado y sellado por el Ingeniero Electricista residente de las obras. Para estos Certificados se usarán los proporcionados por las Compañías Distribuidoras de energía eléctrica, de acuerdo al área geográfica donde se realizan las obras. Además, el Contratista deberá obtener la aprobación y certificación de inspección correspondiente.

Así mismo, el contratista deberá solicitar la presencia del Supervisor en todos los trabajos eléctricos de rehabilitaciones o modificaciones o nuevos, para que avale o haga las modificaciones pertinentes para su buen funcionamiento y futuros mantenimientos, además de verificar que no se afecte o altere otras obras o actividades de índole civil.

4.8 CARGA, TRANSPORTE, MANEJO Y ACOPIO DE LOS SUMINISTROS

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar daños a los equipos y accesorios durante el empaque, carga, transporte, descarga e instalación en el sitio de la obra. El Contratista será el único responsable de cualquier desperfecto que sufran los equipos en las actividades anteriormente mencionadas.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Los vehículos de transporte de carga deberán adaptarse a las condiciones del lugar, de tal manera de asegurar su correcta movilización y seguridad.

Para el caso de tubería de HoFoDo los camiones u otros vehículos que transporten la tubería deberán adaptarse convenientemente para este fin. La plataforma debe tener el largo suficiente para evitar que los extremos de los tubos sobresalgan de la plataforma. Los tubos deberán descansar sobre apoyos de madera que eviten el deslizamiento lateral, los apoyos (cuñas) se deben ajustar a la curvatura de los tubos. La cantidad mínima de apoyo será de dos apoyos por longitud de tubo.

No se permitirá descargar las tuberías dejándolas caer sobre neumáticos u otros arreglos similares, y se tomará especial cuidado de no someter ningún elemento a impactos, golpes o cualquier otro tratamiento que pudiere causar rajaduras, deformaciones u otros daños. Cualquier daño a los tubos o a sus revestimientos, deberá ser reparado como se indique o si no puede repararse satisfactoriamente el elemento dañado será removido del lugar y/o sustituido por otro en perfectas condiciones, por cuenta del Contratista.

La carga y descarga de los tubos, deberá ser hecha por medio de grúas con potencia adecuada u otro equipo apropiado para este objeto, equipado con eslingas planas o correas.

Para el transporte de tuberías de PVC debe tenerse especial cuidado de no sobrecargar los camiones ya que el peso excesivo podría dañar los tubos que tienen contacto con la cama.

No se debe dejar caer los tubos ni depositarlos sobre una superficie que no sea uniformemente horizontal. Toda tubería de PVC deberá almacenarse en lugares donde no estén expuestos a la intemperie. La cantidad de tubería a transportar deberá ser programada para así evitar la acumulación de tubería en los frentes de trabajo lo cual provocaría que los tubos estén expuestos innecesariamente a la intemperie ó a daños por tránsito de vehículos.

El mismo cuidado deberá mantenerse para el manejo de válvulas, accesorios y piezas especiales.

Los motores eléctricos y transmisiones de engranajes a escuadra, en todo momento deben manipularse verticalmente. Si el motor no será instalado inmediatamente, éste debe ser almacenado en un lugar seco y limpio y resguardarlo de las inclemencias del tiempo como la lluvia, el viento, la salinidad o las altas temperaturas. Deben tomarse muchas precauciones para prevenir la entrada de humedad, polvo o suciedad durante el almacenamiento e instalación. Los motores son embarcados sin aceite en el depósito del cojinete, solamente se le aplica una pequeña cantidad al cojinete, cuando el período de almacenamiento excederá los tres meses, este depósito deberá ser llenado. Se recomienda que en estas condiciones el motor deberá ser etiquetado (identificado) para prevenir que sea manipulado, lo cual podría causar que se derrame el aceite y subsecuentemente dañar las partes internas del motor.

Las piezas con mecanismos serán transportadas al lugar de su colocación, solamente cuando esté todo dispuesto para instalarlas, evitando así que éstas queden depositadas sobre el terreno, condición que aumenta el riesgo de deteriorarlas.

El transporte de los elementos y equipos de las bodegas del Contratista a la Planta de Bombeo, deberá ser cuando sé este completamente listo para su instalación, el Contratista **no tiene autorización de almacenar estos elementos y equipos en las Estaciones de Bombeo.**

Al momento de la instalación, la Supervisión se reserva el derecho de rechazar cualquier equipo, material o accesorio que presente abolladuras, aplastamiento, cortes, torcimiento, perforación u otras alteraciones - por mal manejo - que puedan perjudicar la seguridad de la instalación y de la operatividad de los equipos y materiales. De presentarse el caso, el Contratista reemplazará el equipo o material dañado por otro nuevo por su cuenta, sin costo adicional para ANDA.

Las siguientes provisiones se aplicarán al transporte y manejo del equipo electromecánico:

(A) CARRETES DE CABLES

No será permitido que los carretes de cables de cualquier clase, caigan, rueden libremente o golpeen objetos que puedan dañar los cables; serán izados o bajados de una posición a otra o de un nivel a otro mediante equipo de manejo apropiado (grúas o montacargas). Los carretes de cables cargados en camiones serán asegurados adecuadamente a fin de evitar cualquier daño durante el transporte. El enrollado de los carretes de cables se hará en sentido de rotación correcto. Además, los carretes de cable sumergible no deben quedar almacenado en la estación de bombeo, sino que debe trasladarse hasta que se vaya a instalar el equipo de bombeo.

(B) TABLEROS Y OTROS EQUIPOS PESADOS

El transporte de los tableros (o péneles de control) y otros equipos pesados, desde la fábrica, de las bodegas del suministrante, del contratista ó de ANDA, se hará por expertos y se ejercerá el máximo cuidado para evitar cualquier daño en el transporte o manejo y se hará con maquinaria pesada para los que sean de potencia superiores a los 75 HP.

La forma de cargar, asegurar, transportar y descargar, el Contratista lo hará de manera que satisfaga las exigencias del Supervisor.

El Contratista deberá asignar un instalador jefe, encargado personalmente del transporte y manejo de los tableros de control; el personal encargado de esta actividad deberá incluir al personal de servicio en todas y cada una de las operaciones. El Contratista notificará por escrito al Supervisor sobre la designación hecha según lo requerido en este literal. Asimismo, el método y la modalidad de transporte deberán cumplir con las instrucciones del fabricante.

Así mismo, si se llegara a dañar durante el transporte o manejo de ellos, la contratista estará en la obligación de repararlo o en su defecto de sustituir lo dañado, sin costo alguno para la ANDA.

(C) MOTORES Y BOMBAS

Los motores eléctricos verticales en todo momento se deberán almacenarse y transportarse en posición vertical, los motores serán transportados sin aceite en el depósito del cojinete, solamente se les aplicará una pequeña cantidad al cojinete.

Los motores eléctricos verticales sumergibles en todo momento se deberán almacenar y transportar en su embalaje original y en posición horizontal.

Las bombas deben ser transportadas en su embalaje original y en posición horizontal con la placa de identificación en posición que se pueda leer, para poder ser verificada en cualquier momento, serán desempacadas hasta llegar al sitio de la instalación.

Para manipular los motores y bombas se recomienda utilizar siempre un montacargas o una grúa.

4.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas serán realizadas de acuerdo con los planos aprobados, las Especificaciones y las mejores prácticas de ingeniería, acatándose al reglamento de Normas Técnicas de la República de El Salvador, también deberán observarse las normas del NEC. Ambos reglamentos forman parte de las presentes Especificaciones.

Los materiales a emplearse en estas obras, serán nuevos, de la mejor calidad y adecuados para efectuar una instalación acorde a la buena práctica de ingeniería.

El Supervisor se reserva el derecho de rechazar todos aquellos materiales o equipos que muestren signos de ser de mala calidad.

4.9.1 INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE

El término " Alto Voltaje " (AV) ó " Alta Tensión " (AT), se refiere de aquí en adelante a los sistemas iguales o superiores a 115 KV.

Estarán reguladas por las normas de: NEC, CRNE, IEEE y SIGET.

4.9.2 INSTALACIONES DE MEDIO VOLTAJE

El término " Medio Voltaje " (MV) ó " Media Tensión (MT), se refiere de aquí en adelante a los sistemas superiores a 600 voltios e inferiores a 115 KV.

Estarán reguladas por las normas de: NEC, CRNE, IEEE y SIGET.

4.9.3 INSTALACIONES DE BAJO VOLTAJE

El término " Bajo Voltaje " (BV) ó " Baja Tensión " (BT), se refiere de aquí en adelante a los sistemas menores o iguales a 600 voltios, y particularmente, a los sistemas de 120/240 voltios o 240/480 V voltios, 60 Hz.; también a los sistemas de 24 V de corriente continua.

(El término 120/240 V. equivale a: 110/220 V. y 115/230 V.; y el término 240/480 V. equivale a: 220/440 V. y 230/460 V.)

Las instalaciones de BV deberán ser alimentadas desde tableros de distribución (Centros de Carga) y/o fuentes de poder, e incluirán los siguientes elementos principales:

- Tablero de control y arrancador
- Alimentación de emergencia (si se solicita)
- Alumbrado interior, exterior y tomas de corriente
- Compresores y bombas de drenaje
- Circuitos de control y protección
- Cargas auxiliares y de servicios propios
- Cables, conductores y canalizaciones de conexión e interconexión.

Estarán reguladas por las normas y reglamentos del código local, SIGET, IEEE y NEC.

4.10 LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.10.1 GENERALIDADES

Para el diseño y construcción de las nuevas líneas aéreas de distribución eléctrica y sus equipos asociados, se deberán respetar los criterios y normas nacionales e internacionales de: NEC, NESC, SIGET, IEC, ANSI, etc., todos en su última edición.

El Contratista presentará una metodología para la construcción de la línea eléctrica de tal manera de minimizar las suspensiones de servicio eléctrico. Esta se revisará y estará sujeto a observaciones y/o cambios a conveniencia de la ANDA / Supervisión.

Para la construcción de las líneas eléctricas se tomarán en cuenta las recomendaciones de las Distribuidoras de energía eléctrica de cada área geográfica, en lo que se refiere al número de fases y los voltajes primarios para cada Planta de Bombeo. Las longitudes, de las nuevas líneas eléctricas, variarán para cada lugar, esta se considerará desde el Punto de Entrega (PE), asignado por la Distribuidora, hasta el punto de recibida o hasta la subestación eléctrica de ANDA.

Para cada uno de los lugares el Contratista elaborará un Plano eléctrico, firmado y sellado por el ingeniero electricista residente de la obra, el cual deberá ser presentado al Supervisor antes de comenzar con la construcción.

La construcción se debe realizar respetando y/o cumpliendo los requisitos mínimos, con la finalidad de obtener la máxima seguridad y protección de las personas, bienes y minimizar las interferencias eléctricas en componentes ajenos a la red eléctrica.

Para la optimización en la construcción de las líneas aéreas de energía eléctrica se requiere de un diseño de la trayectoria de longitud mínima, sin menoscabo de la seguridad, operación, mantenimiento y accesibilidad, por lo que se deberá dar preferencia a la ruta rectilínea, siempre cumpliendo con los factores técnicos y económicos (vanos, tensiones, libramientos, cruzamientos, etc.).

En el diseño y construcción de las líneas deberá considerarse afectar lo menos que sea posible zonas boscosas y/o árboles maduros que se encuentran en la ruta.

La poda o tala de árboles que sea necesaria a lo largo del tendido de una línea aérea deberá realizarse de tal manera que, sin descuidar las distancias de seguridad, permita que los árboles que solo sea necesario podar, no sean severamente afectados y mueran.

El Contratista será el responsable de presentar a las Empresas Distribuidoras de energía los planos eléctricos " Como Diseñado " y al final los planos " Como Construido " debiendo realizar todas las correcciones necesarias hasta obtener la debida aprobación.

Los planos que la Contratista entregará a la ANDA/Supervisión, según las Bases de Licitación, serán los aprobados por las Distribuidoras de energía eléctrica con sello y firma por parte de éstas.

El Contratista realizará todas las gestiones, trámites y pagos con las Empresas Distribuidoras de energía para que sus líneas eléctricas sean conectadas y energizadas para poder realizar las pruebas correspondientes. Los pagos a realizar incluyen todo lo que de ello se derivan tales como: factibilidad, presupuesto, punto de entrega, apertura de circuitos, conexión de las líneas eléctricas, instalación de la medición, energía no servida, aprobación de planos, etc.

Las líneas eléctricas deberán quedar energizadas y listas para su funcionamiento, sin que ANDA tenga que incurrir en pagos adicionales.

El Contratista informará al Supervisor sobre los avances en las gestiones con las Distribuidoras de energía, para lo cual le entregará copias de la documentación que lo respalde.

4.10.2 CONDUCTORES DE LAS LÍNEAS PRIMARIAS

Los conductores deberán ser de un material o una combinación de materiales que minimicen la corrosión por causa de las condiciones ambientales. Las líneas aéreas se construirán con conductores desnudos. Se seleccionarán con base a su capacidad de corriente sin sobrepasar sus valores predeterminados con base a las propiedades físicas del material, deberán tenerse en cuenta los aspectos de caída y regulación de voltaje.

El calibre mínimo a utilizar para fase será el No.2 y para neutro será el 1/0 del tipo ACSR, debiendo considerar el blindaje en toda la línea y su debido amarre.

Todas las líneas eléctricas, nuevas o extensiones, deberán construirse con neutro corrido, multiaterrizado, dicho conductor se instalará en la posición y altura recomendada por las normas locales.

Para el empalme de conductores desnudos se utilizarán manguitos a compresión, que presentan una resistencia mecánica a la tracción no menor al 90 % de la carga de rotura del conductor. Para la conexión de conductores desnudos en las líneas, se utilizarán uniones a compresión.

4.10.3 ESTRUCTURAS DE LÍNEAS AÉREAS

Las estructuras de las líneas aéreas deberán ser diseñadas y construidas para soportar las cargas: vertical, transversal y longitudinal; además de resistir las cargas estática y dinámica. Deberán estar basados en prácticas normalizadas de ingeniería y deberá considerarse la posición de los conductores en la estructura.

Las estructuras que serán armadas e instaladas en cada punto serán las indicadas en los planos, las cuales incluirán todos sus elementos y accesorios, el Contratista deberá considerar todos los materiales referente a cada estructura en particular.

4.10.4 RETENIDAS Y ANCLAJE

El conjunto retenida-ancla será utilizado para compensar esfuerzos que tienden a desviar el poste de su posición vertical y absorber cargas adicionales ocasionadas por vientos, árboles que caen sobre las líneas, etc. Su diseño y construcción debe por lo tanto obedecer a las condiciones definidas por el trazo de la línea, sus vanos, el tipo de suelo y otras condiciones particulares en el punto que se deba reforzar.

El cable será de acero galvanizado de 5/16" de diámetro nominal, de 7 hilos, con una tensión de ruptura de 49,800 Newton (11,200 libras), galvanizado clase B.

Toda retenida que presente probabilidad de contacto con líneas primarias, a causa de su ubicación o punto de aplicación en el poste, deberá de poseer aisladores tipo tensión.

4.10.5 CONTRUCCION DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

4.10.5.1 REPLANTEO.

Las líneas serán proyectadas y elaboradas con los datos de campo y de los respectivos levantamientos, en este se ubicarán las estructuras a suministrar e instalar.

El contratista deberá realizar el replanteo de las líneas, inspeccionando la ruta de la línea para determinar la correcta ubicación de los puntos donde serán erigidos los postes e instaladas las retenidas.

Cualquier discrepancia producto del replanteo, el contratista deberá notificarla al Supervisor, quien determinara las medidas pertinentes.

4.10.5.2 PODA Y BRECHA.

El contratista limpiara la ruta de lo proyectado para el tendido de los cables y otros fines de la construcción de las líneas y cortara o podara los árboles para obtener la distancia mínima entre los árboles o monte y el cable conductor inferior.

Los árboles que puedan interferir con conductores de suministro no aterrizado deberán ser podados o removidos.

Para determinar la magnitud de la poda requerida, deberán considerarse factores tales como el crecimiento normal de los árboles, el movimiento combinado de las ramas de los árboles y los cables bajo condiciones adversas ambientales, voltaje y la flecha de los cables a máxima temperatura.

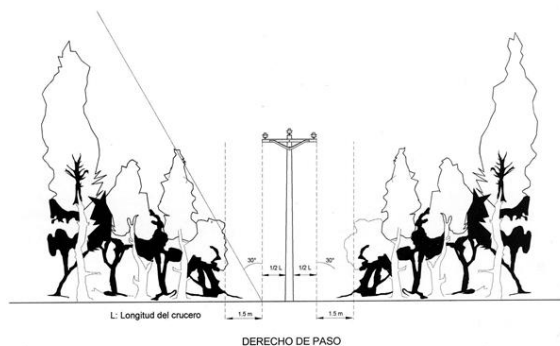
Donde la poda o remoción de los árboles (o vegetación) no es práctica, el conductor deberá ser separado de los árboles con materiales o estructuras que eviten el contacto de estos con los árboles.

En la construcción de las líneas deberá considerarse afectar lo menos que sea posible zonas boscosas y/o árboles maduros que se encuentran en la ruta.

La poda o tala de árboles que sea necesaria a lo largo del tendido de una línea aérea deberá realizarse de tal manera que, sin descuidar las distancias de seguridad, permita que los árboles que solo sea necesario podar, no sean severamente afectados y mueran.

Los árboles que interfieran con las líneas y sean seleccionados para ser podados, serán recortados según se indica en las Normas de Construcción de la SIGET ver fig.1.

Fig.1



Los desechos, ramas, basura y en general todo residuo producto de las actividades de construcción de la línea deberán ser colocados temporalmente, a un lado de la vía pública de manera que no la obstruyan. Al final de la jornada de trabajo o finalización del trabajo, deberá ser retirado todo exceso de materiales.

4.10.5.3 EMPOTRAMIENTO DE POSTES.

Los agujeros para el empotramiento de postes deben ser suficientemente amplios para permitir el uso de apisonadoras alrededor del poste en la profundidad completa del agujero.

En terrenos inclinados, la profundidad del agujero siempre será medida desde el lado más bajo del borde del mismo.

Los postes podrán ser montados por cualquier medio apropiado que no cause esfuerzos excesivos a estos.

Los postes deben quedar debidamente empotrados y completamente a plomo antes y después de aplicarles tensión.

Frecuentemente se determina la profundidad de empotramiento tomando el 10 % de la longitud del poste más 60 centímetros, este método puede variar dependiendo del tipo de terreno, lo cual deberá ser consultado al Supervisor.

Los empotramientos para los postes, de acuerdo a la altura del poste y del tipo de terreno serán los siguientes:

LONGITUD Metros (pies)	EMPOTRAMIENTO (Metros)	
	TALPETATE	TERRENO NORMAL
8.00 (26)	1.20	1.50
10.60 (35)	1.30	1.70
12.00 (40)	1.60	1.80

Empotramientos menores de los establecidos anteriormente no serán permitidos.

4.10.5.4 RETENIDAS Y ANCLAS.

En general para la instalación de retenidas deberán tomarse en cuenta las siguientes indicaciones:

- En los postes se deberá considerar que las retenidas llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúa.
- Se recomienda usar cables de acero galvanizado de \varnothing 5/16 " y herrajes adecuados que protejan la estructura y mantengan el cable en la posición correcta.
- Los hilos, cables metálicos o barras deberán ser resistentes a la corrosión.
- El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen debe tener una resistencia mecánica no menor que la requerida para la retenida.
- La resistencia mecánica de los aisladores que se utilicen para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen.
- Las retenidas y anclas deben ser instaladas antes del tendido de los conductores y deberá verificarse que desarrollen la tensión efectiva necesaria.
- El ángulo de la retenida con la horizontal deberá ser lo más cercano posible a 45°, cuando los espacios disponibles no lo permitan, deberá evaluarse la capacidad del cable para el esfuerzo demandado.
- Las retenidas deberán conectarse al hilo del neutro corrido, cuando no se lleve el neutro corrido a la retenida se le instalarán aisladores tipo tensión.
- Cuando una retenida no conectada efectivamente a tierra, pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 voltios, debe proveerse un medio aislante adecuado de

manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada.

- En pasos peatonales urbanos, deberá instalarse en las retenidas elementos que hagan visible el cable que minimicen los efectos de un golpe contra el mismo.
- Las retenidas conocidas como " de bandera " no serán permitidas, deberá resolverse su necesidad anclando en vanos adyacentes y/o usando vanos con tensión reducida o apoyos que permitan su autoaporte.
- La placa o masa del ancla deberá tener un área transversal suficiente para dotar al conjunto de una capacidad de soporte suficiente, tomando en cuenta las necesidades de la estructura y la calidad del suelo.
- El cuerpo del ancla deberá ser construido de tal forma que bajo las tensiones de trabajo no sufra deformaciones, podrán usarse bloques de concreto reforzado o placas de acero de perfiles ribeteados que le proporcionen la rigidez necesaria. En caso de usar placas de acero, deberán ser galvanizadas o tener un recubrimiento que las proteja de la corrosión.
- Para anclas de Placa : el agujero deberá ser vertical, del diámetro indicado y con un canal que aloje la barra y la oriente a un ángulo aproximado de 45°, en alineación con el cable de la retenida.
- Para anclas de Expansión (repollo) : el agujero deberá perforarse inclinado en línea con la retenida (entre 45°y 60°). Este tipo de ancla solamente se permitirá si se cuenta con la herramienta necesaria para la expansión del ancla dentro del agujero, cuyo diámetro será el mismo del ancla sin expandir.
- La barra del ancla deberá sobresalir ente 10 y 15 centímetros sobre el terreno, en su posición final. El material del relleno de los agujeros deberá ser de material de buena resistencia, y compactado en capas de no más de 15 centímetros.

4.10.5.5 ARMADO DE LAS ESTRUCTURAS.

Los herrajes y accesorios serán manejados de manera de evitar el contacto con el suelo. Todos los elementos serán limpiados y antes de la instalación serán inspeccionados para verificar si faltan o si tienen defectos visibles.

Todas las uniones serán efectuadas de acuerdo con los planos, los pernos firmemente apretados, las arandelas introducidas donde sean requeridas, todo de manera cuidadosa de acuerdo con las mejores prácticas de construcción de líneas.

Para las líneas primarias todas las cadenas consistirán de dos unidades de aisladores por cada cadena, de suspensión o de remate.

El contratista limpiara los aisladores antes de colgarlos o de instalarlos. Las partes aislantes serán brillantes y las partes metálicas serán libres de suciedad, oxido o cualquier daño al galvanizado.

No se permitirá la instalación de ningún aislador que presente rajaduras, astilladuras o cualquier otro tipo de falla.

4.10.5.6 TENDIDO DE CABLES ELÉCTRICOS.

Todas las estructuras serán inspeccionadas por el Supervisor, acompañado por el contratista, antes de efectuar el tendido de los cables.

El contratista someterá al Supervisor para aprobación antes de iniciar el tendido, los detalles del método y el equipo que propone para dicha operación.

El conductor será instalado usando medios que no le cause daños. El contratista deberá evitar que durante el manejo de los cables eléctricos se maltraten o puedan ser arrollados por vehículos. Además, se recomienda lo siguiente:

Deberá inspeccionarse el buen estado del cable y del carrete mismo, para determinar cortaduras, dobleces y otros daños.

Deberá evitarse que el cable sea arrastrado por el suelo, cercas u otras superficies abrasivas que deterioren el conductor.

Los cables se tenderán utilizando poleas, carretes o rodillos previamente instalados, por los cuales se deslizará el conductor, teniendo el especial cuidado de no retorcerlo o causarle raspaduras.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Cualquier daño al conductor será informado inmediatamente al Supervisor, quien decidirá si el conductor está dañado o no en tal medida como para exigir la reparación o sustitución a expensas del contratista.

Los empalmes de plena tensión serán hechos con uniones de compresión instaladas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante a menos que el Supervisor especifique lo contrario. Los empalmes defectuosos serán quitados y reemplazados a expensas del contratista.

Los conductores deben estar colocados en el aislador de manera que produzcan el menor esfuerzo en el alambre de amarre. La función del alambre de amarre consiste solo en sostener el conductor en posición en el aislador, dejando que el aislador tome la tensión del conductor.

En la siguiente tabla se indican los conductores utilizados para el amarre de líneas aéreas:

DESCRIPCION	USO
Alambre Cu No. 4 F.P.	Amarre de líneas de baja tensión en zonas con alta contaminación salina.
Alambre Cu No. 6 Desnudo	Amarre de líneas de media tensión de Cobre.
Alambre Al No. 4 Desnudo	Amarre de líneas de media tensión de Aluminio.

4.10.5.7 TENSADO DE CABLES.

El contratista empalmara, colocara y tensara el conductor de acuerdo con las tablas o graficas de flecha y tensión.

El contratista suministrara todas las herramientas y equipos especiales necesarios para empalmar, colocar y tensar el conductor de acuerdo con las mejores prácticas modernas; el Supervisor se reserva el derecho de aprobar las herramientas y equipos utilizados por el contratista.

Después que el cable ha sido tendido, se utilizara la tabla de flechado inicial para darle la tensión definitiva. Los cables se tensaran siguiendo el procedimiento y tablas requeridas por la normativa local.

Luego de dársele la tensión definitiva, los cables colgaran de las poleas o carretes como mínimo dos horas, antes de ser amarrados a los aisladores, para permitir que se igualen las tensiones en los diferentes vanos del tramo a tensar.

En la operación de halado y tensado, deberá tenerse suficiente personal, técnico y calificado, vigilando este proceso. El personal designado para este fin, deberá disponer de medio de comunicación con el personal donde se esté tensando, para ordenar en cualquier momento el paro de la operación, al existir eventuales problemas con el deslizamiento del cable.

En ningún caso la tensión longitudinal en el conductor deberá exceder, para conductores todo aluminio (AAC) el 30% de su resistencia ultima, y para conductores reforzados con acero (ACSR) el 33% de su resistencia ultima. Estos valores han sido establecidos en función de evitar las vibraciones en los cables.

4.10.5.8 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El Supervisor aceptara como correctamente suministrado e instalado el conductor cuando hayan sido correctamente tendidas, flechadas y amarradas las fases en cada nivel de tensión, de cada tramos de línea entre dos estructuras de remate sometidas a probación por el contratista.

El contratista informara al Supervisor con cinco días de anticipación el inicio del suministro y la instalación del conductor, las fechas en que se propone realizar el tendido, flechado y amarre de los conductores de cada

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

tramo de línea comprendido entre dos estructuras de anclaje o remate, definiendo también los vanos y estructuras de los tramos en los cuales planea realizar el control de flecha y tensado de los conductores.

El contratista procederá a la instalación y comprensado de las juntas de compresión para puentes de conductores en las estructuras de anclaje o remate, donde se requieran, hasta que el Supervisor de por aceptado el trabajo de instalación del conductor en los tramos adyacentes a dichas estructuras.

El contratista someterá a la aprobación del Supervisor, los valores de flecha y tensión iniciales que producirá en los conductores al momento de realizar el flechado; la medición y aprobación de las tensiones y flechas iniciales será efectuada por el Supervisor en el momento del flechado.

El amarre del conductor no podrá ser hecho por el contratista sin la autorización del Supervisor. La inspección del trabajo con fines de aceptación, será hecha por el Supervisor al menos tres días después del amarre del conductor de cada tramo entre dos estructuras de anclaje.

La instalación y comprensado de las juntas de empalme de conductor a plena tensión será hecha en el momento del tendido del conductor, con la aprobación del Supervisor.

El precio de suministro e instalación del conductor incluye también, además del tendido flechado y amarre del mismo, el suministro e instalación de todos los conectores para puentes en estructuras de anclaje y juntas de empalme de plena tensión necesarios.

El conductor, en media y baja tensión, suministrado e instalado correctamente y aprobado por el Supervisor a lo largo de la proyección horizontal del eje de la línea se medirá en metros con exactitud de dos dígitos decimales. La longitud resultante será aumentada en un cinco por ciento (5%) para compensar los incrementos en longitud debido a las flechas, puentes en estructuras de anclaje y por desperdicios.

El pago será por metro lineal de la línea eléctrica completamente terminada y a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo precios unitarios de las Listas de Cantidades, por medio de estimaciones mensuales hasta un máximo del 70 % de toda la partida. El restante 30 % se pagará después que la Distribuidora de energía eléctrica realice la conexión de la línea y esta sea probada eléctricamente y aceptada por el Supervisor.

4.11 INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (SUBESTACIONES ELÉCTRICAS)

Para la instalación de los transformadores de distribución se deberá observar y practicar lo siguiente:

- Las recomendaciones del fabricante
- Las indicaciones del Reglamento Local
- Las indicaciones del Supervisor

En todo caso, el instalador usará su buen juicio, conocimiento y experiencia para que la instalación sea satisfactoria y segura.

Las subestaciones aéreas son las que están constituidas por uno o más transformadores formando bancos montados directamente en un poste o en plataformas en un marco de dos postes (estructura " H "). Para montaje directo en poste se permitirá hasta de 3 X 50 KVA y en plataforma hasta 3 x 167 KVA. Para subestaciones de mayor capacidad se construirán en plataforma de concreto, o a lo indicado en los planos y a las instrucciones del Supervisor.

En las subestaciones montadas en base de concreto deberán emplearse barreras de protección tales como: cercas, mallas o muros perimetrales (con una altura mínima de 2.10 metros), con candados en las puertas, y con suficiente espacio para permitir las labores de mantenimiento e inspección. Se usará la que indique el plano o el Supervisor para cada Planta de Bombeo.

Para la instalación de uno o más transformadores nuevos el Contratista realizará todas las gestiones, trámites y pagos con la Distribuidora de energía eléctrica que corresponda. Los pagos son para obtener la

factibilidad, revisión de planos, punto de entrega, presupuestos y la conexión final con la instalación de la medición. Estos costos deberán estar incluidos en el ítem del "Pago por conexión de servicio eléctrico en media tensión".

La subestación quedará energizada y lista para su funcionamiento, sin que ANDA tenga que incurrir en pagos adicionales.

El Contratista será el responsable de presentar a las Distribuidoras de energía los planos eléctricos "Como Diseñado" y al final el plano "Como Construido" debiendo realizar todas las correcciones necesarias hasta obtener la debida aprobación.

Los planos que la Contratista entregará a la ANDA/Supervisión, según las Bases de Licitación, serán los aprobados por las Distribuidoras de energía eléctrica con sello y firma por parte de éstas.

El Contratista informará al Supervisor sobre los avances en las gestiones con las Distribuidoras de energía, para lo cual le entregará copias de la documentación que lo respalde.

4.11.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá la "Subestación eléctrica" completamente terminada (C/U) a satisfacción del Supervisor, su pago se hará de acuerdo a los precios de las listas de cantidades de su oferta.

Para efecto de pago se considerará hasta que sea instalada completa para condiciones de trabajo; deberá energizarse y probarse con todos sus componentes para obtener los valores de voltaje requeridos. Simultáneamente, los "Elementos eléctricos de subestación" se revisarán y probarán hasta obtener el visto bueno del Supervisor, requisito indispensable para este pago.

En el precio el Contratista deberá incluir todos los trabajos y elementos necesarios para poner en funcionamiento la subestación, tales como: Transformadores, aislamiento, herrajes, cables, red de tierra completa, postes, marcos o estructura " H ", base de concreto, barrera de protección, zanjas, rellenos, compactaciones, resanes, etc., el Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

4.12 INSTALACIÓN DE LA RED DE TIERRA

El sistema de red de tierra requerido consistirá de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema deberá tener una resistencia a tierra suficientemente baja, para minimizar los riesgos a las personas, en función de la tensión de paso y de contacto.

Los electrodos consistirán en barras de acero galvanizado o de cobre (copperweld) de 5/8" X 8' (o equivalente).

La barra se debe enterrar lo suficiente para que este en tierra húmeda permanentemente. La parte superior de la barra deberá quedar a 30 centímetros y deberá instalarse espaciada a una distancia igual a la longitud de una de ellas e interconectadas con alambre de cobre desnudo No. 4 AWG (como mínimo). Cada empalme, cruce o conexión se hará con conectores de cobre (cepos), debiendo los cables ser continuos entre empalmes o puntas de cruce.

El conductor de bajada para la puesta a tierra para equipos instalados en postes deberá protegerse contra daños por impacto, utilizando tubo o cañuela de acero galvanizado de una longitud sobre el nivel del suelo de 2 metros, el cual será sujetado al poste mediante tres puntos de amarre, como mínimo, empleando cinta metálica tipo band-it.

Algunos de los empalmes, cruces o conexiones entre varillas y entre varillas y electrodos deberán ser ejecutados dentro de un pozo de inspección.

➤ MEDICIÓN DE LA RED DE TIERRA

El Contratista después de haber instalado la red de tierra, deberá efectuar mediciones de dicha red de acuerdo a lo establecido en la norma IEEE STD 81-1962 y a las normas locales.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

La red de tierra deberá ser instalada de acuerdo a lo que indican los planos y ordene el Supervisor. Si después de efectuar mediciones, el Contratista no logra obtener un valor de resistencia igual o menor a lo indicado en la tabla No.1, este deberá hincar las barras que sean necesarias y realizar tratamientos a la tierra, hasta alcanzar el valor exigido, sin costo adicional para ANDA.

Valores Máximos Permitidos de Resistencia de Red de Tierra de una subestación en función de su capacidad

Capacidad de la Subestación (MVA)	Resistencia de la Red de Tierra (Ohmios)
≤ 0.05	12
0.05 – 0.1	6
0.1 -0.5	2
0.5 – 1	1.5

En los lugares que se instalarán nuevos equipos de bombeo y la subestación no será sustituida, el Contratista debe tomar lecturas a la red de tierra existente para obtener el valor requerido, de no obtener dicho valor se realizarán las recomendaciones del párrafo anterior, sin costo adicional para ANDA.

4.12.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Para el suministro e instalación de la red de tierra no se reconocerá pago alguno en forma independiente debido a que forma parte de los "Elementos eléctricos de subestación" necesarios para poner en funcionamiento la subestación eléctrica. Los costos que ello conlleva deben ser incluidos en el ítem de la "Subestación eléctrica".

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluirlo en el ítem que le corresponda.

4.13 TUBERIAS PARA CANALIZACIONES

Para la instalación de cualquier tipo de tubería o ducto, el instalador deberá usar la mejor técnica actual de tal manera que su acople sea seguro y cuando haya cambios de dirección se usen los accesorios adecuados tales como: codos, niples, cuerpos LB, tuercas, etc.

Se podrán doblar tuberías usando el equipo adecuado para ello. No se permitirá la instalación de tubería maltratada, rajada o retorcida.

Para pasos difíciles con tubería metálica, se usará el buen criterio y experiencia del instalador, así como lo indicado en las normas eléctricas locales y/o internacionales.

Las canalizaciones podrán instalarse bajo tierra, sujetas a las paredes o estructuras, según lo indicado.

Las canalizaciones requeridas para las instalaciones serán ejecutadas con los siguientes requerimientos:

➤ TUBERÍA METÁLICA :

- Serán utilizados para acometidas y alimentadores principales a tableros y circuitos de fuerza, según las necesidades y lo indicado en los planos.
- Los tubos (conduit) rígidos de pared gruesa del tipo pesado y semipesado pueden emplearse en instalaciones visibles u ocultas, ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería, en cualquier tipo de edificios y bajo cualquier condición atmosférica
- El material de los tubos será resistente a la corrosión y adecuado al medio ambiente en que se instale.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

- El material de los tubos deberá ser resistente a la falla del cable, de tal forma que la falla no cause daño a otras canalizaciones adyacentes.
- No deberán utilizarse tubos de material férrico u otro con propiedades ferromagnéticas, a fin de evitar la inducción de corrientes en el mismo que puedan recalentarlo y dañar la cubierta del cable.
- Cuando sean necesario ejecutar cortes se harán en ángulo recto y serán limados, roscados y se colocarán bien apretados.
- El acabado interior deberá ser tal que la cubierta exterior del cable no sufra daño en el proceso de instalación, las bocas de los ductos deberán ser redondeadas y lisas, a fin de evitar daños al cable.
- Los ductos deberán ser continuos de caja a caja o de tablero a caja y estarán asegurados de tal manera que exista continuidad eléctrica en la superficie interna del mismo. Habrá que dejar alambre galvanizado No. 12 para guía, en cada ducto. Se taparán los extremos de los ductos y las cajas para evitar la entrada de materiales extraños.
- El diámetro de cada ducto deberá ser suficiente para que el cable pueda introducirse sin problemas, un 250 % de la suma de las secciones de los cables es el mínimo admitido.
- Si es necesario el montaje de un banco de ductos, deberán seguirse las siguientes recomendaciones :
 - 1) La separación mínima entre ductos será de 5 centímetros de concreto.
 - 2) La colocación de los ductos en la zanja deberá realizarse por medio de separadores horizontales y verticales, cuidando la alineación, la pendiente y las uniones a fin de evitar que el concreto pueda introducirse. Es conveniente dejar por lo menos un ducto de reserva.
- Los ductos de diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " podrán ser doblados en frío; para mayores diámetros de ductos será necesario utilizar dobladores especiales para mantener el diámetro original.
- Las canalizaciones deberán protegerse a fin de evitar daños o accidentes en posteriores excavaciones aledañas.
- En el caso de las subestaciones montadas en postes o estructuras, los ductos superficiales serán metálicos, rígidos, galvanizados y se prolongarán por lo menos 2.5 metros sobre el nivel del terreno.
- Cuando se utilice tubería de pared gruesa, deberán sellarse los extremos roscados con pintura o sellador adecuado (óxido de Zinc).
- En los lugares donde se tenga condiciones de humedad considerable o clima salino, se debe considerar el recubrimiento de la tubería con esmalte acrílico, tomando en consideración el código de colores ASME.

➤ TUBERÍA PLÁSTICA

- Estos se utilizarán para canalizar los circuitos de alumbrado y fuerza indicados en los planos. Se instalarán haciendo uso de las mejores técnicas de ingeniería.
- Se usará tubería de cloruro de polivinilo, conocida como **poliducto**, cédula 40, de los diámetros nominales indicados en los planos.
- Serán fijados y/o embebidos en las paredes y se protegerán contra las deformaciones y daños que puedan sufrir durante los colados. Cuando se deforme la sección de una tubería, deberá ser reemplazada por otro tramo en perfecto estado.
- Las canalizaciones para circuitos de alumbrado serán sujetadas a la estructura del techo o a tensores de alambre galvanizado No. 12 y en todo punto de amarre se reforzará la tubería con un trozo de tubería de mayor diámetro para evitar su aplastamiento.
- Las bajadas de tubería a luminarias de pared, interruptores, subtableros y subidas de tomacorrientes a cajas de conexiones, deberán ser verticales y en ningún caso se permitirá empotrar tuberías horizontales en las paredes.

4.13.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Para el suministro e instalación de los ductos para las canalizaciones no se reconocerá pago alguno en forma independiente debido a que forma parte de las acometidas eléctricas, tales como las que se usan para: motores, arrancadores, dispositivos de control, subestaciones, centros de carga, circuitos de luces y

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

tomas, alumbrado exterior, etc. Los costos que ello conlleva deben ser incluidos en el ítem correspondiente para cada uno de ellos.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir este rubro en el precio unitario de su oferta.

4.14 CABLES O CONDUCTORES ELÉCTRICOS

4.14.1 PARA CONTROL

Los cables de control se fabricarán en diferentes medidas, tal como se indica en los planos y en otros documentos del Contrato. Serán de cobre, aislados individualmente con PVC o PE en colores y cableados. Deberán identificarse con viñeta apropiadas y numerada cuando se instalen en su respectiva caja, para facilitar la identificación del circuito.

Los cables deberán cumplir las Especificaciones aplicables de ASTM y de IPCEA S-61-402.

Los cables de control que llegan al motor se instalarán en ductos independientes, para separarlos de los cables de potencia (acometida secundaria).

4.14.1.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

Para el suministro e instalación del cable para control no se reconocerá pago alguno en forma independiente, debido a que forma parte integral del elemento de control que se suministrará e instalará para las protecciones eléctricas necesarias en motores, arrancadores, bombas, etc.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir este rubro en el precio unitario de su oferta.

4.14.2 PARA BAJA TENSIÓN

Los conductores de las distintas instalaciones serán del tipo THHWóTHHN para temperatura máxima en el conductor de 90 °C (en ambiente seco) y voltaje de operación de 600 V, con aislamiento de PVC y sobrecapa protectora de Nylon

Los conductores de las distintas fases con diferencia de potencia con respecto al neutro y tierra, deberán tener un forro aislante con color identificado de acuerdo al código de colores del reglamento local.

No se permitirá la instalación de conductores que hayan sido utilizados anteriormente en otras instalaciones, sino que deberán ser nuevos y sin defectos tales como: dobleces, rasgaduras del forro, etc. No deberán someterse los conductores a esfuerzos excesivos al canalizarlos.

No se permitirá instalar los conductores hasta que las canalizaciones estén limpias de sustancias y materias extrañas, se utilizarán cables guías adecuados de tal manera de no dañar los conductores y ductos.

En las cajas de salida de los conductores, éstos deberán quedar con una longitud mínima de 15 centímetros para permitir su interconexión o la conexión a un dispositivo. Se evitará el empalme de un mismo conductor, pero en caso necesario se hará en lugares de fácil acceso como en cajas de conexión.

Los empalmes de conductores del calibre No. 10 AWG y menores se harán con el uso de Scotch-Locks del tamaño adecuado. Para cables calibres igual o mayor del No. 8 AWG, se harán con cepos de bronce según sea necesario y debidamente aislado.

4.14.3 ACOMETIDA SECUNDARIA

Se refiere al suministro e instalación del conjunto de cables conductores de energía eléctrica, ductos, herrajes, dispositivos de protección, etc., necesarios para conducir la energía eléctrica desde los bornes secundarios de los transformadores de la subestación eléctrica hasta la caja de conexiones del motor, pasando por el interruptor principal y el tablero del arrancador. Dichas acometidas pueden ser en media o baja tensión, aéreas o subterráneas.

En la llegada a la caja de conexión del motor, los cables de la acometida secundaria serán protegidos con ductos metálicos flexibles (tipo coraza).

Las acometidas secundarias serán monofásicas o trifásicas, alojadas en una tubería protectora (ductos). Las zanjas de las canalizaciones para cables serán excavadas de acuerdo con el trazado, ancho y profundidad a que han sido diseñados, donde falte tal información la profundidad mínima será de 60 cm. bajo la superficie terminada. Toda la tubería en su trayecto subterráneo será protegida con una capa de concreto pobre de 10 cm de espesor, el resto de la zanja, por encima de la capa de concreto, se rellenará con tierra sin rocas hasta el final de terminación. El número de cables por fase, de la acometida secundaria particular, dependerá de la carga que se manejará, estos se detallaran en: planos, esquemas, cuadros anexos; y en algunos casos por el Supervisor.

Las canalizaciones en el sala de arrancadores cuando se instalen mas de dos arrancador se debe considerar la construcción de canaleta de concreto para conserven la continuidad de recorrido, hermeticidad y que puedan alojar adecuadamente a los nuevos conductores a instalar en la misma, con la aceptación de la Supervisión y con la autorización de ANDA.

4.14.3.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

El pago será por metro lineal (ml) de la acometida secundaria completamente terminada y a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo precios unitarios de las Listas de Cantidades.

Para el precio del metro lineal el Contratista debe incluir el suministro e instalación del ducto (del material y diámetro adecuado), la cantidad de cables por fase necesarios para la capacidad de la carga, construcción de zanjas, rellenos, compactaciones, protecciones a ductos, resanes en paredes, pisos y aceras, etc.; y todos los materiales y mano de obra necesarios para dejar las acometidas listas para su uso.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

4.15 ALUMBRADO EXTERIOR

El alumbrado exterior consistirá de lámparas de alta intensidad de descarga (HID), las cuales podrán ser de Vapor de Sodio de Alta Presión o Haluro Metálico, con una eficacia lumínica igual o mayor a 50 Lúmenes/Watt, con voltaje de operación de 240 voltios y factor de potencia arriba del 90%. Las luminarias pueden estar instaladas en postes de concreto, de HoGo ó en la pared, según se especifique en los planos o en cuadros anexos (ver esquema de instalación en los Anexos de este documento).

Los postes para iluminación serán de 26 pies de longitud (7.92 metros) o más largos si así se especifica. Donde se requieran "vientos", estos serán suministrados por el Contratista después que sean aprobados por el Supervisor.

A cada poste se le construirá una base de concreto (ver esquema para dimensiones). La caja de conexiones eléctricas será instalada en la base de concreto del poste y será del tipo resistente a la intemperie. La llegada, subida y bajada de los cables, desde el centro de carga hasta la caja de conexiones se hará dentro de tubería adecuada y aprobada por el Supervisor.

Los controles eléctricos para el alumbrado exterior serán instalados en los Centros de Carga, ubicados en el interior de la caseta de bombeo.

4.15.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida y forma de pago se hará por cada unidad eléctrica que sea suministrada y probada a entera satisfacción del Supervisor, de acuerdo a su precio unitario de las Listas de Cantidades.

Deberán ser energizadas desde el Centro de Carga para probar sus protecciones y su adecuado funcionamiento.

Para el precio de cada una de ellas el Contratista debe incluir el suministro e instalación de: poste, base de concreto, ducto y cables; así como la construcción de zanjas, rellenos, compactaciones, protecciones a

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ductos, resanes en paredes, pisos y aceras, etc.; y todos los materiales y mano de obra necesarios para dejar las luminarias listas para su uso.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

4.16 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN (CENTROS DE CARGA) PARA CIRCUITOS DE LUCES Y TOMAS

Los detalles de colocación de cada uno de los Tableros o Centros de Carga, se encontrarán en los Planos correspondientes presentados por el Contratista para la aprobación previa del Supervisor.

Los planos eléctricos indican el arreglo general de circuitos, luminarias, tomacorrientes, interruptores, ductos, centros de carga, etc. Los planos y Especificaciones sirven de guía y ayuda, pero la localización exacta del equipo, distancias y alturas, serán determinadas por las condiciones reales sobre el terreno y por las indicaciones del Supervisor.

Asimismo, todo trabajo y material no indicado pero necesario para dejar el trabajo completo y en perfecto funcionamiento, queda incluido bajo los requerimientos de esta sección, independientemente de que tales detalles se muestren en los planos o no.

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los circuitos derivados de 120 y 240 voltios para luces y tomacorrientes, así como para los circuitos a 120/240 voltios para fuerza monofásica y trifásica, los cuales serán canalizados y alambrados de acuerdo a lo indicado en los planos eléctricos, con los accesorios necesarios para dejar completa la instalación.

Los tableros se instalarán empotrados dentro de los muros en forma tal que sus lados queden completamente nivelados, los térmicos a usar serán del tipo "enchufables" colocados de tal manera que la altura del nivel del piso terminado hasta el térmico más alto no sobrepase los 1.60 metros.

La carga de todos los circuitos se distribuirá uniformemente en todas las fases, a fin de tener una distribución balanceada.

El cableado de los tableros se hará en forma completamente ordenada dejando una longitud suficiente de conductor, para efectos de permitir la adecuada conexión de los mismos a los interruptores automáticos

Al hacer entrega de la instalación eléctrica. El contratista imprimirá en el tarjetero del tablero la nomenclatura de los interruptores de acuerdo con la nomenclatura señalada en los planos

En las casetas de bombeo las canalizaciones para tomacorrientes, luces exteriores, interruptores (switch) serán embebidas, no se aceptarán canalizaciones superficiales.

4.16.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Antes de entregar las obras y obtener la aprobación del Supervisor, el Contratista deberá realizar las pruebas necesarias para constatar el adecuado aislamiento e instalación de conductores, ductos, centros de carga, circuitos eléctricos, polarización, etc.

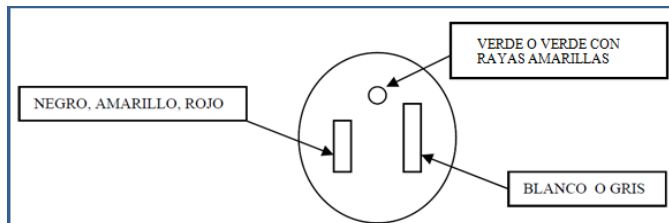
El pago será por unidad aprobada o por suma global, dependiendo de los precios unitarios de las Listas de Cantidades.

4.17 CIRCUITOS DERIVADOS PARA TOMACORRIENTE Y LUCES

Los tomacorrientes comunes monofásicos serán dobles polarizados con conexión para puesta a tierra y deben indicarse en el cuadro de cargas para una potencia mínima de 200 watts.

En general los tomacorrientes estarán a una altura de 0.30 metros sobre el nivel del piso terminado, cuando se indiquen locales especiales, la altura de los tomacorrientes estará indicada en los planos.

Deberá de respetarse la polaridad eléctrica y el código de colores en el aislamiento de los cables como se muestra a continuación.



Los circuitos derivados para alumbrado no deben de exceder de 1500 watts y considerar lo siguiente: se deben considerar 80 watts por luminaria de 2 lámparas fluorescente de 32 watts; 120 watts por luminaria de 3 lámparas fluorescente 32 watts y 20 watts por lámparas fluorescente compacta de 13 watts.

Para los conductores se debe indicar el siguiente código de colores en el aislamiento: para las fases negro, rojo o azul y para el neutro color blanco.

Los circuitos derivados de alumbrado deben protegerse en los tableros del centro de carga con interruptores automáticos en los rangos nominales de 15, 20 o 30 amperios, de acuerdo a los valores obtenidos en la memoria de cálculo y considerando lo siguiente:

Las cargas máximas que deben controlarse por un solo apagador son 6 unidades fluorescentes de 2 x 32 watts o equivalente.

No deben incluirse en un mismo circuito, luminarias controladas con apagadores u otros accesorios, con luminarias controladas desde otro circuito.

4.17.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida y forma de pago se hará por cada unidad eléctrica que sea suministrada y probada a entera satisfacción del Supervisor, de acuerdo a su precio unitario de las Listas de Cantidades.

Deberán ser energizadas desde el Centro de Carga para probar sus protecciones y su adecuado funcionamiento.

Para el precio de cada una de ellas el Contratista debe incluir el suministro e instalación de: toma o luminaria, cajas de registro, ducto y cables; así como la construcción de zanjás, rellenos, compactaciones, protecciones a ductos, resanes en paredes, pisos y aceras, etc.; y todos los materiales y mano de obra necesarios para dejar los tomas y luminarias listas para su uso.

El pago será por unidad aprobada o por suma global, dependiendo de los precios unitarios de las Listas de Cantidades.

4.18 INSTALACION DE VÁLVULAS, PIEZAS ESPECIALES, ACCESORIOS Y TUBERÍAS

En los planos de diseño se muestra una disposición general de las válvulas, accesorios y tuberías, en algunos casos con sus tamaños aproximados, forma y localización. Para la instalación correcta y precisa de cada elemento el Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión los planos de taller correspondientes con suficientes detalles, para lo cual deberá guiarse por esquemas, dibujos e instrucciones de instalación de los fabricantes.

El Contratista deberá acoplar en forma precisa el equipo de bombeo con las instalaciones hidráulicas y estas con las tuberías existentes. Así también, deberá verificar las características de las instalaciones existentes, donde se acoplarán las instalaciones hidráulicas nuevas a las viejas y proveer de esta manera el tipo de accesorio de unión que utilizará, previa aprobación de la Supervisión.

En ambos casos, las bridas o accesorios de acople deberán ser los adecuados para la clase correspondiente, de manera que tanto válvulas, tuberías y accesorios puedan acoplarse de conformidad con los requisitos contractuales y no se aceptarán para una misma instalación hidráulica bridas o uniones de clases diferentes a las de las válvulas o accesorios.

La instalación de los manómetros con sus válvulas y accesorios, así como el lugar de ubicación en el maníful o árbol de descarga del equipo de bombeo, será acordado juntamente con el Supervisor.

Para la instalación del macromedidor de flujo se realizará de acuerdo a las indicaciones del fabricante, respetando las longitudes de los accesorios complementarios.

En la instalación de tuberías de PVC no se aceptarán calentamiento o soldaduras con solventes para la aplicación en las juntas, excepto en diámetros menores.

Cualquier error u omisión no exime al Contratista de la responsabilidad de suministrar e instalar todos los elementos correctos para dejar las instalaciones de acuerdo a los planos, Especificaciones Técnicas e indicaciones del Supervisor.

4.18.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para las válvulas, piezas especiales y accesorios será por unidad (c/u) y para la tubería será por metro lineal (ml) de acuerdo al precio de las Listas de Cantidades.

Se pagará por suministro y por instalación de acuerdo a los precios establecidos. La suma total por el suministro e instalación deberá incluir, distribuido en cada precio individual que lo conforma, los trabajos de conexión al sistema existente tales como: cortes, soldaduras, medidas, nivelación, etc. y el suministro e instalación de transiciones/adaptadores, etc. que sea necesario para la ejecución completa de los trabajos.

El pago por la instalación deberá incluir todo lo necesario para transportar los materiales desde la Aduana hasta las Bodegas del Contratista y/o la obra, su almacenaje y su instalación.

Se pagará únicamente la tubería, válvulas y los accesorios efectivamente instalados con aprobación de la Supervisión. No se harán pagos adicionales por sobrantes, desperdicios, reposición de valvulería, accesorios o tubería defectuosa, ni tampoco por imprevistos u olvidos voluntarios o involuntarios en la determinación de los Precios Unitarios.

4.19 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

Es obligatorio montar los equipos sobre fundaciones de concreto o estructuras previstas para este propósito, deberán ser nuevas para lo cual se deberán demoler o desmontar las existentes. Por tal razón, se deberá tomar en cuenta las dimensiones, peso de los equipos e instrucciones del fabricante y por parte de ANDA, es obligatorio realizar todas las obras necesarias para llevar a cabo el montaje a satisfacción por parte de ANDA.

Para los equipos eléctricos se deberá suministrar e instalar todas las estructuras, crucetas, tirantes, conductores, uniones, aisladores, soportes y otros accesorios y materiales necesarios para la correcta y completa instalación. Es obligatorio verificar la horizontalidad y verticalidad antes de proceder a fijarlos sobre la fundación o estructura. La instalación del equipo incluye la fijación de éste a las fundaciones y/o estructuras y su terminación a satisfacción por parte de ANDA..

Para los equipos mecánicos es obligación incluirá en el suministro e instalación la excavación, relleno y compactación donde se necesite; soldadura, cierre y la colocación de tornillos (completos) de las bridas, finalización y reparación de las pinturas, pruebas en el sitio y todos los materiales consumibles como: electrodos, lubricantes y otros; además de todo lo necesario para instalar el equipo de acuerdo con lo exigido en los planos, catálogos y otros documentos del Contrato.

La instalación de los equipos estará regulada por el reglamento local vigente y por las normas internacionales.

En la mayoría de los casos, para la instalación de los nuevos equipos de bombeo (completos) se realizará el desmontaje de equipos existentes, ya sea que se encuentren operando o fuera de servicio. Para que se pueda realizar esta actividad debe de coordinarse y obtener la aprobación por parte de ANDA, en lo que respecta a las fechas para suspender los sistemas y el tiempo que estos quedarán fuera de servicio hasta su rehabilitación. Además, de cumplir con lo indicado en el numeral 4.7 de este capítulo. Es obligatorio que: **la instalación de los nuevos equipos de bombeo únicamente se puede realizar con la presencia de personal de anda.**

4.19.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS

La instalación eléctrica de los equipos deberá incluir:

- La interconexión sólidamente apropiada y la fijación de las diferentes partes a las barras colectoras conductoras, de tierra y de polarización.
- Verificación de las conexiones de los cables y conductores de control interno y externos, sus modificaciones y sus terminaciones apropiadas.
- Verificación de los enclavamientos (interlocks) mecánicos y eléctricos.
- Verificación de todos los contactos en cada circuito de control y de los relés de control y protección, internos y externos, operando con métodos aprobados de simulación, a efectuar por el Ingeniero del Contratista, esta verificación será con la presencia del Supervisor antes de la prueba y autorización de energizar los tableros.
- Calibración y verificación de todos los relés de tiempo y de protección, así como los instrumentos de medición, en la presencia del Supervisor.
- Programación o ajuste de los arrancadores electrónicos, variadores de frecuencia y de los controladores lógicos programables (PLC), en presencia y con el visto bueno del supervisor.
- Verificación del movimiento suave y perfecto de los elementos móviles (draw-out), según las instrucciones del fabricante.
- Todos los equipos deberán estar eficazmente polarizados.
- La red de tierra de la subestación eléctrica deberá poseer un pozo de registro para la verificación periódicamente de su valor; además, el hilo neutro de la subestación eléctrica debe llevarse con el mismo calibre de conductor hasta el gabinete del interruptor principal y desde este hasta cada uno de los paneles de control.

Los equipos deberán entregarse en perfectas condiciones de trabajo, listos para operar, esto incluye las secuencias de fases y dirección de rotación requeridas de los motores.

Las conexiones de los circuitos de control con su respectivo tablero serán suministradas, instaladas y conectadas según lo estipulado en la sección correspondiente en este Documento.

4.19.2 INSTALACIÓN DEL PANEL DE CONTROL (ARRANCADOR ELÉCTRICO)

Para la instalación y conexión del panel de control para los motores, en primer lugar se deberá observar y practicar las recomendaciones del fabricante a través del catálogo de Operación y Mantenimiento, suministrado por ellos.

La instalación completa del arrancador incluye la conexión de los elementos y/o dispositivos de control y protección que se ubican fuera del gabinete del arrancador. Entre estos tenemos: banco de capacitores, control de niveles, interruptor de presión, interruptor de vibraciones, sensor de voltaje, voltímetro digital y analógico (para las fases y con respecto al neutro), amperímetro digital y analógico (para las tres fases), analizador de redes (que mida y muestre: voltajes, corrientes, factor de potencia, potencia real, potencia aparente, potencia reactiva inductiva y capacitiva, energía real, energía reactiva, horas de operación, etc.), Pararrayos secundario, sensor de temperatura de los devanados (thermasentry), sensores de temperatura de baleros del motor, medidor de caudal, medidor de presión, etc.

En algunas Plantas de Bombeo el Contratista deberá montar los tableros en los mismos sitios donde se encuentran los tableros a ser sustituidos; por tal razón, el Contratista deberá coordinar sus actividades para tomar en cuenta las dimensiones, el peso de los tableros e instrucciones del fabricante y del

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Supervisor. En caso de discrepancias, serán responsabilidad del Contratista realizar todas las obras adicionales necesarias para llevar a cabo el montaje correcto.

El Contratista deberá verificar la horizontalidad y la verticalidad, antes de proceder a fijarlos sobre el lugar del montaje. Los tableros que serán fijados al piso deberán instalarse sobre una base de concreto reforzado (hormigón), las dimensiones serán acordadas juntamente con el Supervisor.

La instalación de los tableros incluye la fijación de éstos a los sitios de instalación y su terminación a satisfacción del Supervisor.

Cuando se trate de instalar varios paneles de control, estos deberán conectarse desde el interruptor principal, por conductores al piso; instalados en canaletas de concreto y estas a su vez deberán estar tapadas con lámina lagrimada de ¼" de espesor. Pudiendo salir hacia cada motor eléctrico por medio de tubería rígida tipo conduit.

4.19.3 INSTALACIÓN DE CAPACITORES

Se instalará un banco de capacitores por cada motor eléctrico, este será instalado fuera del gabinete del arrancador y deberá alojarse dentro de un gabinete metálico, TIPO NEMA 1.

Su instalación incluye su cableado, ductería y conexión al arrancador y la instalación de todos los elementos de protección y control requeridos en estas Especificaciones; como lo son: contactores, interruptor termomagnético, fusible de disparo rápido, bobinas de descarga, etc.

4.19.3.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

El pago por el suministro e instalación de cada banco de capacitores se hará de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades.

Si el capacitor no es desglosado en las Listas de Cantidades, todos sus costos deberán incluirse en el precio unitario del arrancador o del equipo de bombeo completo según lo considere conveniente el Contratista y a aprobación del supervisor.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluirlo en el precio unitario que le corresponda.

4.19.4 INSTALACIÓN DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL

Se instalará un interruptor principal o general por cada Planta de Bombeo, según se indique en las Especificaciones y/o cuadros anexos. Su instalación será dentro de un gabinete metálico o caja, e incluye el cableado y conexión eléctrica con todos los dispositivos que este protegerá.

4.19.4.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

El pago por el suministro e instalación de cada interruptor se hará de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades.

Si el interruptor no es desglosado en las Listas de Cantidades, todos sus costos deberán incluirse en el precio unitario de la subestación eléctrica.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluirlo en el precio unitario que le corresponda.

4.20 INSTALACIÓN DE LA BOMBA

Antes de la instalación se deben inspeccionar todas las piezas para ver si falta alguna o si estas han sufrido algún daño durante el transporte. Si se notan daños evidentes, debe notificarse de inmediato al representante de ANDA.

Limpiar todas las partes, eliminando suciedad, partes del material de empaque y cualquier otra sustancia extraña. Lavar la bomba minuciosamente con agua limpia antes de su instalación.

Limpiar todas las superficies maquinadas. Eliminar los lugares con herrumbre en las superficies labradas a máquina, usando tela de esmeril de grado fino. Limpiar todas las superficies roscadas y los herrajes adjuntos, quitándoles toda suciedad o grasa.

Todas las roscas deben inspeccionarse y si tienen daños deben repararse. Limpiar todos los hilos de rosca con cepillo de alambre y solvente. Los extremos de los ejes deben limpiarse bien y eliminar cualquier sustancia extraña ya que el alineamiento depende de que los extremos de los ejes se toquen en toda su superficie de contacto. Lubricar todas las conexiones roscadas con un lubricante apropiado para acero.

No comenzar a instalar el equipo si no se tienen a mano todas las herramientas adecuadas para el trabajo.

Se debe usar una grúa fija, trípode o grúa corriente con cadena de izaje o accesorio similar que tenga gancho y eslabón giratorio. La grúa debe tener capacidad para levantar y bajar en forma segura la bomba completa, con altura suficiente para elevar la parte superior de la columna sobre la cimentación de la bomba.

La base (cimentación) para anclar el cabezal de descarga puede ser de cualquier material que forme un soporte rígido y permanente para tener vibraciones mínimas y la alineación correcta entre el motor y la bomba. Los mejores cimientos son los de concreto reforzado (hormigón), antes de colar el concreto se deben instalar los pernos para el anclaje del cabezal de descarga, con el visto bueno por parte del representante de ANDA.

4.21 INSTALACION DE MOTORES ELÉCTRICOS VERTICALES

Los motores deberán montarse verticalmente, comprobándose su verticalidad mediante niveles de burbuja. Su instalación deberá acoplarse perfectamente a la brida de la bomba mediante pernos y roscas previstas de fábrica.

Comprobar que el eje superior esta en el centro del eje hueco del motor. Poner calzadas entre el cabezal de la bomba y el cimiento, si es necesario, para centrar el eje superior.

La conexión eléctrica deberá realizarse de acuerdo a las instrucciones suministradas por el fabricante, observándose que exista una sólida unión entre los cables, según las normas locales y/o internacionales. No deben utilizarse arandelas entre las piezas de conexión del motor y las del circuito derivado para lograr un mejor contacto. El representante de ANDA junto con el instalador deberá comprobar todo lo anterior en el campo. Se recomienda soportar y proteger los conductores terminales del motor; deben sujetarse con abrazaderas en el punto en que entran a la caja, o cerca de él. Es útil en este sentido un empaque separador de conductores terminales hecho con hoja de neoprene, a fin de limitar el movimiento de los cables con las corrientes de arranque. Si se colocan camisas extras en torno a dichos conductores en esa zona, se eliminan las "mordeduras" o cortes de los forros de los cables. Los agujeros en las placas de acero por los que pasan los conductores deben estar biselados o, por lo menos, libres de rebabas.

Las normas aplicables a la instalación de motores serán las indicadas en la sección 430 del Reglamento Interno de Obras e Instalaciones Eléctricas de El Salvador, Primera Edición 1991, así como las indicaciones del fabricante. Para concluir de manera correcta la instalación es necesario que se emplee las técnicas más adecuadas y recientes para la construcción eléctrica.

Para la instalación eficaz de motores se deben considerar los siguientes aspectos:

- Recepción, manejo y almacenamiento.
- Procedimientos de seguridad.
- Consideraciones sobre la ubicación
- Cimientos.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

- Montaje.
- Alineación mecánica.
- Conexiones eléctricas
- Puesta en marcha inicial.

Pruebas: las pruebas mínimas que se le exigirán como obligación para la instalación de motores serán las mencionadas en estas Especificaciones.

Al emitir el certificado de aprobación, por parte del representante de ANDA, indicará su correcta instalación y pruebas satisfactorias bajo operación normal en conjunto.

4.22 INSTALACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS SUMERGIBLES

Para la instalación del conjunto bomba-motor, ensamblar el acoplamiento con grasa impermeable no tóxica, ya que esta impide la entrada de abrasivos a la zona de estrías del motor.

Para el empalme del cable de bajada a los conductores del motor, es necesario que el empalme sea hermético al agua. Además, para la instalación y conexión de los motores eléctricos sumergibles deberán observar y practicar las mismas especificaciones anteriores con el visto bueno del representante de ANDA.

4.23 INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (SUBESTACIONES ELÉCTRICAS)

Para la instalación de los transformadores de distribución se deberá observar y practicar lo siguiente:

- Las recomendaciones del fabricante
- Las indicaciones del Reglamento Local
- Las indicaciones del Supervisor

En todo caso, el instalador usará su buen juicio, conocimiento y experiencia para que la instalación sea satisfactoria y segura.

Las subestaciones aéreas son las que están constituidas por uno o más transformadores formando bancos montados directamente en un poste o en un marco de dos postes (estructura " H "). Para montaje directo en poste se permitirá hasta de 3 X 50 KVA. Para subestaciones de mayor capacidad se construirán en plataforma de concreto, o a lo indicado en los planos y a las instrucciones del Supervisor.

En las subestaciones montadas en base de concreto deberán emplearse barreras de protección tales como: cercas, mallas o muros perimetrales con candados en las puertas, se usará la que indique el plano o el Supervisor para cada Planta de Bombeo.

Para la instalación de uno o más transformadores nuevos el Contratista realizará todas las gestiones, trámites y pagos con la Distribuidora de energía eléctrica que corresponda. Los pagos son para obtener la factibilidad, punto de entrega, presupuestos y la conexión final con la instalación de la medición. Estos costos deberán estar incluidos en el ítem de la "subestación eléctrica".

La subestación quedará energizada y lista para su funcionamiento, sin que ANDA tenga que incurrir en pagos adicionales.

El Contratista será el responsable de presentar a las Distribuidoras de energía los planos eléctricos "Como Diseñado" y al final el plano "Como Construido" debiendo realizar todas las correcciones necesarias hasta obtener la debida aprobación.

Los planos que la Contratista entregará a la ANDA/Supervisión, según las Bases de Licitación, serán los aprobados por las Distribuidoras de energía eléctrica con sello y firma por parte de éstas.

El Contratista informará al Supervisor sobre los avances en las gestiones con las Distribuidoras de energía, para lo cual le entregará copias de la documentación que lo respalde.

4.23.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá la "Subestación eléctrica" completamente terminada (C/U) a satisfacción del Supervisor, su pago se hará de acuerdo a los precios de las listas de cantidades de su oferta.

Para efecto de pago se considerará hasta que sea instalada completa para condiciones de trabajo; deberá energizarse y probarse con todos sus componentes para obtener los valores de voltaje requeridos. Simultáneamente, los "Elementos eléctricos de subestación" se revisarán y probarán hasta obtener el visto bueno del Supervisor, requisito indispensable para este pago.

En el precio el Contratista deberá incluir todos los trabajos y elementos necesarios para poner en funcionamiento la subestación, tales como: Transformadores, aislamiento, herrajes, cables, red de tierra completa, postes, marcos o estructura " H ", base de concreto, barrera de protección, zanjas, rellenos, compactaciones, resanes, etc., el Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

4.24 INSTALACIÓN DE LA RED DE TIERRA

El sistema de red de tierra requerido consistirá en una parrilla completa con derivaciones conectadas a las barras de tierra. Las barras serán de cobre de 5/8" X 10' (o equivalente).

La parrilla será de cable de cobre desnudo No. 4 AWG (como mínimo), enterrado a una profundidad de 30 centímetros abajo de la rasante del sitio. Cada empalme, cruce o conexión se hará con conectores de cobre (cepos), debiendo los cables ser continuos entre empalmes o puntas de cruce.

Algunos de los empalmes, cruces o conexiones entre varillas y entre varillas y electrodos deberán ser ejecutados dentro de un pozo de inspección.

MEDICIÓN DE LA RED DE TIERRA

El Contratista después de haber instalado la red de tierra, deberá efectuar mediciones de dicha red de acuerdo a lo establecido en la norma IEEE STD 81-1962 y a las normas locales.

La red de tierra deberá ser instalada de acuerdo a lo que indican los planos y ordene el Supervisor. Si después de efectuar mediciones, el Contratista no logra obtener un valor igual o menor a 4 ohmios, este deberá hincar las varillas que sean necesarias y realizar tratamientos a la tierra, hasta alcanzar el valor exigido, sin costo adicional para ANDA.

En los lugares que se instalarán nuevos equipos de bombeo y la subestación no será sustituida, el Contratista debe tomar lecturas a la red de tierra existente para obtener el valor requerido, de no obtener dicho valor se realizarán las recomendaciones del párrafo anterior, sin costo adicional para ANDA.

4.24.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Para el suministro e instalación de la red de tierra no se reconocerá pago alguno en forma independiente debido a que forma parte de los "Elementos eléctricos de subestación" necesarios para poner en funcionamiento la subestación eléctrica. Los costos que ello conlleva deben ser incluidos en el ítem de la "Subestación eléctrica".

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluirlo en el ítem que le corresponda.

4.25 PRUEBAS

4.25.1 BOMBAS

Cada bomba deberá ser aprobada en presencia del representante de ANDA en forma individual y deberá satisfacer completamente el estándar AWWA-E101 del código de pruebas del instituto Hidráulico (Test Code Standard - Hydraulic Institute) o ISI 2548, código de ensayo de las bombas hidráulicas.

Las bombas serán probadas completas (Cuando se suministro e instalación), con todos los cojinetes axiales, cojinetes de empuje y elementos auxiliares impulsados directamente, o cuando esto sea impracticable, es obligación estipular el valor estimado de las pérdidas producidas por estos ítems y deberá además demostrar a satisfacción por el representante de ANDA que su estimación de las pérdidas es correcta.

Dichas pruebas deberán demostrar que las bombas tienen las características generales de altura de elevación, eficiencia, potencia y demás propiedades que aparezcan en las curvas aprobadas. Tales pruebas deberán mostrar, asimismo, otras propiedades especificadas, en el punto de diseño y deberán además establecer que la bomba está libre de sobrecalentamiento, cavitación y vibración excesiva en todo el rango de operación especificado. Las bombas se probarán a través de todo el rango de operación, desde las condiciones de válvula a $\frac{1}{4}$ cerrada hasta el punto de descarga máxima.

Las lecturas se tomarán para un mínimo de 5 puntos de capacidad, incluido un punto para la capacidad del punto de diseño $\pm 2\%$.

Para cada bomba deberán dibujarse las siguientes curvas: altura de elevación/caudal, eficiencia de la bomba/caudal y BHP/caudal. Para la producción de estas curvas deben utilizarse los valores de las eficiencias de los motores, obtenidos durante las pruebas de operación de éstos. Las curvas producidas se utilizarán para demostrar que la planta es capaz de satisfacer en el emplazamiento todo el rango de condiciones de operación previstas.

El cárter de las bombas será sometido a una prueba de presión máxima, obtenida con la válvula de entrega cerrada.

4.25.2 MOTORES ELÉCTRICOS

Una vez concluida la instalación, pero antes de poner el motor en servicio, debe efectuarse un arranque inicial como sigue:

- Comprobar que todas las conexiones del motor y del equipo de arranque y control concuerden con los diagramas.
- Cerciorarse de que voltaje, fases y frecuencia de la línea de alimentación sean los que aparecen en la placa de identificación del motor.
- Comprobar que los cojinetes estén lubricados, y que estén llenos los depósitos de aceite de las chumaceras.
- Efectuar las pruebas de resistencia del aislamiento con el motor completamente inmóvil, y verificar que todos los devanados por probar queden conectados a la carcasa y a tierra un tiempo suficiente para eliminar cualquier carga electrostática residual. Si no se toman estas precauciones, el personal puede sufrir lesiones.
- Comprobar que el rotor gira libremente y no tiene rozamiento cuando se desconecta de la carga. Debe eliminarse cualquier cuerpo extraño que se encuentre en el entrehierro.
- Si la carga está desconectada, poner en marcha el motor sin carga un tiempo suficiente para determinar que no existen condiciones anormales. Escuchar y palpar el motor a fin de descubrir si hay exceso de ruido, vibraciones o golpeteo; en caso afirmativo, parar el motor de inmediato. Investigar y corregir la causa antes de poner el motor en servicio.
- Comprobar el sentido de rotación; si es incorrecto, intercambiar dos de los conductores de la línea para la rotación. La rotación del motor se comprobará antes de conectarle la bomba.
- Si no es posible desconectar la carga impulsada, se interrumpe el ciclo de arranque después de que el motor se haya acelerado, haciendo que gire a baja velocidad. Debe observarse con cuidado si hay algo anormal mientras el motor gira libremente por el impulso adquirido. Esto se repite unas cuantas veces, recordando que los arranques repetidos sobrecalientan un motor.
- Si la verificación anterior fue satisfactoria, hacer funcionar el motor con la carga más baja posible, y buscar si existe alguna condición anormal. Se incrementa la carga con lentitud hasta el valor máximo y se determina si el funcionamiento es el correcto. En caso afirmativo se ponen en marcha el motor y su carga hasta la velocidad normal, vigilando con cuidado en busca de anomalías.

- Anotar todos los valores pertinentes, como amperaje a plena carga, voltaje, corriente de arranque, resultado de pruebas de resistencia de aislamiento, intensidad o nivel de ruido, temperatura, etc. Todo ello para futura referencia.

4.25.3 PRUEBAS FINALES EN EL SITIO

El Contratista deberá examinar cuidadosamente los datos técnicos de los equipos, antes de realizar las pruebas, para efectos de poner en operación, probar y ensayar los equipos. Queda entendido que tales pruebas serán por su cuenta y riesgo, y que cualquier falla o daño que resultare por causa de un mal montaje y operación, será de la total responsabilidad del Contratista.

En la fecha definida para efectuar las pruebas y previo aviso y verificación de tal fecha con la Supervisión y después de constatar que los niveles de agua, el suministro de energía, etc., son satisfactorios, el Contratista deberá proceder a realizar la prueba del conjunto: bomba, motor, arrancador, subestación, tubería, válvulas, accesorios, etc., del sistema.

Las pruebas finales, se realizarán en forma integrada y coordinada para asegurar que cada unidad de bombeo y la planta están completas, han sido correctamente instaladas, su operación es confiable bajo las condiciones específicas de operación normal y el sistema es capaz de cubrir todo su rango de operación. Además, de verificar su correcto montaje y operación.

Estas pruebas se realizarán en cada unidad de bombeo. Cada bomba se operará a la velocidad nominal máxima para por lo menos tres caudales, uno de ellos el de diseño, y simultáneamente se deberán leer todos los instrumentos de medición del sistema. Se hará variar el caudal cerrando la válvula de descarga y se verificarán los datos nominales del motor en base a los datos de placa. Si estas pruebas muestran una notable diferencia o deterioro del rendimiento de la planta o cualquier ítem en particular de éstas o del sistema, comparados con los resultados obtenidos durante las pruebas en las instalaciones del fabricante, el Contratista deberá en forma inmediata tomar las medidas necesarias para rectificar la deficiencia.

Cada componente del equipo eléctrico deberá someterse a pruebas de resistencia del aislamiento a intervalos regulares, secándolo previamente si fuera necesario. No se aplicará energía eléctrica a ningún equipo eléctrico en tanto la resistencia del aislamiento no se encuentre a un nivel satisfactorio.

Todos los sistemas de protección, circuitos de control, circuitos de enclavamiento y circuitos auxiliares deberán ser probados, simulando condiciones normales y anormales de operación, antes de energizarlos. Todos los instrumentos de medición deberán ser calibrados.

Deberá verificarse la resistencia de cada sistema de conexión a tierra. Si la resistencia superase el valor permisible, se colocarán varillas adicionales de cobre, que se conectarán al sistema de toma de tierra. Todos los ítems del equipo sujetos a presión deberán probarse, a la presión de prueba estipulada. Estas pruebas se realizarán cuando el tendido de la tubería esté completo, de manera de poder probar todas las juntas. Los tubos individuales que deban ser empotrados serán probados antes y después del empotramiento.

Adicionalmente, se verificará la eficiencia y el rendimiento de la planta, en lo posible para todo el rango de operación, los valores obtenidos se compararán con aquellos obtenidos durante las pruebas individuales (en cada uno de los equipos de bombeo)

Cuando una sección de la planta haya pasado en forma satisfactoria las pruebas anteriormente especificadas, se hará funcionar el equipo verificando en forma general que su operación sea satisfactoria. Cuando todo el equipo haya sido verificado y probado, toda la instalación será puesta en operación y deberá funcionar en forma continuada y sin ningún tipo de problema durante 7 días (o durante un número de días no consecutivos tal, que a juicio del Supervisor correspondan a una semana de días consecutivos). Todos los instrumentos indicadores y cualquier tipo de aparato requerido para las pruebas, además de lubricantes, mano de obra especializada, etc., serán suministrados por el Contratista. Incluyendo equipos para la generación de energía eléctrica.

4.25.4 PUESTA EN OPERACIÓN

Tan pronto como el Supervisor haya certificado que el montaje ha sido terminado y esté satisfecho con el funcionamiento de la planta, el Contratista deberá hacer funcionar la Planta durante el período de tiempo que se denominará "Puesta en Operación".

El costo de la "Puesta en Operación" será a cuenta del Contratista e incluirá, pero no estará limitado a, gastos de: personal, lubricantes, etc., y deberá incluirlos en el ítem de " Instalación y pruebas del equipo de bombeo ", si existe, de lo contrario se incluirá en el ítem del "Suministro del equipo de Bombeo".

La "Puesta en Operación" comenzará en la fecha y hora determinada por el Supervisor. Sin embargo, el Supervisor no retrasará el comienzo de la Puesta en Operación por pequeñas deficiencias de la Planta que no afecten directamente su operación.

El período de "Puesta en Operación" terminará después que la Planta haya sido operada en forma satisfactoria durante siete (7) días calendarios consecutivos sin interrupciones, en caso que se presenten fallas, estas deberán ser reparadas y continuará la "Puesta en Operación" por períodos adicionales en exceso de una semana, que serán requeridos por el Supervisor, para obtener la aprobación.

Después de haberse completado y concluido, en forma satisfactoria para ANDA y la Supervisión, las pruebas en el lugar y siempre que el Contratista haya cumplido todas sus obligaciones contractuales y las indicadas en el siguiente numeral de este Capítulo, el Supervisor emitirá el " Certificado de Aceptación de las Obras Electromecánicas ".

4.25.5 REQUISITO PARA OBTENER APROBACIÓN

Para obtener la aprobación de cada equipo de bombeo, el Contratista deberá cumplir con todos los requisitos que se señalan en estas Especificaciones Técnicas Electromecánicas.

Se dará por terminado el trabajo de las instalaciones electromecánicas al cumplirse las siguientes condiciones:

- Que se hayan revisado y aceptado todas las instalaciones electromecánicas a satisfacción de la Supervisión.
- Que se hayan realizado, ante la presencia de la Supervisión, todas las pruebas y mediciones necesarias con los procedimientos aprobados por la misma Supervisión, de tal forma que se garanticen la correcta instalación y buen funcionamiento.
- Que se haya entregado a la Supervisión en forma escrita, los resultados de las pruebas realizadas, además, de la nueva Curva de Operación del Equipo y del Sistema.
- Que se haya entregado a la Supervisión toda la información de los equipos, esta deberá ser entregada de una sola vez. Ningún equipo será considerado como aprobado hasta que no se haya recibido toda la información técnica especificada, incluyendo sus "Manuales de Operación y Mantenimiento".
- Que se hayan completado y entregado a la Supervisión los cuadros anexos, de estas Especificaciones, de la siguiente manera :
 - Anexo No. 3 "Características del equipo de bombeo": - Uno por cada equipo ofertado y/o suministrado.
 - Anexo No. 4 "Información General": - Uno por cada Planta de Bombeo, y se incluirán todos los equipos, ya sean nuevos o existentes. (**sólo para el oferente ganador**).

4.25.6 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Cada una de las partidas o ítems de las obras electromecánicas serán pagadas según los precios unitarios que aparecen en las Listas de Cantidades.

El montaje será medido en unidades completas y se entenderá que se refiere al equipo de bombeo completo, como se ha descrito anteriormente: motor, turbina, columna, ejes, accesorios, cabezal de descarga, arrancador, capacitores, etc. La forma para el pago del equipo de bombeo será de la siguiente manera: cuando se pruebe a descarga libre, se pagará el 70% del ítem o partida "Suministro de equipo de bombeo", en una estimación de obra.

Después de haber efectuado la "Puesta en Operación" y haber obtenido el "Certificado de Aceptación de las Obras Electromecánicas", de toda la unidad integrada bajo operación normal del sistema, se pagará completo el ítem o partida de "Instalación y prueba del equipo de bombeo", además, del 30 % restante de la partida "Suministro de equipo de bombeo".

4.26 PERIODO DE RESPONSABILIDAD POR DEFECTOS

Durante el período de responsabilidad por defectos, el Contratista seguirá siendo responsable ante el Contratante bajo los términos del Contrato, debiendo cargar con todos los gastos pertinentes a lo siguiente:

- Reparación de cualquier defecto imputable al Contratista y provisión de todas las parte de repuesto requeridas para el mantenimiento de la Planta.
- Capacitación adicional del personal del Contratante.
- Supervisión y control, por personal especializado, del funcionamiento de la Planta operada por el personal del Contratante.

Durante el período de responsabilidad por defectos el Contratante proveerá y será responsable de lo siguiente con respecto al funcionamiento de la planta:

- Toda la mano de obra necesaria, y
- Suministro de combustible, lubricantes, electricidad, agua, etc.

4.27 DESMONTAJE Y/O RETIRO DE EQUIPOS Y MATERIALES EXISTENTES EN OBRAS DE REHABILITACIÓN

4.27.1 GENERALIDADES

Debe entenderse que todo material y equipo que deberán retirarse y/o desmontarse de las instalaciones existentes ya sean civiles, hidráulicas, eléctricas y mecánicas, es propiedad única y exclusiva de ANDA.

Antes de iniciar los trabajos de retiro de dicho equipo y/o material, el Contratista en coordinación con la ANDA/Supervisión, realizará un inventario de los mismos y se dejará la respectiva Constancia por medio de un Acta, suscrita entre las partes relacionadas.

Entre estos equipos estarán incluidos, pero no limitados a: bombas, columna, ejes, tazones, cabezal de descarga, válvulas, tubería, accesorios, motores, arrancadores, cables, transformadores, protecciones eléctricas, postes, etc.

Los materiales y/o equipos deberán ser retirados procurando no causar daños a los mismos o a la infraestructura donde se encuentran, y serán cargados, transportados y ubicados en los sitios indicados por ANDA, que en la mayoría de los casos serán Planteles en San Salvador, todo sin ningún costo adicional para ANDA.

También, el Contratista deberá reparar o sustituir, de acuerdo a las instrucciones de la Supervisión todos los daños ocasionados a las estructuras de donde sean retirados o desmontados, como: repellos, paredes, losas, bases, aceras, revestimientos, etc.

Cuando por causa de estos trabajos sea necesario suspender el servicio de agua potable a la población, el Contratista deberá garantizar que sus actividades serán ejecutadas en el mínimo de tiempo posible. Cuando los trabajos de rehabilitación obliguen a la suspensión del sistema por un tiempo prolongado (mayor de 24 horas), el Contratista deberá presentar a la Supervisión, para su aprobación, la metodología y la manera en que se garantizaría el suministro de agua potable a la población durante el tiempo que duren los trabajos de rehabilitación que obliguen a la suspensión del sistema.

4.27.2 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El trabajo de retiro y/o desmontaje de instalaciones existentes será pagado el 100 % en una sola estimación por medio de Suma Global, de acuerdo a los precios de la Lista de Cantidades, hasta que estos sean recibidos en las bodegas que ANDA designe.

La recepción, de todas las unidades desmontadas, se hará en base al Acta previamente elaborada y firmada por ambas partes, en el lugar de las obras.

En aquellos sitios en los cuales el ítem de "Desmontaje y/o retiro de Equipos", no aparece en la Lista de Cantidades que le corresponde, los costos que esta actividad requiere deberán ser distribuidos en todos aquellos ítem que generan esta actividad.

No se reconocerá ni se hará reajuste de precios unitarios por omisiones de estos factores.

4.27.3 PLANOS TIPO PARA LA INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO

Ver TOMO II. PLANOS TIPO

NÚMERO DE PLANO	CONTENIDO
Plano tipo N°1.	Detalle de instalación de equipo de bombeo, tipo turbina vertical, instalado en pozo con bombeo a cisterna, en el mismo predio
Plano tipo N°2.	Detalle de instalación de equipo de bombeo, tipo turbina vertical, instalado en pozo con bombeo a tanque, ubicado a mayor altura
Plano tipo N°3.	Detalle de instalación de Equipo de bombeo, tipo sumergible, instalado en pozo con bombeo a cisterna, en el mismo predio
Plano tipo N°4.	Detalle de instalación de Equipo de bombeo, tipo sumergible, instalado en pozo con bombeo a tanque ubicado a mayor altura
Plano tipo N°5.	Detalle de instalación de equipos de rebombeo tipo turbina vertical instalado en cisterna con bombeo a red de distribución
Plano tipo N°6.	Detalle de equipos de bombeo tipo vertical multietapas instalado en cisterna con tanques hidroneumáticos
Plano tipo N°7.	Diagrama unifilar transformadores y arrancadores equipos de bombeo

CAPITULO - 5

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE LOS COMPONENTES DE LOS MANIFUL DE DESCARGA PARA LOS NUEVOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE O REHABILITACIÓN DE LOS EXISTENTES

5.1 GENERALIDADES

Tanto las válvulas, accesorios, piezas especiales y tuberías que serán suministrados es obligatorio que deberán cumplir con las normas ANSI/AWWA y otras normas internacionales aceptadas, en su última edición, que le sean aplicables.

Todos los elementos descritos en esta parte de las Especificaciones Técnicas se refieren a los bienes a suministrar para conformar el maniful o árbol de descarga de los equipos de bombeo.

Es obligatorio prestar atención de que los elementos a suministrar tengan el tipo de junta necesaria, a menos que se dé otra especificación en los planos o en las Especificaciones, que por lo general será bridada en las instalaciones hidráulicas. Así también, es obligatorio verificar las características de las instalaciones existentes, donde se acoplarán las instalaciones hidráulicas nuevas a las viejas y prever de esta manera el tipo de accesorio de unión que utilizará, previa aprobación del representante de ANDA.

5.2 ADQUISICIÓN DE LOS BIENES

Antes de ordenar el material, de cualquier descripción, que se utilizará en las obras permanentes, es obligación de someter a la aprobación por parte del representante de ANDA, las marcas o los nombres de los fabricantes propuestos y los detalles concernientes al lugar de origen de los mismos, además, documentación técnica que respalde el cumplimiento de las Especificaciones requeridas. La aprobación de la adquisición de los materiales y la recepción de estos deberá hacerse constar en un Acta, firmada por el Contratista y el Supervisor. En la recepción de los bienes el Supervisor rechazara todo material que no cumpla con las Especificaciones Técnicas.

5.3 VÁLVULAS

Todas las válvulas suministradas tienen que cumplir con las Normas ANSI/AWWA, en su última versión, que sean equivalentes. Deberán ser apropiadas para la operación para la cual fueron solicitadas. Se deberán indicar las normas de fabricación que cumplen las válvulas a suministrar, dando además amplios detalles de diseño (dibujos certificados), materiales y especificaciones. Se aceptarán solamente válvulas de primera calidad.

El cuerpo de cada válvula deberá ser de construcción resistente, de Hierro fundido, hierro fundido dúctil o acero al carbón según se especifique, con protección contra la oxidación con resina epóxica, pintura vinílica o similar, adecuadas para uso en contacto con agua para consumo humano y aprobado por el representante de ANDA, deberán ser capaces de operar con el mínimo mantenimiento. El Contratista deberá estar seguro que las válvulas suministradas son adecuadas para el propósito determinado.

En el cuerpo de cada válvula deberá estar fundida en alto relieve la siguiente información:

- Fabricante
- Diámetro nominal
- Presión de trabajo
- Norma AWWA de fabricación

Todas las bridas deberán cumplir con las Normas ANSI/B16.1 ó ANSI/B16.5, última edición, considerando DN y PN para garantizar que todas las piezas sean interconectables. Además, deberán incluir los empaques, pernos y tuercas necesarios para su conexión.

El Contratista deberá adjuntar a su oferta especificaciones, catálogos y dibujos certificados según los cuales cada tipo de válvula ofrecida está construida conforme a los requerimientos contractuales y a los folletos informativos respectivos.

5.3.1 VÁLVULAS DE COMPUERTA

5.3.1.1 CLASE 125 (presión máxima de trabajo de 200 psi)

Serán fabricadas según Norma AWWA C-500, con hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B, montadas en bronce calidad ASTM B62, , junta brida según ANSI B16.1, Clase 125; tendrán doble disco ó un disco sólido, con torre y tornillo externo, vástago levadizo (outside screw and yoke, OS&Y), a instalar en posición horizontal y deberán suministrarse con empaques, pernos y tuercas.

5.3.1.2 CLASE 250 (presión máxima de trabajo de 400 psi)

Serán fabricadas según Norma AWWA C-500, con hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B, montados en bronce calidad ASTM B62, junta brida según ANSI B16.1, Clase 250; tendrán doble disco ó un disco sólido, con torre y tornillo externo, vástago levadizo (out screw and yoke, OS&Y), a instalar en posición horizontal; deberán tener movimiento de cierre a la derecha y suministrarse con empaques, pernos y tuercas. Deberán cumplir con las normas ANSI B16.10 (dimensiones).

5.3.1.3 CLASE 300 (presión máxima de trabajo de 740 psi)

Serán fabricadas en acero calidad ASTM-A216 WCB, junta brida según ANSI B16.5, Clase 300, tendrán doble disco ó un disco sólido, con torre y tornillo externo, vástago levadizo (out screw and yoke, OS&Y), a instalar en posición horizontal; deberán tener movimiento de cierre a la derecha y suministrarse con empaques, pernos y tuercas. Deberán cumplir con las normas ANSI B16.10 (dimensiones) y ANSI B16.34 (pruebas de resistencia).

5.3.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN (SLOW CLOSING)

5.3.2.1 CLASE 125 (presión máxima de trabajo de 200 psi)

Serán fabricadas, con hierro fundido calidad ASTM -A126 Clase B, junta brida ANSI B16.1 clase 125, del tipo globo, de cierre suave, (slow closing) a instalar en posición horizontal y deberán suministrarse con sus empaques, pernos y tuercas.

5.3.2.2 CLASE 250 (presión máxima de trabajo de 400 psi)

Serán fabricadas, con hierro fundido calidad ASTM -A126 Clase B, junta brida ANSI B16.1 clase 250, del tipo globo, de cierre suave, (slow closing) a instalar en posición horizontal y deberán suministrarse con sus empaques, pernos y tuercas.

5.3.2.3 CLASE 300 (presión máxima de trabajo de 740 psi)

Serán fabricadas en acero, calidad ASTM-A216 WCB, junta brida según ANSI B16.5, Clase 300, del tipo globo, de cierre suave, a instalar en posición horizontal y deberán suministrarse con sus empaques, pernos y tuercas.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

5.3.3 VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

Se operarán hidráulicamente con control piloto y serán del tipo diafragma con funcionamiento modulado (cierre suave), con bushings y asientos de acero inoxidable; el diafragma será fabricado en Nylon reforzado o Buna N. Serán fabricadas en hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B, junta brida.

El circuito piloto (tuberías de pequeño diámetro) deberá protegerse con un cedazo para evitar la presencia de partículas extrañas que afecten el funcionamiento de la válvula.

Para presiones hasta 175 psi las bridas serán Clase 125, según ANSI B16.1, y para presiones hasta 300 psi se utilizarán bridas clase 250 de Hierro Fundido Dúctil (HoFoDo), según ANSI B16.1.

Para presiones mayores de 300 psi se utilizarán válvulas de acero Clase 300 (presión de trabajo 740 psi) Norma ASTM- A216 WCB, bridas ANSI B16.5

El ajuste de la válvula deberá realizarse según se indica en los planos con aprobación del supervisor.

Se debe considerar el suministro de dos válvulas de compuerta, esto obedece a que en la instalación de este tipo de válvulas se coloca una válvula de compuerta aguas arriba y otra aguas abajo, de la válvula reductora, de la misma resistencia y material, además, la instalación de 2 niples soldados en la tubería de ϕ ½" HoGo con tapones, con el objeto de calibrar la válvula con la ayuda de manómetros.

5.3.3.1 VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN TIPO ROSCADAS.

Serán del tipo resorte, con asientos de acero inoxidable; el diafragma será fabricado en Nylon reforzado o Buna N. Serán fabricadas en bronce calidad ASTM-B62, junta roscada en ambas uniones.

Serán de ϕ 1", y se instalara con una válvula de compuerta de bronce roscada de ϕ 1".

5.3.4 VÁLVULAS REDUCTORAS Y SOSTENEDORAS DE PRESIÓN

Se operarán hidráulicamente con piloto reductor y piloto sostenedor del tipo diafragma con funcionamiento modulado (cierre suave), con bushings y asientos de acero inoxidable; el diafragma será fabricado en Nylon reforzado o Buna N. Serán fabricadas en hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B, junta brida.

El circuito piloto (tuberías de pequeño diámetro) deberá protegerse con un cedazo para evitar la presencia de partículas extrañas que afecten el funcionamiento de la válvula.

Las válvulas serán tipo GLOBO.

Para presiones hasta 175 psi las bridas serán Clase 125, según ANSI B16.1, y para presiones hasta 300 psi se utilizarán bridas clase 250 de Hierro Fundido Dúctil (HoFoDo), según ANSI B16.1.

Para presiones mayores de 300 psi se utilizarán válvulas de acero Clase 300 (presión de trabajo 740 psi) Norma ASTM A216 WCB, bridas ANSI B16.5.

La calibración de las válvulas se efectuará según lo indicado en los planos con aprobación del supervisor.

Se debe considerar el suministro de dos válvulas de compuerta, esto obedece a que en la instalación de este tipo de válvulas se coloca una válvula de compuerta aguas arriba y otra aguas abajo, de la válvula reductora, de la misma resistencia y material, además, la instalación de 2 niples soldados en la tubería de ϕ ½" HoGo con tapones, con el objeto de calibrar la válvula con la ayuda de manómetros.

5.3.5 VÁLVULAS ALIVIADORAS DE PRESIÓN.

Se operarán hidráulicamente con piloto reductor y piloto sostenedor del tipo diafragma con funcionamiento modulado (cierre suave), con bushings y asientos de acero inoxidable; el diafragma será fabricado en Nylon reforzado o Buna N. Serán fabricadas en hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B, junta brida.

El circuito piloto (tuberías de pequeño diámetro) deberá protegerse con un cedazo para evitar la presencia de partículas extrañas que afecten el funcionamiento de la válvula.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

Para presiones hasta 175 psi las bridas serán Clase 125, según ANSI B16.1, y para presiones hasta 300 psi se utilizarán bridas clase 250 de Hierro Fundido Dúctil (HoFoDo), según ANSI B16.1. Para presiones mayores de 300 psi se utilizarán válvulas de acero Clase 300 (presión de trabajo 740 psi) Norma ASTM A216 WCB. Las válvulas aliviadoras serán tipo ANGULO.

Estas válvulas se calibrarán a 30 psi con aprobación del supervisor. Se instalarán mediante derivación en "T" provista de válvula de compuerta (suministrada dentro del mismo ítem) del mismo material y resistencia que la válvula aliviadora.

5.3.6 VÁLVULAS DE PURGA DE AIRE TIPO COMBINADO.

Serán de tipo cinético y cuerpo de hierro fundido calidad ASTM-A126, Clase B.

Los tipos de válvula que se requieren son:

Clase ANSI 125 (presión máxima de 200 psi) Junta Roscada de \varnothing 1" o de \varnothing 2" de diámetro.

Clase ANSI 250 (presión máxima de 400 psi). Junta Brida

Cada válvula de purga de aire se instalará con su respectiva válvula de aislamiento tipo compuerta junta a bridas o junta roscada de la clase ANSI apropiada.

5.3.7 VÁLVULA DE PURGA DE AIRE Y VACIO PARA POZOS PROFUNDOS. (WELL SERVICE AIR VALVES).

Serán tipo cinético, para presiones iguales o menores a 300 psi serán fabricadas en Hierro Fundido calidad ASTM-A216, sus juntas serán roscadas \varnothing 1" ó 2", conforme ANSI B2.1, con dispositivo estrangulador externo.

Para presiones arriba de 300 psi serán fabricadas en acero, calidad ASTM –A216 WCB (presión máxima de trabajo de 740 psi) y serán junta a bridas.

La válvula se instalará en un cabo brida-brida conectado a la salida de la bomba del pozo, y acompañada de una válvula de aislamiento tipo compuerta roscada o bridada de la clase ANSI apropiada

5.3.8 VÁLVULA ANTICIPADORA DEL GOLPE DE ARIETE (VÁLVULA PARA EL CONTROL DE ONDAS TRANSITORIAS)

La válvula será tipo diafragma, hidráulicamente operada, tipo globo fabricada en acero calidad ASTM-A216 WCB (presión máxima 740 psi), con pilotos hidráulicos para abrir la válvula por alta presión y por baja presión y con *Limitador de Flujo*. La válvula estará equipada con controles de la velocidad de apertura y de cierre.

Conexiones:

Diámetro menor que \varnothing 2": unión a rosca conforme ANSI B2.1

Diámetro \varnothing 2" y mayores: unión a bridas conforme ANSI B16.5 clase 300.

La válvula se instalará acompañada de una válvula de compuerta aguas arriba de diámetro igual, conexiones y resistencia iguales a los de la válvula anticipadora.

Calibración:

La presión de calibración será de 10 psi como mínimo sobre la presión máxima de servicio; la calibración sería aprobada por el supervisor.

5.3.9 VÁLVULA DE FLOTADOR

Las válvulas de flotador serán del tipo hidráulicamente operadas con diafragma, piloto actuado por control de flotador remoto, cuerpo de Hierro Fundido ASTM-A126 clase B tipo globo, junta a bridas clase ANSI 125 (se deberá suministrar e instalar la tubería HoGo que conecta la válvula con el piloto flotador remoto).

Las válvulas estarán equipadas con piloto para control de la velocidad de cierre.

5.3.10 VÁLVULA MARIPOSA ELECTRICA

Serán fabricadas con cuerpo de Hierro Fundido ASTM-A126 clase GG25, Disco de acero inoxidable AISI 316 SS, eje del disco acero inoxidable AISI 420; junta a bridas tipo waffle clase ANSI 125.

Las válvulas de mariposa control eléctrico serán del tipo operadas por un piloto eléctrico para abrir o cerrar hidráulicamente, este piloto eléctrico actuado por el control de niveles; y se deberá suministrar suministrarse 2 bridas con empaques, pernos, tuercas y arandelas planas y de presión.

5.3.11 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todas las válvulas se medirán por unidad suministrada (c/u), de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades. Deberán separarse los precios de suministro y de instalación.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en los Precios Unitarios de su Oferta.

5.4 PIEZAS ESPECIALES Y UNIONES

5.4.1 JUNTAS DE DESMONTAJE.

Por juntas de desmontaje se entenderán aquellos elementos de acople entre tuberías de igual material y para unir de diferentes materiales. Estas podrán ser juntas flexibles con bridas de compresión, empaques de elastómero, pernos y tuercas. Los materiales de estas podrán ser de Acero o HoFoDo según se indique en las Listas de Cantidades.

Las juntas HoFoDo tendrán que estar fabricadas como sigue:

- Sleeve (cuerpo) : HoFo ASTM A-536
- Follower flanges (bridas de compresión) : HoFo ASTM A-536

- Bolts (pernos) : los pernos serán de acero según ASTM A-825 y las tuercas según ASTM A-563 de conformidad con norma AWWA C-111 (ANSI-A21.11)

Las juntas de acero tendrán que estar fabricadas como sigue:

- Sleeve (cuerpo) : Acero ASTM A-53
- Follower flanges (bridas de compresión) : Acero AISI C10185
- Bolts and nuts : ASTM A-325-80 y ASTM A-563-80.

Todas las juntas deberán suministrarse con una protección con esmalte, de fábrica.

5.4.2 UNIONES

Estas son las que se usarán en Estaciones de Bombeo y se emplearán para unir tuberías con válvulas, con cabezales de descarga, accesorios, etc.

5.4.2.1 UNIONES EN ESTACIONES DE BOMBEO.

- (A).- Se utilizarán tuberías de acero al carbón, conforme lo siguiente:
- (A-1) Presiones hasta 350 psi: acero ASTM-A120 peso estándar cédula 40, sin costura.
(
- A-2) Para presiones mayores que 350 psi: acero ASTM-A53 tipo S grado A.
- (B).- Accesorios Roscados (ANSI B2.1).
- (B-1) Se utilizarán accesorios de Hierro galvanizado en diámetros hasta $\varnothing 4''$, para presiones de trabajo hasta 300 psi, serán cédula 40: según norma ANSI B16.3 clase 150, para presiones de trabajo mayores de 300 psi, será clase 300 según la norma indicada.
- (B-2) Accesorios Bridados.
Se utilizarán accesorios de acero al carbón fabricados conforme (ANSI B36.10) peso estándar, con bridas de acero al carbón cuya resistencia será:
Bridas de Acero Clase 150: Presión hasta 285 psi.
Bridas de Acero Clase 300: Presión (285 –740 psi)
Las bridas serán fabricadas conforme ASTM-A216 WCB.
- (C).- Cabos de Acero al Carbón.
Para su fabricación se utilizarán tuberías según se indica en (3.4.2.1) y bridas de acero al carbón cuya resistencia será la siguiente:
Bridas de acero clase 150: presiones hasta 285 psi.
Bridas de acero clase 300: presiones (285 –740 psi).
Las bridas serán fabricadas conforme ASTM-A216 WCB.
Los cabos conectados a medidores de acuerdo a lo siguiente:
Cabos conectados a la entrada del medidor: 5 veces el diámetro del medidor como mínimo
Cabos conectados a la salida del medidor: 2 veces el diámetros del medidor como mínimo.
- (D).- Niple de Hierro Dúctil (Niples de Transición).
Serán fabricados utilizando tubería junta rápida acerrojada Hierro fundido dúctil y será recortada para soldar en un extremo una brida de acero al carbón, a fin de obtener una pieza con espiga acerrojada en un extremo y brida en el otro (deberá proveerse los empaques, pernos y tuercas y contra bridas respectivo.
La tubería será fabricada en las siguientes resistencias:
Hasta 250 psi de presión: Norma AWWA ANSI/AWWA C151/A21.51, con junta rápida norma C111/A21.11 y ANSI/AWWA C110/A21.10.
Presiones Mayores de 250 psi: se utilizarán tuberías ISO 2531 (K-9).
La brida será fabricada en acero al carbón con las siguientes resistencias:
Presiones hasta 250 psi: clase 150 ASTM –A126 WCB.
Presiones Mayores de 250 psi: se utilizarán bridas clase 300 ASTM –A126 WCB.
- (E).- Codos de Hierro Dúctil Junta Acerrojada.
Presión hasta 250 psi.
Junta rápida: ANSI /AWWA C111/A21.11.
Componentes para acerrojar la junta: ANSI/AWWA C110/21.10.
Presiones Mayores que 250 psi.
Se utilizarán accesorios de Hierro dúctil norma ISO 2531 (K-9).
- (F).- Adaptadores de Brida ASTM con Brida ISO PN40.
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

Se fabricarán con un cabo liso de acero al carbón al cual se soldarán una brida ASTM-A216 WC clase 300 en un extremo y una brida PN40 en el otro.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todos los accesorios se medirán por unidad suministrada (c/u), de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades. Deberán separarse los precios de suministro y de instalación.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en los Precios Unitarios de su Oferta.

5.4.2.2 BRIDAS DE ACERO

Serán tipo SLIP-ON-WELDING y fabricadas con acero al carbón calidad ASTM A36, conforme las siguientes Normas:

Clase 125	Norma ANSI B16.1
Clase 250	Norma ANSI B16.1

Estas bridas deberán ser suministradas con sus empaques, pernos, tuercas y arandelas.

5.4.2.3 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todas las bridas se medirán por unidad suministrada (c/u), de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades.

Cuando las bridas se utilicen para formar accesorios tales como: cabo brida-espiga, cabo doble-brida, tee junta brida, codos junta brida, etc., el precio de la brida se incluirá dentro del costo total del accesorio y no se pagará por separado.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

5.5 MANÓMETROS METÁLICOS

Serán de tipo Bourdon sumergido en Glicerina, resistentes a la intemperie, con la carátula \varnothing 4" graduada con el rango de presiones que se especifica, la presión se debe indicar en psi, con exactitud de registro de $\pm 5\%$ del total.

Conexión por la base con rosca macho de \varnothing 1/2" de diámetro, adicionalmente se deben suministrar una válvula tipo globo de bronce \varnothing 1/2", una cola de cochino y accesorio de HoGo de \varnothing 1/2" soldado a la tubería de impelencia considerando la presión en cada una de las Plantas de Bombeo en los que se utilizarán.

5.5.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todos los manómetros se medirán por unidad suministrada (c/u), de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades. Deberán separarse los precios de suministro y de instalación.

En el precio del manómetro se incluirá el precio de la válvula tipo globo, una cola de cochino y de todos los accesorios necesarios, ya que no se pagarán por separado.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

5.6 MACROMEDIDORES DE FLUJO

5.6.1 MEDIDOR DE HELICE

5.6.1.1 DESCRIPCIÓN

Se fabricaran de conformidad con la Norma AWWA C704-92 “tipo medidor propulsado con agua fría para línea principal”, en servicio continuo, a instalarse horizontalmente a la intemperie, en clima tropical.

Los medidores se fabricaran en:

1. Hierro Fundido según norma ASTM A126, ASTM A159 ó ASTM A525, con unión bridas ANSI B16.5 C-150
2. Acero al carbón según norma ASTM A53, ASTM A120 y ASTM A200, con bridas ANSI B16.5 C-300

BRIDAS ANSI B16.5	PRESION MÁXIMA DE TRABAJO
Clase 150:	Presión hasta 285 psi
Clase 300	Presión de 285 a 740 psi

(*) Los medidores sometidos a presiones de trabajo se suministrarán con extremos lisos soldados a bridas (Welding Neck Steel Flanges) clase ANSI 300 B16.5.

Alternativamente, el medidor podrá suministrarse con extremos bridados, de una resistencia mayor que la clase ANSI 300 B16.5. Sin embargo, en este caso, el contratista deberá suministrar dos adaptadores de acero al carbón para conectar el medidor, con accesorios que poseen bridas ANSI clase 300.

La propela y el registro estarán acoplados magnéticamente; el registro indicará directamente caudales instantáneos en galones por minuto (GPM) o litros por segundo (l/s), mediante carátula de vidrio graduada y resistente a altos impactos, con el rango de caudales que se especifica y los volúmenes acumulados serán en metros cúbicos, con seis dígitos; el registro deberá protegerse con un depósito de gel de sílice para absorber la humedad en el momento de sellarlo herméticamente.

CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN

Los medidores deberán registrar con una precisión de $\pm 2\%$ el volumen aforado.

ESTABILIZACIÓN DEL FLUJO

Los medidores tendrán alabes estabilizadores y estarán protegidos interior y exteriormente por cubiertas epóxicas.

GRABACIONES SOBRE EL CUERPO DEL MEDIDOR

- (a) Marca y número de serie
- (b) Diámetro nominal (pulgadas)
- (c) Sentido de flujo
- (d) Clase de la brida

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

GRABACIONES SOBRE EL CUADRANTE DEL REGISTRO

- (a) Marca y número de modelo
- (b) Año de fabricación

MATERIALES

Especificar claramente el tipo de materiales utilizados y su composición porcentual.

INSTALACION

MEDIDOR DE HÉLICE

La distancia mínima requerida será:

- Antes del Medidor de flujo la distancia mínima es 5 veces el diámetro del medidor de flujo
- Después del Medidor de flujo la distancia mínima es 3 veces el diámetro del medidor de flujo

MEDIDOR ELECTRÓNICO DE FLUJO

Requisitos para el montaje del sensor:

- Si hay una brida antes del Medidor de flujo, la distancia es 10 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.
- Si hay una válvula de compuerta antes del Medidor de flujo, la distancia es 50 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.
- Si hay un reductor antes del Medidor de flujo, la distancia es 15 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.
- Si hay un codo de 90° antes del Medidor de flujo, la distancia es 20 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.

5.6.1.2 MEDIDOR ELECTRÓNICO DE FLUJO

Los medidores se fabricaran:

Funcionamiento por Impulso basado en el volumen de fluido con Sensores de flujo con salida de frecuencia, Pantalla de cristal líquido, Protección contra cortocircuitos, Potencia del sistema y conexiones de corriente del lazo: 12-24 V CC \pm 10%, voltaje máximo 30 VDC @ 5 A , 250 VAC @ 5 A, Cubierta clasificación NEMA 4X/IP65, fabricación bajo norma ISO 9001, Certificación CE, UL.

Por cada medidor incluir el sensor de caudal, el accesorio de conexión del sensor en la tubería y el cable de conexión del sensor al medidor electrónico.

Requisitos para el montaje del sensor:

- Si hay una brida antes del Medidor de flujo, la distancia es 10 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

- Si hay una válvula de compuerta antes del Medidor de flujo, la distancia es 50 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.
- Si hay un reductor antes del Medidor de flujo, la distancia es 15 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.
- Si hay un codo de 90° antes del Medidor de flujo, la distancia es 20 veces el diámetro del medidor de flujo y después del medidor de flujo la distancia será 5 veces el diámetro del medidor de flujo.

5.6.2 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todos los macromedidores se medirán por unidad suministrada (c/u), de acuerdo a los precios de las Listas de Cantidades. Deberán separarse los precios de suministro y de instalación.

En el precio del macromedidor se incluirá el precio de todos los accesorios necesarios para su correcta instalación, tales como: cabo brida - espiga, cabo doble - brida, bridas, anclajes, etc., ya que no se pagarán por separado.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

5.7 CLORACIÓN.

5.7.1 CLORADOR TIPO GASEOSO.

Serán del tipo “Montados directamente sobre el cilindro de gas cloro, con rotámetro instalado en pared”, con indicador (color rojo) del bajo contenido de cloro en el cilindro, operador por “vacío inducido” por un flujo de agua proveniente de la tubería de suministro de agua a la caseta de bombeo, con el refuerzo de presión de una bomba eléctrica (cloración en líneas de impelencia) o sin bomba (cloración en cisterna). El “eyector recibirá las conexiones de agua y gas cloro, efectuándose la dilución de gas. Los eyectores tendrán como parte de sus componentes una válvula check.

Para la cloración en cisterna el eyector será tipo “Eyector Antisifon” para evitar sobre cloración.

Se instalará una planta de cloración en cada planta de bombeo.

5.7.1.1 BOMBA DE REFUERZO DE LA PRESIÓN DEL AGUA

Para la cloración en líneas de impelencia se utilizará una bomba de refuerzo para proveer la presión necesaria para inyectar la solución de cloro, para lo cual es preciso utilizar una pequeña bomba centrífuga con motor a 440 voltios /60Hz. La descarga de la bomba se conectará al eyector.

El contratista deberá presentar en su propuesta las características de la bomba en referencia (presión de inyección y caudal) a la aprobación del supervisor previo a la compra de estos equipos.

5.7.1.2 BASCULA ELECTRÓNICA PARA EL MANEJO DE DOS CILINDROS DE CLORO.

Se deberá suministrar e instalar una báscula electrónica con capacidad para manejar dos cilindros de gas cloro de 150 lbs (cada uno).

Exactitud de la Báscula: 1% de la escala total.

Legibilidad: ½ libra (graduaciones de 1 lb)

Calibración: en fabrica.

Conexiones para conectar intercambiador automático de cilindros: se requieren orificios taladrados en fábrica en el soporte central.

➤ **NÚMERO DE CLORADORES POR PLANTA DE CLORACIÓN.**

Para garantizar la continuidad y seguridad del proceso de cloración, sobre todo en períodos epidémicos de enfermedades de transmisión hídrica, se instalarán dos cilindros de cloro por planta de cloración, disposición que concuerda por ejemplo, con la instalación de equipos de bombeo duplicados para garantizar la continuidad del servicio.

➤ **INTERCAMBIADOR AUTOMÁTICO DE CILINDROS.**

En cada planta de cloración deberá instalarse un intercambiador automático de cilindros con conexiones independientes para cada cilindro de cloro, lo cual permite que cuando un cilindro se agota, automáticamente entra en funcionamiento el cilindro de reserva; al reemplazar el cilindro vacío, el nuevo cilindro queda automáticamente en Stand-by.

El intercambiador automático de cilindros se conectará a los cloradores y rotámetro remoto, por medio de una conexión única.

➤ **ROTAMETRO REMOTO**

El medidor y controlador del flujo de gas cloro hacia el eyector se instalará en pared, independiente de los cloradores disposición requerida por su efectividad.

➤ **CAPACIDAD DEL ROTAMETRO PARA CISTERNA.**

La capacidad del rotámetro estará de acuerdo a la dosificación requerida.

5.7.1.3 CONTROL DE LA DOSIFICACIÓN DE CLORO

Considerando que el tipo de clorador especificado dosificará la solución de cloro en base al concurso de la corriente de agua que llega al eyector, el control de la dosificación de cloro se efectuará en la forma siguiente:

Control de la Dosificación de la Solución de Cloro en líneas de Impelencia.

En este caso, el contratista deberá proveer las conexiones y dispositivos eléctricos a fin de interconectar el funcionamiento de la bomba de refuerzo con el panel de control de las bombas de agua potable de la Estación de Bombeo, de tal forma que cuando opere cualquiera de los equipos de bombeo, la bomba de refuerzo arranque simultáneamente y en forma similar será en el caso de pozos.

Control de la Dosificación de la Solución de Cloro en Cisternas.

En este caso, el contratista instalará en la tubería de suministro de agua a la planta de cloración, una válvula solenoide que funcionará interconectada al panel de control de las bombas. Una vez que opere cualquiera de las bombas, se procederá la apertura de la válvula solenoide y se pondrá en operación el clorador.

5.7.1.4 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN EL CASO DE LA DOSIFICACIÓN DE CLORO EN CISTERNAS

Cuando la bomba pare, se producirá el cierre de la válvula solenoide y el clorador dejará de operar. En este caso el contratista deberá instalar una válvula reductora de presión a fin de reducir los esfuerzos

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

5.7.1.5 INYECCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE CLORO

- INYECCION EN LÍNEAS DE IMPELENCIA.

Se efectuará por medio de líneas de conducción de agua potable PVC SDR-17 a SDR 13.5, un grifo de incorporación de bronce y un difusor (a fin de poder aislar la inyección de cloro en caso de desperfectos en la planta).

- INYECCIÓN EN CISTERNAS.

La inyección se efectuará en la cisterna, en una zona próxima al ingreso del agua, por medio de tubería PVC de bajada y un difusor (tramo de pvc perforado), todo con la aprobación del supervisor, se deberá instalar un mecanismo para poder controlar la inyección de cloro en caso que la planta quede fuera de operación.

5.7.1.6 MEDIA Y FORMA DE PAGO.

El alcance de estos trabajos será la ejecución completa de la obra requerida; considerando en estas todo el material, mano de obra, transporte y cualquier otra actividad necesaria para la ejecución de las obras, excepto aquellas partidas que se definan en las Listas de Cantidades.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

Se medirá la unidad total de la obra y se pagará en una sola estimación.

5.7.1.7 PILETA DE EMERGENCIA PARA EL CONTROL DE DERRAMES EN CILINDROS DE CLORO.

La pileta tendrá dimensiones interiores de 1.0 m x 2.0m x 1.60 m de profundidad con paredes de ladrillo de obra colocado de lazo y losa de fondo de concreto armado $f^1c = 180 \text{ kg/cm}^2$ con tubería de drenaje $\varnothing 2''$ clase 100 psi (L= 24m) con válvula de compuerta $\varnothing 2''$ bronce en la descarga. La pileta se construirá de forma horizontal semienterrada, con el borde sobresaliendo 5 cm sobre el nivel del terreno.

Las paredes interiores deberán repellarse y afinarse de conformidad con lo establecido en las Especificaciones Técnicas para obras Civiles e Hidráulicas anexas a los Documentos de esta Licitación.

La pileta se ubicará en el terreno adyacente al cuarto de cloración de la caseta de bombeo, de acuerdo a las indicaciones del Supervisor.

La pileta deberá contener agua con una concentración mínima de cal hidratada. Junto a la pileta de cloración se deberá mantener como mínimo cinco bolsas de cal hidratada de 50 libras cada una.

5.7.1.7.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

La pileta y su tubería de drenaje se pagarán por suma global. El precio deberá incluir la mano de obra, suministro, transporte de materiales, colocación y en general toda suma por actividades que incidan en su costo.

5.7.1.8 EQUIPO MÍNIMO DE SEGURIDAD A SUMINISTRAR.

- Para las plantas de cloración con Hipoclorador, el Contratista deberá suministrar dos juegos de ropa protectora, cada uno de ellos debe incluir lo siguiente:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

- Guantes de hule resistentes a químicos (de neopreno).
 - Botas de hule
 - Delantal
 - Una careta o respirador de media cara con todos sus componentes.
- Para las plantas de cloración del tipo a gas, el Contratista deberá suministrar dos juegos de ropa protectora, cada uno de ellos debe incluir lo siguiente:
- Guantes de hule resistentes a químicos (de neopreno).
 - Delantal o chaqueta con mangas largas y
 - Pantalón
 - Gafas protectoras contra salpicaduras.

Además, deberá suministrar y/o instalar lo siguiente:

- Una Careta de cara completa o goggle no-ventilados para químicos, con su tanque de oxígeno para 30 minutos de uso y caja plástica para su resguardo.
- Un Kit de herramientas para sustitución y/o reparación del sistema de cloración, conocido como KIT "A".
- Una ducha de emergencia
- Un lava ojos y cara.
- Soluciones para prueba de fugas.

5.7.1.8.1 MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

Para el equipo de seguridad a suministrar no se reconocerá pago alguno en forma independiente, debido a que forma parte integral de una planta de cloración del tipo a gas.

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir este rubro en el precio unitario de su oferta.

5.8 CLORADOR TIPO HIPOCLORITO.

Serán del tipo Hipoclorador eléctrico (230 v./ 60 Hz/ monofásico) con diafragma tipo disco, con capacidad para inyectar una solución de cloro venciendo la contrapresión del sistema.

El clorador estará equipado con válvula de alivio conexión de interconexión con línea de impelencia; el Hipoclorador deberá suministrarse con un tanque de polietileno traslúcido de 100 galones de capacidad montado en estructura metálica de acero; el tanque deberá contar con agitador eléctrico (monofásico/ 220 v./ 60 Hz) y válvula de purga de sedimentos.

El Hipoclorador, así mismo, deberá estar equipado con tubería de succión con strainer (PVC) y todos los accesorios necesarios para su funcionamiento.

El Hipoclorador trabajará interconectado con el panel de control de la(s) bomba(s), del tipo starst-stop.

5.8.1 MEDIA Y FORMA DE PAGO.

El alcance de estos trabajos será la ejecución completa de la obra requerida; considerando en estas todo el material, mano de obra, transporte y cualquier otra actividad necesaria para la ejecución de las obras, excepto aquellas partidas que se definan en las Listas de Cantidades.

El precio que aparece en los Listados deberá incluir la compra, pago de impuestos, transporte total, bodegaje, vigilancia, materiales y todos los trabajos necesarios para que el suministro se haga satisfactoriamente llevándolos hasta el sitio de instalación y en algunos casos hasta las bodegas que designe ANDA.

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

El Contratista no tendrá derecho a reclamo alguno por la omisión de incluir alguno de estos rubros en el precio unitario de su oferta.

Se medirá la unidad total de la obra y se pagará en una sola estimación.

CAPITULO - 6

6. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL - MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

6.1 GENERALIDADES

Para que los Sistemas, objetos de esta Licitación, puedan funcionar de forma eficiente, continua y segura, conservando las instalaciones y equipos en estado de ser operados correctamente y maximizando su vida útil, previo a la entrega de las obras, el Contratista deberá capacitar al personal asignado por el Contratante, de tal manera que al concluir la "Puesta en Operación" pueda confiárseles la operación y el mantenimiento rutinario de las instalaciones. La metodología de capacitación deberá ser presentada a la Supervisión para su aprobación al igual que la programación detallada, por lo menos con treinta días de anticipación.

La Capacitación y la entrega de los Manuales de Operación y Mantenimiento serán requisitos que deberán ser cumplidos por el Contratista antes de la "Puesta en Operación" de los sistemas objeto de este Contrato, según la planificación aprobada por la Supervisión.

6.2 CAPACITACIÓN

Con la finalidad de que el personal de ANDA que tendrá a su cargo la operación de los sistemas pueda ampliar sus conocimientos sobre dichos sistemas y su operación en forma práctica, el Contratista deberá presentar a la Supervisión, en el plazo arriba indicado, una programación para realizar una Capacitación, la cual deberá ser ejecutada en tres etapas:

- 1º).- Previo a la "Puesta en Operación".
- 2º).- Durante la "Puesta en Operación".

Esta capacitación " Teórico – Práctica " tendrá como objetivos principales que el personal pueda:

- Operar los Sistemas y ejecutar los procesos necesarios para que este funcione con la mayor eficiencia y seguridad.
- Garantizar la buena calidad del agua distribuida.
- Controlar las operaciones de los elementos que intervienen en los procesos de producción.
- Llevar controles (datos y registros) y aplicar correctamente lo estipulado en el " Manual de Operación y Mantenimiento".

El personal del Contratista encargado de la Capacitación, en coordinación con la Supervisión evaluarán los resultados de dicha capacitación, lo cual de resultar deficiente, el Contratista tendrá que realizar los refuerzos correspondientes, en el tiempo que el Supervisor se lo indique.

6.3 MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El Contratista deberá presentar a la Supervisión un juego (original más tres copias) del "Manual de Operación y Mantenimiento" de todos los equipos suministrados, antes de llevar a cabo la Capacitación del personal que se describe en el numeral anterior. Los "Manuales" deberán estar encuadernados y rotulados.

Los "Manuales" deberán ser redactados en idioma español, de tal manera que el operador pueda comprenderlo fácilmente para efectuar correctamente las tareas rutinarias.

Estos "Manuales" se referirán a las actividades de operación, como a las de mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema, objeto de esta Licitación, que el personal encargado de ANDA o de la empresa operadora, tendrá que realizar para garantizar el buen funcionamiento del mismo.

No se aceptarán catálogos comerciales o de naturaleza general, que no contengan planos, esquemas descriptivos, referentes a las instalaciones específicas de la Planta.

Las obras contempladas en la construcción y/o rehabilitación de los Sistemas, deberán ser descritas por separado y se incluirá paso por paso, el procedimiento correspondiente a seguir para cualquier operación que debe ser efectuada en forma periódica (diaria, semanal, mensual, etc.), para garantizar una operación libre de problemas.

Deberá incluir, pero sin limitarse a lo siguiente:

- Actividades de control
- Actividades correctivas
- Metodología de operación para condiciones de funcionamiento:
 - * Normal
 - * Especial : puesta en marcha, parada, operación alterna
 - * De emergencia : acciones preventivas y actuaciones en etapas de alerta.
- Cuadros de control y de registros (diarios, semanales, mensuales y anuales).

Para los problemas operacionales más comunes, el Contratista deberá incluir además, tablas simplificadas y prácticas que relacionen el diagnóstico y la localización de fallas, de manera que se facilite la identificación de las causas del mal funcionamiento y su solución.

En el "Manual de Operación y Mantenimiento", el Contratista deberá incluir una lista de repuestos de los equipos y otros que le sean solicitados por la ANDA/Supervisión, con su correspondiente procedimiento para su pedido, incluyendo el nombre y dirección exactos, tanto del proveedor como de sus representantes más cercanos.

El "Manual de Operación y Mantenimiento" podrá tener como complemento, los "Catálogos" de los suministros instalados en la obra.

6.4 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Para las actividades de Capacitación y elaboración de los "Manuales de Operación y Mantenimiento", no se reconocerá pago alguno, los costos deberán estar distribuidos en los Precios Unitarios de sus Listas de Cantidades.

No se reconocerá ni hará reajustes de precios unitarios por omisiones de estos factores.

CAPITULO - 7

7. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

7.1 GENERALIDADES

El Contratista está obligado a cumplir y ejecutar acciones que servirán para corregir, prevenir, mitigar o compensar impactos al Medio Ambiente resultantes de la ejecución de las obras del Proyecto.

El Supervisor será el encargado de velar que se cumplan entre otras, las disposiciones siguientes:

- El Contratista deberá disponer para los trabajadores servicios sanitarios y baños, los cuales no deberán contaminar su entorno, (Referirse a las Bases de Licitación).
- Las labores de mantenimiento de maquinaria utilizada en el Proyecto, como cambio de sobrantes deberán botarse en lugares que no contaminen el recurso hídrico (autorizados por las autoridades competentes).
- Los movimientos de tierra o eliminación de desechos, líquidos o sólidos, no deberán ser depositados en los cuerpos hídricos.
- La maquinaria deberá estar en buenas condiciones para evitar el exceso de ruido, que no boten aceites o combustible mientras se encuentre trabajando, caso contrario el Contratista deberá repararla o sustituirla.
- Deberá evitarse la tala de árboles salvo aquellos que interfieran directamente con la ejecución del proyecto, para esto el Contratista será el encargado de obtener los permisos ante las Instituciones encargadas. Para este caso, con aprobación de la Supervisión, el Contratista deberá reponer el árbol talado con la misma especie u otra adecuada para la zona donde se va a sembrar. Por cada árbol talado, el Contratista deberá sembrar diez donde indique la Supervisión o el propietario.
- El Contratista deberá mantener los campamentos limpios y la basura deberá transportarse a sitios adecuados.
- El Contratista deberá evitar el polvo debido a las obras que se ejecuten, para lo que deberá disponer de un equipo para mantener húmeda la tierra producto de las excavaciones.
- El Contratista deberá controlar el movimiento de la maquinaria a las áreas destinadas para trabajar.

7.2 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Todas las medidas descritas no tienen pago adicional, por lo que el Contratista deberá considerar en sus costos la atención a estos aspectos, e incluirlos en los ítems correspondientes de sus Listas de Cantidades.

CAPITULO - 8

ANEXOS

- **ANEXO No. 1:** "Características del equipo de bombeo".
- **ANEXO No. 2:** "Información General" (Formatos del No. 1 al No. 8).

NOTAS:

- 1.- El Anexo No. 1 deberá ser incluido en las ofertas y se llenará uno por cada equipo de bombeo ofertado.
- 2.- El Anexo No.2 será presentado únicamente por el oferente ganador al finalizar las obras de reconstrucción y/o rehabilitación.

- **ANEXO No. 3: CUADRO RESUMEN DE MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS**

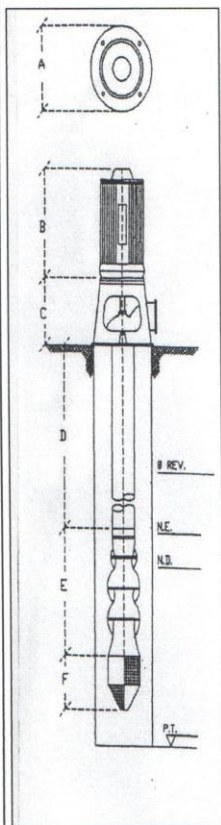
EQUIPO VERTICAL POZO PROFUNDO

ANDA

GERENCIA DE MANTENIMIENTO ELECTROMECANICO

HOJA TECNICA

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO					
					FECHA: _____
PLANTA DE BOMBEO _____			EQUIPO No _____		
MUNICIPIO: _____			DEPARTAMENTO _____		
FUENTE :	POZO	<input type="checkbox"/>	CISTERNA	<input type="checkbox"/>	CAPTACION
TIPO OPERACIÓN :	BOMBEO	<input type="checkbox"/>	REBOMBEO	<input type="checkbox"/>	BARRIL
SUBSTACION ELECTRICA					
No.	No. DE INV.	KVA	SERIE	INSTALACION EN :	
1				VOLTAJES PRIM. / SEC. :	
2				TIPO DE CONEXIÓN :	
3				LONGITUD LINEA PRIMARIA AL PUNTO DE ENTREGA :	
PROPIETARIO DE LA SUBSTACION ELECTRICA _____			ANDA _____		
MOTOR ELECTRICO					
POTENCIA :	No. DE FASES	F.S. :	TIPO: VERTI: <input type="checkbox"/>		HORI: <input type="checkbox"/>
MARCA :	VOLTAJE :	RPM :	No. DEL B.S.:		
MODELO :	CORRIENTE :	FRAME :	No. DEL B.I.:		
No. SERIE O ID# :	AISLAMIENTO :	KVAR MAX. :	No. DEL B. INT.:		
EFICIENCIA :				TIPO DE CUBIERTA :	
CALIBRE Y DUCTO DE LA ACOMETIDA :				DISTANCIA ACOMETIDA :	
NUMERO DE INVENTARIO DE ANDA :			DEMANDAS :		
ARRANCADOR					
POTENCIA 200 HP	VOLTAJE DE OPERACION :		KVAR INSTALADOS :		
MARCA :	VOLTAJE DE CONTROL :		INSTRUMENTOS DE MEDICION :		
MODELO :	RELE DE SOBRECARGA :		LUCES PILOTO :		
BREAKER :	TIPO DE ARRANQUE :		NUMERO DE INVENTARIO DE ANDA :		
CABEZAL DE DESCARGA					
MARCA :			No. y Ø DE AGUJEROS :		
MODELO :			Ø DE SUCCION :		
MATERIAL :			Ø DE DESCARGA :		
TIPO SELLO ESTOPERA :			Ø DE BRIDAS :		
MEDIDA DE TRENZA :			MATERIAL DE TRENZA :		
BOMBA					
MARCA :		CAUDAL :		CONSTANTE K :	
MODELO :		CARGA :		ELONGACION :	
No. ETAPAS :		Ø TAZON :		JUEGO AXIAL :	
No. SERIE :		MODELO TAZON :		REGULACION :	
EFICIENCIA :		MED. PERNO TAZON :		Ø IMPULSOR :	
NUMERO DE INVENTARIO DE ANDA :				TIPO DE IMPULSOR :	
TIPO HORIZONTAL <input type="checkbox"/>		TIPO VERTICAL <input type="checkbox"/>		MODELO DE IMPULSOR :	
DATOS DE LOS EJES					
EJE	DIAMETRO	LONGITUD	LONG. ROSCA	HPP	CUÑA
MOTOR					
CABEZAL					
COLUMNA					
TURBINA					
TUBERIA DE COLUMNA					
TUBERIA (Medida Ø x longitud) :			EJE (Medida Ø x longitud) :		
TUBOS (CANTIDAD) :			EJES (CANTIDAD) :		
TUBO PROYECCION (Longitud) :			CENTRALIZADOR (Medida) :		
TUBO DEL CABEZAL (Longitud) :			CENTRALIZADORES (CANTIDAD) :		
REDUCTOR EN BOMBA :			LUBRICACION :		
REDUCTOR EN CABEZAL :			MATERIAL : ACERO AL CARBON <input type="checkbox"/>		
			GALV. <input type="checkbox"/>		
Indicar las siguientes medidas del equipo de bombeo (en pies) :					
A: 16"	B:	C:	D:	E:	F:
OBSERVACIONES:					
Sello de la empresa _____			Nombre y Firma de quién tomo los datos _____		



ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 2

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
CLASE DE MOTOR								
INSTALACION								
CAPACIDAD (HP)								
MARCA								
MODELO								
No. DE SERIE								
No. INVENTARIO (ANDA)								
TIPO								
VELOCIDAD (RPM)								
VOLTAJE								
CORRIENTE								
FASES								
FRECUENCIA (HZ)								
FRAME								
CODIGO								
CUBIERTA NEMA								
AISLAMIENTO								
FACTOR DE SERVICIO								
FACTOR DE POTENCIA								
EFICIENCIA								
MAX. KVAR								
TEMP. AMB. (°C)								
No. BALERO SUPERIOR 1								
No. BALERO SUPERIOR 2								
No. BALERO INTERMEDIO								
No. BALERO INFERIOR								
No. BALERO DELANTERO								
No. BALERO TRASERO								
COJINETE								
MATRACA REVERSIBLE								
Ø EJE TERMINAL (pulgadas)								
CALIBRE ACOMETIDA								
LONGITUD ACOMETIDA								
PAIS FABRICACION								
FECHA DE INSTALACION								

COMENTARIOS: _____

RESPONSABLE: _____ FIRMA: _____

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 3

TABLEROS DE CONTROL Y FUERZA (ARRANCADORES):

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
CAPACIDAD (HP)								
VOLTAJE OPERACION								
CORRIENTE								
TRAFO. CONTROL KVA								
VOLTAJE DE CONTROL								
No. DE FASES								
TIPO DE ARRANQUE								
CAP. DE AUTOTRANSFOR.								
CAPACIDAD INTERRUPTOR								
HP CONTACTOR No. 1								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 2								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 3								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
PARARRAYOS KV								
CAPACITORES KVAR								
PROTECCION CAPACITORES								
CONTACTOR CAPACITORES								
RANGO VOLTIMETRO								
RANGO AMPERIMETRO								
ACOMETIDA CALIBRE								
LONGITUD ACOMETIDA								
PAIS FABRICACION								
No. INVENTARIO (ANDA)								
FECHA DE INSTALACION								
SELECTORES, MODELO Y MARCA								
VOLTIMETRO								
AMPERIMETRO								
DOS POSICIONES								
TRES POSICIONES								
CUATRO POSICIONES								
LUCES PILOTO MODELO Y MARCA								
PARO								
MARCHA								
PRELUBRICACION								
SOBRECARGA								
BAJO NIVEL								
VALVULA DE RETENCION								
CLORACION								
VIBRACION								
PROTECCIONES MODELO Y MARCA								
FUSIBLE								
BIMETALICO								
GUARDAMOTOR								
SWITCH DE PRESION								
VIBRACION								
BAJO NIVEL DE AGUA								
MULTILIN								
SAMMS								
SUBTROL								
SOLENOIDE PRELUBRICACION								
MARCA								
No. DE SERIE								

COMENTARIOS: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

RESPONSABLE: _____

FIRMA _____

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____
FECHA: _____

FORMATO No. 3

TABLEROS DE CONTROL Y FUERZA (ARRANCADORES):

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
CAPACIDAD (HP)								
VOLTAJE OPERACION								
CORRIENTE								
TRAFO. CONTROL KVA								
VOLTAJE DE CONTROL								
No. DE FASES								
TIPO DE ARRANQUE								
CAP. DE AUTOTRANSFOR.								
CAPACIDAD INTERRUPTOR								
HP CONTACTOR No. 1								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 2								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 3								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
PARARRAYOS KV								
CAPACITORES KVAR								
PROTECCION CAPACITORES								
CONTACTOR CAPACITORES								
RANGO VOLTIMETRO								
RANGO AMPERIMETRO								
ACOMETIDA CALIBRE								
LONGITUD ACOMETIDA								
PAIS FABRICACION								
No. INVENTARIO (ANDA)								
FECHA DE INSTALACION								
SELECTORES, MODELO Y MARCA								
VOLTIMETRO								
AMPERIMETRO								
DOS POSICIONES								
TRES POSICIONES								
CUATRO POSICIONES								
LUCES PILOTO MODELO Y MARCA								
PARO								
MARCHA								
PRELUBRICACION								
SOBRECARGA								
BAJO NIVEL								
VALVULA DE RETENCION								
CLORACION								
VIBRACION								
PROTECCIONES MODELO Y MARCA								
FUSIBLE								
BIMETALICO								
GUARDAMOTOR								
SWITCH DE PRESION								
VIBRACION								
BAJO NIVEL DE AGUA								
MULTILIN								
SAMMS								
SUBTROL								
SOLENOIDE PRELUBRICACION								
MARCA								
No. DE SERIE								

COMENTARIOS: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

RESPONSABLE:

FIRMA

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 3

TABLEROS DE CONTROL Y FUERZA (ARRANCADORES):

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
CAPACIDAD (HP)								
VOLTAJE OPERACION								
CORRIENTE								
TRAFO. CONTROL KVA								
VOLTAJE DE CONTROL								
No. DE FASES								
TIPO DE ARRANQUE								
CAP. DE AUTOTRANSFOR.								
CAPACIDAD INTERRUPTOR								
HP CONTACTOR No. 1								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 2								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 3								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
PARARRAYOS KV								
CAPACITORES KVAR								
PROTECCION CAPACITORES								
CONTACTOR CAPACITORES								
RANGO VOLTIMETRO								
RANGO AMPERIMETRO								
ACOMETIDA CALIBRE								
LONGITUD ACOMETIDA								
PAIS FABRICACION								
No. INVENTARIO (ANDA)								
FECHA DE INSTALACION								
SELECTORES, MODELO Y MARCA								
VOLTIMETRO								
AMPERIMETRO								
DOS POSICIONES								
TRES POSICIONES								
CUATRO POSICIONES								
LUCES PILOTO MODELO Y MARCA								
PARO								
MARCHA								
PRELUBRICACION								
SOBRECARGA								
BAJO NIVEL								
VALVULA DE RETENCION								
CLORACION								
VIBRACION								
PROTECCIONES MODELO Y MARCA								
FUSIBLE								
BIMETALICO								
GUARDAMOTOR								
SWITCH DE PRESION								
VIBRACION								
BAJO NIVEL DE AGUA								
MULTILIN								
SAMMS								
SUBTROL								
SOLENOIDE PRELUBRICACION								
MARCA								
No. DE SERIE								

COMENTARIOS: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

RESPONSABLE: _____

FIRMA _____

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 3

TABLEROS DE CONTROL Y FUERZA (ARRANCADORES):

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
CAPACIDAD (HP)								
VOLTAJE OPERACION								
CORRIENTE								
TRAFO. CONTROL KVA								
VOLTAJE DE CONTROL								
No. DE FASES								
TIPO DE ARRANQUE								
CAP. DE AUTOTRANSFOR.								
CAPACIDAD INTERRUPTOR								
HP CONTACTOR No. 1								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 2								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
HP CONTACTOR No. 3								
VOLTAJE BOBINA CONTACTOR								
TIPO CONTACTOR								
PARARRAYOS KV								
CAPACITORES KVAR								
PROTECCION CAPACITORES								
CONTACTOR CAPACITORES								
RANGO VOLTIMETRO								
RANGO AMPERIMETRO								
ACOMETIDA CALIBRE								
LONGITUD ACOMETIDA								
PAIS FABRICACION								
No. INVENTARIO (ANDA)								
FECHA DE INSTALACION								
SELECTORES, MODELO Y MARCA								
VOLTIMETRO								
AMPERIMETRO								
DOS POSICIONES								
TRES POSICIONES								
CUATRO POSICIONES								
LUCES PILOTO MODELO Y MARCA								
PARO								
MARCHA								
PRELUBRICACION								
SOBRECARGA								
BAJO NIVEL								
VALVULA DE RETENCION								
CLORACION								
VIBRACION								
PROTECCIONES MODELO Y MARCA								
FUSIBLE								
BIMETALICO								
GUARDAMOTOR								
SWITCH DE PRESION								
VIBRACION								
BAJO NIVEL DE AGUA								
MULTILIN								
SAMMS								
SUBTROL								
SOLENOIDE PRELUBRICACION								
MARCA								
No. DE SERIE								

COMENTARIOS: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

RESPONSABLE: _____

FIRMA _____

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECHANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 4

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
TURBINA , COLUMN Y CABEZAL DE DESCARGA :								
TURBINA								
CAUDAL (GPM)								
CARGA DINAMICA (pies)								
BHP DE LA BOMBA								
VELOCIDAD DE ROTACION								
MARCA								
MODELO								
No. DE SERIE								
No. DE ETAPAS								
MODELO DEL TAZON								
MATERIAL DE TAZON								
MATERIAL DE BUJE DE TAZON								
TIPO DE IMPULSOR								
MATERIALDE IMPULSOR								
MODELO DEL IMPULSOR								
MATERIAL DE ANILLOS DE APRETE								
Ø DEL EJE TURBINA (pulgadas)								
MATERIAL DE EJE TURBINA								
TIPO DE COLADOR								
MATERIAL DE COLADOR								
TIPO DE LUBRICACION								
ACEITE DE LUBRICACION								
PAIS FABRICACION								
No. INVENTARIO (ANDA)								
FECHA DE INSTALACION								
COLUMNA:								
LONG. DE COLUMNA (pies)								
Ø DE LA COLUMNA (pulgadas)								
LONG. DE TUBO (pies)								
MATERIAL DE CAMISA DEL EJE								
MATERIAL DE TUBO (NORMA)								
ACOPLE DE TUBO								
Ø DE CENTRALIZADOR (pulgadas)								
MATERIAL DE CENTRALIZADOR								
MATERIAL DEL COJINETE								
Ø DEL EJE COLUMNA (pulgadas)								
LONG. DE EJE (pies)								
MATERIAL DE EJE (NORMA)								
Ø TUBO LUBRICACION (pulgadas)								
CABEZAL DE DESCARGA								
TIPO DE CABEZAL								
MATERIAL DE FABRICACION								
Ø DEL EJE ESTOPERO (pulgadas)								
MATERIAL DE EJE ESTOPERO								
MEDIDA TRENZA								
Ø DE LA DESCARGA (plg.)								
Ø DE LA SUCCION (plg.)								
PRESION EN DESCARGA (psi)								
COMENTARIOS:	_____							

RESPONSABLE:	FIRMA							

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

FORMATO No. 5

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

ACCESORIOS HIDRAULICOS:

DESCIPCION	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
VALVULA MARIPOSA								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
MARCA DE ACTUADOR								
TIPO DE ACTUADOR								
VALVULA DE COMPUERTA EN IMPELENCIA								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL:								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
VALVULA DE RETENCION VERTICAL:								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
VALVULA ALIVIADORA								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
VALVULA DE AIRE								
MARCA								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
MANOMETRO								
MARCA								
RANGO DE PRESION								
MODELO								
DIAMETRO DE LA ESPIGA								
PRESION DE DESCARGA (psi)								
MEDIDOR DE CAUDAL								
MARCA								
CLASE								
TIPO								
DIAMETRO (pulgadas)								
TIPO DE JUNTA								
UNIDAD DE MEDIDA								
VALVULA SOLENOIDE								
MARCA								
VOLTAJE DE OPERACION								
REGULACION (segundos)								
JUNTA DE DESMONTAJE								
MARCA								
CLASE								
MODELO								
DIAMETRO (pulgadas)								
DESARENADOR SUPERFICIAL								
MARCA								
MODELO								
DIAMETRO DE ENTRADA								
DIAMETRO DE SALIDA								
RANGO DE CAUDAL								
MAXIMA PRESION NOMINAL								
TIPO DE VALVULA DE PURGA								
DIAMETRO DE VALVULA DE PURGA								
DESARENADOR SUMERGIBLE								
MARCA								
MODELO								
DIAMETRO DE ENTRADA								
DIAMETRO DE SALIDA								
RANGO DE CAUDAL								
LONGITUD								
VALVULA REGULADORA DE PRESION								
MARCA								
MODELO								
CLASE								
DIAMETRO (pulgadas)								
PRESION DE ENTRADA (psi)								
PRESION DE DESCARGA (psi)								

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
GERENCIA DE INGENIERIA Y DISEÑO

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 6

POZOS:

DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
PROFUNDIDAD TOTAL (pies)								
Ø DE REVESTIMIENTO (plg.)								
NIVEL ESTATICO (pies)								
NIVEL DINAMICO (pies)								
CAUDAL DE AFORO								
FECHA DEL AFORO								
CAUDAL RECOMENDADO								
SETTING RECOMENDADO								
TEMPERATURA DEL AGUA								

COMENTARIOS: _____

CISTERNAS:				TANQUES DE ALMACENAMIENTO:		
DATOS	No. 1	No. 2	No. 3	DATOS	No. 1	No. 2
VOLUMEN (M 3)				VOLUMEN (M 3)		
PROFUNDIDAD (MTS.)				ALTURA (MTS.)		
LARGO (MTS.)				DIAMETRO (MTS.)		
ANCHO (MTS.)				MATERIAL DE CONSTRUCCION		
DIAMETRO (MTS)						

COMENTARIOS: _____

CLORACION :		MOTOR UTILIZADO:			
TIPO	_____	DATOS	No. 1	No. 2	No. 3
LUGAR DE LA CLORACION	_____	CAPACIDAD (HP)			
DOSIFICACION	_____	VOLTAJE			
PRESION	_____	AMPERAJE			
		MARCA			
		No. INVENTARIO (ANDA)			

COMENTARIOS : _____

INSTALACIONES ELECTRICAS:

PREDIOS _____

CASETAS _____

PERSONAL (OPERADORES):

No.	NOMBRE	TURNOS	
		ENTRADA	SALIDA
1			
2			
3			
4			

RESPONSABLE:

NOMBRE _____

REFERENCIA No. : _____

FECHA: _____

FORMATO No. 7

ESQUEMA DE UBICACIÓN

ESQUEMA EN CONJUNTO

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

RESPONSABLE:

FIRMA:

REFERENCIA No.: _____

FECHA: _____

FORMATO No. 8

DIAGRAMA UNIFILAR

RESPONSABLE ~~Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)~~ ~~FIRMA~~

ANEXO Nº 3

CUADRO RESUMEN DE MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

POTENCIA	230 V 1Φ				230 V 3Φ				460 V 3Φ			
	AMP	Breaker	Cable	Tubo	AMP	Breaker	Cable	Tubo	AMP	Breaker	Cable	Tubo
1/16	2,2	15	14	1/2 13								
1/4	3	15	14	1/2 13								
1/3	3,6	15	14	1/2 13								
1/2	4,9	15	14	1/2 13	2	15	14	1/2 13	1	15	14	1/2 13
3/4	6,9	20	14	1/2 13	2,8	15	14	1/2 13	1,4	15	14	1/2 13
1	8	20	14	1/2 13	3,6	15	14	1/2 13	1,8	15	14	1/2 13
1,5	10	20	12	1/2 10	5,2	15	14	1/2 13	2,6	15	14	1/2 13
2	12	30	12	1/2 10	6,8	15	14	1/2 13	3,4	15	14	1/2 13
3	17	40	10	1/2 6	9,6	20	14	1/2 13	4,8	15	14	1/2 13
5	28	60	8	1 9	15,2	30	12	1/2 10	7,6	15	14	1/2 13
7,5	40	80	8	1 9	22	50	10	1/2 6	11	30	12	1/2 10
10	50	100	4	1 1/4 7	28	70	8	1 9	14	30	12	1/2 10
15					42	100	6	1 6	21	50	10	1/2 6
20					54	100	4	1 1/4 7	27	70	8	1 9
25					68	125	4	1 1/4 7	34	70	8	1 9
POTENCIA	230 V 1Φ				230 V 3Φ				460 V 3Φ			
	AMP	Breaker	Cable	Tubo	AMP	Breaker	Cable	Tubo	AMP	Breaker	Cable	Tubo
30					80	150	2	1 1/2 7	40	100	6	1 6

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.)

ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTROMECANICAS

40	104	175	1/0	$\frac{2}{7}$	52	100	4	$1\frac{1}{4}$ 7
50	130	200	2/0	$\frac{2}{6}$	65	125	4	$1\frac{1}{4}$ 7
60	154	225	3/0	$\frac{2}{1/2}$ 7	77	125	2	$1\frac{1}{2}$ 7
75	192	350	250	$\frac{2}{1/2}$ 7	96	175	1/0	$\frac{2}{7}$
100	248	400	350	$\frac{3}{1/2}$ 6	124	200	2/0	$\frac{2}{6}$
125	312	500	2x 3/0	$\frac{3}{11}$	156	250	3/0	$2\frac{1}{2}$ 7
150	360	600	2x 4/0	$\frac{3}{9}$	180	300	250	$\frac{3}{7}$
200	480	800	2 x 350	$\frac{4}{9}$	240	400	350	$3\frac{1}{2}$ 6
250					295	500	2 x 3/0	$\frac{3}{11}$