

**EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.**

**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA:**

**“LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO, TRANSPORTE, MONTAJE, Y PUESTA EN SERVICIO DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS: MOTOBOMBAS, VÁLVULAS DE CUCHILLA, DE RETENCIÓN, TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN, ACCESORIOS, TABLEROS DE MANDO CONTROL Y PROTECCIÓN, EQUIPO DE INSTRUMENTACIÓN, MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE BOMBEO COMBINADO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR) LA YUQUITA EN EL MUNICIPIO DE TURBO.”**

**Octubre de 2015**

1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO, MONTAJE, Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS PARA EL SISTEMA DE BOMBEO COMBINADO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR) LA YUQUITA EN EL MUNICIPIO DE TURBO.	8
<b><u>1.1. OBJETIVO</u></b>	<b>8</b>
<b><u>1.2. GENERALIDADES</u></b>	<b>8</b>
<b><u>1.3. ALCANCE</u></b>	<b>8</b>
2. GRUPO I.	11
<b><u>2.1. MOTOBOMBAS, DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS</u></b>	<b>11</b>
2.1.1. Pruebas de las bombas	13
2.1.2. Pruebas de los motores	14
2.1.3. Característica técnicas garantizadas de las motobombas centrifugas sumergibles.	15
<b><u>2.2. MOTOBOMBA DE ACHIQUE</u></b>	<b>16</b>
2.2.1. Característica técnicas Garantizadas de La Motobomba centrifuga sumergible de achique. 18	
<b><u>2.3. ESPECIFICACIONES PARA LAS VÁLVULAS</u></b>	<b>19</b>
2.3.1. Generales	19
2.3.2. Válvulas de compuerta deslizante de cuatro (4) sellos.	19
2.3.2.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de compuerta deslizante de cuatro (4) sellos	22
2.3.3. Válvulas de compuerta tipo guillotina.	22
2.3.3.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas tipo guillotina de 250 mm (10") de diámetro	25
2.3.4. Válvulas de retención	26
2.3.4.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de retención	27
2.3.5. Válvulas de admisión y expulsión de aire.	28
2.3.5.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de admisión y expulsión de aire.	30
<b><u>2.4. TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN Y ACCESORIOS</u></b>	<b>31</b>
<b><u>2.5. ESQUEMAS</u></b>	<b>32</b>
3. GRUPO II	36

<b>3.1.</b>	<b><u>ALCANCE DE LOS TRABAJOS</u></b>	<b>36</b>
<b>3.2.</b>	<b><u>NORMAS TÉCNICAS</u></b>	<b>37</b>
<b>3.3.</b>	<b><u>ESPECIFICACIONES GENERALES</u></b>	<b>38</b>
<b>3.4.</b>	<b><u>CONSTRUCCIÓN</u></b>	<b>39</b>
<b>3.5.</b>	<b><u>BARRAJES</u></b>	<b>42</b>
<b>3.6.</b>	<b><u>BORNERAS</u></b>	<b>43</b>
<b>3.7.</b>	<b><u>CABLEADO</u></b>	<b>45</b>
<b>3.8.</b>	<b><u>BANDEJAS PORTA CABLES Y TUBERÍA METÁLICA EIMC</u></b>	<b>47</b>
<b>3.9.</b>	<b><u>TORNILLERÍA</u></b>	<b>51</b>
<b>3.10.</b>	<b><u>MARCACIÓN DE INSTRUMENTOS, ELEMENTOS Y CABLES</u></b>	<b>51</b>
<b>3.11.</b>	<b><u>SELECTORES DE CONTROL Y DE INSTRUMENTOS</u></b>	<b>51</b>
<b>3.12.</b>	<b><u>PULSADORES</u></b>	<b>52</b>
<b>3.13.</b>	<b><u>PULSADORES PARA PAROS DE EMERGENCIA</u></b>	<b>53</b>
<b>3.14.</b>	<b><u>DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO, PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS</u></b>	<b>53</b>
3.14.1.	Dispositivos para sobre tensiones	55
3.14.2.	Relés de interfaz	55
3.14.3.	Opto acopladores	57
3.14.4.	Protección para el bus de campo	58
3.14.5.	Protección para las señales analógicas de 4 a 20 mA	58
3.14.6.	Protección para los circuitos en corriente alterna y corriente continua	59
<b>3.15.</b>	<b><u>ACOMETIDA PRINCIPAL Y ALIMENTADORES A LOS MOTORES DE CADA GRUPO</u></b>	<b>60</b>
<b>3.16.</b>	<b><u>INTERRUPTORES DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN</u></b>	<b>61</b>
<b>3.17.</b>	<b><u>TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES</u></b>	<b>62</b>

	<b>4</b>
3.17.1. Normas	62
3.17.2. Construcción	63
<b>3.18. TRANSFORMADOR SECO DE POTENCIA</b>	<b>64</b>
3.18.1. Normas	64
3.18.2. Construcción	64
<b>3.19. PLANTA DIÉSEL 300 KW</b>	<b>65</b>
3.19.1. Motor Diésel	65
3.19.2. Generador	66
3.19.3. Sistema Eléctrico	66
3.19.4. Montaje	66
3.19.5. Cabina	66
3.19.6. Tablero de control	66
3.19.7. Transferencia eléctrica en baja tensión	67
3.19.8. Tanque de combustible	67
<b>3.20. ESPECIFICACIONES DE LOS VARIADORES Y SUS COMPONENTES</b>	<b>68</b>
3.20.1. Funciones	68
3.20.2. Supervisión, control y diagnóstico	69
3.20.3. Protecciones	70
3.20.4. Comunicaciones	70
3.20.5. Reactancia de línea	70
3.20.6. Carro Extracción	71
3.20.7. Características técnicas garantizadas de los variadores de velocidad	71
3.20.8. Características de las reactancias	76
<b>3.21. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACTUADORES ELÉCTRICOS MULTIVUELTA</b>	<b>76</b>
3.21.1. Especificaciones Mecánicas	76
3.21.2. Especificaciones Eléctricas	78
3.21.3. Control	78
3.21.4. Selectores y perillas locales	79
3.21.5. Cableado y Terminales	79
3.21.6. Comunicación	80
3.21.7. Medio de configuración	80
3.21.8. Manuales	80
3.21.9. Certificado de prueba de funcionamiento	80
3.21.10. Pruebas mínimas realizadas	81
3.21.11. Formulario de características técnicas garantizadas de Actuador Eléctrico	82
<b>3.22. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN CONTROL Y COMUNICACIONES</b>	<b>83</b>

3.22.1.	Requerimientos generales	83
3.22.2.	Alcance	83
3.22.3.	Protocolos para pruebas	87
3.22.4.	Documentación para el usuario	87
3.22.5.	Software de gestión y configuración	87
3.22.6.	Instalación, programación y puesta en servicio de la instrumentación	87
3.22.7.	MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO	87
3.22.7.1.1.	Principio de funcionamiento	87
3.22.7.1.2.	Especificaciones Hidráulicas y Operativas	88
3.22.7.1.3.	Condiciones técnicas y metrologías	88
3.22.7.1.4.	Elemento primario	88
3.22.7.1.5.	Elemento secundario	89
3.22.7.1.6.	Comunicaciones	90
3.22.7.1.7.	Software y Programación	90
3.22.7.1.8.	Recubrimiento externo	90
3.22.7.1.9.	Recubrimiento interno	91
3.22.7.1.10.	Nivel de protección de Polvo y agua	91
3.22.7.1.11.	Sistema de puesta a tierra	91
3.22.7.1.12.	Recomendación de instalación	91
3.22.7.1.13.	Documentos de la oferta	92
3.22.7.1.14.	Formulario de características técnicas garantizadas	93
3.22.8.	SWITCHE DE NIVEL TIPO ELECTRODOS	94
3.22.8.1.1.	Rango de medición	94
3.22.8.1.2.	Características	94
3.22.8.1.3.	Clasificación según Norma NFPA 820	95
3.22.9.	TRANSMISOR DE PRESIÓN	95
3.22.9.1.1.	Condiciones Hidráulicas	95
3.22.9.1.2.	Condiciones Metrologías y Operativas	95
3.22.9.1.3.	Elemento primario	95
3.22.9.1.4.	Elemento secundario	96
3.22.9.1.5.	Encerramiento	96
3.22.9.1.6.	Formulario de características técnicas garantizadas	96
3.22.10.	MEDIDOR DE NIVEL TIPO RADAR	97
3.22.10.1.1.	Condiciones Metrológicas y Operativas	97
3.22.10.1.2.	Elemento primario	97
3.22.10.1.3.	Elemento secundario	97
3.22.10.1.4.	Encerramiento	98
3.22.10.1.5.	Clasificación según Norma NFPA 820	98
3.22.10.1.6.	Formulario de características técnicas garantizadas tipo radar	98
3.22.11.	INDICADOR DE PRESIÓN (MANÓMETRO)	98
3.22.12.	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	99
3.22.12.1.1.	Características	99
3.22.12.1.2.	Clasificación según Norma NFPA 820	99
3.22.13.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC	99
3.22.13.1.1.	Requerimientos generales	100
3.22.13.1.2.	Módulo CPU	101
3.22.13.1.3.	Seguridad del Sistema	102
3.22.13.1.4.	Ambiente de programación	102

3.22.13.1.5.	Módulo de comunicaciones	102
3.22.13.1.6.	Protocolo de comunicaciones DNP3	103
3.22.13.1.7.	Módulo de bus de campo	104
3.22.13.1.8.	Módulo de alimentación	104
3.22.13.1.9.	Módulos de entrada y salida	105
3.22.13.1.10.	Interfaz Hombre-Máquina (IHM)	107
3.22.13.1.11.	Ambiente de programación	107
3.22.14.	SISTEMA DE COMUNICACIONES	108
3.22.14.1.1.	General	108
3.22.14.1.2.	Sitios de instalación	109
3.22.14.1.3.	Radioenlace	109
3.22.14.1.4.	Rango de Operación	109
3.22.14.1.5.	Método de acceso	109
3.22.14.1.6.	Alcance	109
3.22.14.1.7.	Latencia	110
3.22.14.1.8.	Sectorización	110
3.22.14.1.9.	Sensibilidad del receptor	110
3.22.14.1.10.	Potencia del transmisor	110
3.22.14.1.11.	Robustez de la Interfaz de RF	110
3.22.14.1.12.	Capacidad de Tráfico	110
3.22.14.1.13.	Características Generales	110
3.22.14.1.14.	Características de calidad de Servicio	111
3.22.14.1.15.	Características de Networking	111
3.22.14.1.16.	Características Eléctricas & Físicas	111
3.22.14.1.17.	Características de Seguridad	112
3.22.14.1.18.	Características del Sistema de Administración, Configuración y Autenticación	112
3.22.14.1.19.	Montaje	113
3.22.14.1.20.	Documentación	113
3.22.15.	SUICHES DE COMUNICACIONES	113
3.22.15.1.1.	Voltaje de alimentación y soporte	115
3.22.15.1.2.	Condiciones Ambientales	116
3.22.15.1.3.	MTBF	116
3.22.15.1.4.	Gestión de Red	116
3.22.15.1.5.	Normas, estándares y pruebas requeridas	116
3.22.15.1.6.	Manuales y Documentos	116
3.22.15.1.7.	Características técnicas garantizadas radioenlace	117
3.22.16.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CELDAS, EQUIPOS ESPECIALES Y ACOMETIDAS	122
3.22.17.	CELDA DE MEDIDA	127
3.22.18.	CELDA DE SECCIONADOR DE OPERACIÓN BAJO CARGA TRIPOLAR	128
3.22.19.	CELDA PARA TRANSFORMADOR SECO DE POTENCIA	129
3.22.20.	TABLERO PARA TRANSFERENCIA, INTERRUPTORES DE 460 V	129
3.22.21.	TABLERO PARA TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES E INTERRUPTORES DE 208 V	130
3.22.22.	TABLEROS PARA EL CONTROL Y POTENCIA DE LOS GRUPOS MOTOR BOMBA, DE CADA UNO DE LOS TRES BOMBEOS	132
3.22.23.	TABLEROS PARA EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) DE CADA UNO DE LOS TRES BOMBEOS	133
3.22.23.1.1.	Base de datos PLC bombeo tres	137

3.22.23.1.2.	Programación del PLC	144
3.22.23.1.3.	Filosofía de control sistemas de bombeo	146
3.22.23.1.4.	Modos de operación	147
3.22.23.1.5.	Remoto	147
3.22.23.1.6.	Local operación	147
3.22.23.1.7.	Local mantenimiento	148
3.22.23.1.8.	Modo de operación segura.	148
3.22.23.1.9.	Condición de seguridad modos de operación	148
3.22.23.1.10.	Comunicaciones del bus de campo	148
3.22.23.1.11.	Control de los variadores	149
3.22.23.1.12.	Señales de control digitales de los variadores	149
3.22.24.	ACOMETIDAS Y OTROS ELEMENTOS	149

### **3.23. PUNTE GRÚA** **151**

---

3.23.1.	General	151
3.23.2.	Condiciones de Operación y Funcionamiento	152
3.23.3.	Detalles Técnicos	153
3.23.3.1.1.	El mecanismo de alce	153
3.23.3.1.2.	Las Vigas	153
3.23.3.1.3.	El Carro	153
3.23.3.1.4.	Mecanismos de Traslación	153
3.23.3.1.5.	Bastidores de rodaje	154
3.23.3.1.6.	Ruedas	154
3.23.3.1.7.	Ejes	154
3.23.3.1.8.	Gancho de Alce	154
3.23.3.1.9.	Engranajes	154
3.23.3.1.10.	Cojinetes	155
3.23.3.1.11.	Cuñas y cuñeros	155
3.23.3.1.12.	Acoples	155
3.23.3.1.13.	Lubricación	155
3.23.3.1.14.	Tornillos y tuercas	155
3.23.3.1.15.	Tableros de control y Motores	155
3.23.3.1.16.	Placa de identificación	156
3.23.3.1.17.	Ensamblaje de fábrica	157
3.23.3.1.18.	Pintura	157
3.23.3.1.19.	Ensayos de campo	157
3.23.3.1.20.	Esquema puente grúas	158

### **3.24. INFORMACIÓN TÉCNICA** **158**

---

3.24.1.	Planos eléctricos y de control	158
3.24.2.	Entrenamiento	159
3.24.3.	Información Técnica Final y Manual de Operación	159

# **1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO, MONTAJE, Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS PARA EL SISTEMA DE BOMBEO COMBINADO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR) LA YUQUITA EN EL MUNICIPIO DE TURBO.**

## **1.1. OBJETIVO**

El objetivo de este proyecto es conceptualizar y diseñar una solución integral para el manejo de las aguas residuales y combinadas del sector de la Yuquita en el municipio de Turbo, dejando el sistema previsto para alimentar la PTAR que se construirá más adelante.

## **1.2. GENERALIDADES**

El sistema general constará de tres (3) estaciones de bombeo, ubicadas en estructuras contiguas con toda la versatilidad de independización para las labores de mantenimiento tanto de las estructuras como de los equipos.

Estas estaciones atenderán las condiciones propias de las épocas de verano y también las condiciones más críticas presentadas en las temporadas de lluvia, cada estación estará conformada por tres (3) motobombas, operando hasta dos (2) grupos y el tercero será de reserva, se instalarán motobombas centrifugas sumergibles de 90l/s y la altura total o dinámica para las estaciones No.1 y No. 2 será de 14 metros, y para la estación No.3 dependerá: si se bombea hacia la laguna debe operar con subfrecuencia para generar los 90 l/s contra los 14 m de cabeza, o si bombea hacia la PTAR futura, debe impulsar 90 l/s contra una cabeza de 21 metros; el sistema estará compuesto por motobombas centrifugas para trabajo pesado, a una velocidad de giro máxima de 1800rpm, a 60 Hz.

El sistema de bombeo debe ser capaz de operar 24 horas al día durante los 365 días del año.

La estación contará con tres (3) sistemas de bombeo, y tres (3) motobombas cada sistema, dos (2) en operación y una en reserva.

## **1.3. ALCANCE**

Este proyecto tiene como alcance; el diseño, fabricación, pruebas en fabrica, suministro, transporte, montaje, puesta en marcha, elaboración y entrega de manuales de operación y mantenimiento de los equipos para los sistemas de bombeo de aguas residuales en el sector de La Yuquita en el municipio de Turbo. A continuación se enuncian los equipos principales que se requieren, los demás aparecen en los ítems, planos y especificaciones del proyecto:

- Motobombas tipo sumergibles
- Válvulas de retención tipo bola
- Válvulas de compuerta tipo cuchilla
- Válvulas de admisión y expulsión de aire
- Tuberías de interconexión, contra bridas, tornillería, codos, uniones, ampliaciones y demás accesorios requeridos para la interconexión de los grupos
- Bombeo de achique portátil para vaciado de los pozos de succión en caso de mantenimiento
- Instrumentación para control y protección; manómetros, celdas de presión, presostatos, termostatos, actuadores eléctricos, medidor de flujo, medidores de nivel, etc.
- Celdas de media tensión
- Planta diésel de respaldo de energía eléctrica
- Dos (2) puentes grúas
- Sistema de transferencia con relé automático con comunicación Modbus con el PLC.
- Tableros de potencia y control con variadores de velocidad.
- Tableros de control con PLC y HMI.
- Comunicaciones por radio.
- Servicios auxiliares de iluminación interna externa y tomas.
- Acometidas eléctricas de todos los equipos.
- Alumbrado interior y exterior
- Malla de puesta a tierra y apantallamiento.
- Canalizaciones y cableado.

El suministro deberá efectuarse de acuerdo con el conjunto de requisitos establecidos en este pliego de condiciones y especificaciones, teniendo en cuenta

especialmente la intención y el alcance del mismo. En consecuencia, cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para lograr que los demás componentes del control, puedan operar satisfactoria y confiablemente, deberá ser considerado por EL CONTRATISTA e incluido también como parte del suministro.

## 2. GRUPO I.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN, SUMINISTRO, MONTAJE, Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS: MOTOBOMBAS, VALVULAS DE COMPUERTA DESLIZANTE, VÁLVULAS DE COMPUERTA TIPO GUILLOTINA O CUCHILLA, VALVULAS DE RETENCIÓN, VALVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE Y TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN Y ACCESORIOS PARA EL SISTEMA COMBINADO DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR) LA YUQUITA EN EL MUNICIPIO DE TURBO.**

### 2.1. MOTOBOMBAS, DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS

Las Motobombas serán centrifugas sumergibles, Las nueve (9) motobombas serán de igual frame, de la misma marca y misma referencia; la diferencia en el punto operativo será conseguida con diámetros diferentes de impulsor.

Caudal bombeado en el punto de diseño: 90 l/s contra una altura total de 14 metros en el sistema respectivo de cada motobomba, para las estaciones de bombeo No 1 y No. 2. Trabajarán dos (2) motobombas en paralelo para un caudal total de 180 l/s, pero podrá trabajar una sola motobomba en el sistema correspondiente, sin que se presente ningún problema operativo.

Caudal bombeado en el punto de diseño: 90 l/s contra una altura total de 21 metros en el sistema respectivo de cada motobomba, para la estación de bombeo No. 3. Trabajarán dos (2) motobombas en paralelo para un caudal total de 180 l/s, pero podrá trabajar una sola motobomba en el sistema correspondiente, sin que se presente ningún problema operativo.

Las carcasas de las bombas deben ser fabricadas en hierro fundido.

Los impulsores deben ser en hierro fundido nodular, los anillos y bujes de desgaste en acero inoxidable.

El eje debe ser en acero inoxidable.

Las motobombas serán fabricadas para soportar las presiones máximas, incluida la sobre presión por transitorios hidráulicos, llegando hasta una presión de trabajo de 40 m H<sup>2</sup>O.

Las bombas se deben suministrar con doble sello mecánico de caras duras en cámara de aceite.

La motobomba se debe suministrar totalmente ensamblada.

Se aceptará el incremento de temperatura que admita la norma de fabricación del motor.

El motor eléctrico deberá ser tipo jaula de ardilla, trabajará a 460 VAC, 60 Hertz (nominal), en una red trifásica, pero debe permitir la variación de su velocidad por variación de frecuencia, variando la frecuencia entre 40 y 60 Hz mediante variador de velocidad.

Debe tener protección para inmersión total de agua hasta un nivel de 100 metros (sumegibles).

Aislamiento clase F o superior.

La motobomba debe suministrarse con cable encauchetado para las condiciones de potencia máxima requerida y una longitud mínima de 15 metros, con cable mensajero en acero inoxidable y se debe tener en cuenta que parte del cable no está sumergido en el pozo, por lo que el cable debe ser seleccionado adecuadamente para que no se sobrecaliente en esta condición y sea el adecuado para la corriente que circulará por cada uno de ellos en ambas condiciones (el sumergido y el instalado externamente) según normatividad vigente NTC 2050.

Los motores deberán ser eléctricos de inducción, Los motores deberán soportar sin daño alguno, como mínimo diez (10) arranques por hora.

**El motor debe estar diseñado para trabajar en continuo en una frecuencia fija en el rango solicitado.**

Los motores deberán ser capaces de desarrollar la potencia nominal en forma continua, al voltaje y frecuencia nominal, y deberán permitir sin problemas la variación de su velocidad, teniendo en cuenta las consideraciones de aumento de temperatura establecidas por las normas y serán de alta eficiencia, diseñados para trabajo pesado, y podrán trabajar eventualmente en seco.

Los motores serán puestos en marcha a través de arranques suaves con rampa de arranque a través de los variadores de velocidad, y también tendrán parada suave con el mismo mecanismo.

Se deben suministrar planos de conexión y cableado eléctrico para su correcta instalación, manual de operación y mantenimiento, plano de ensamble de la bomba, y un listado detallado con todos los elementos constructivos para facilitar la adquisición de repuestos.

Adicionalmente deberá ser entregado el listado detallado de embarque o despacho de todos los elementos suministrados.

El nivel mínimo de operación será de 0,5mt H<sub>2</sub>O sobre la succión, o sea que el motor será diseñado y fabricado para trabajar eventualmente descubierto del nivel de agua sin sufrir ningún deterioro, se trata de un motor especial que pueda

trabajar eventualmente descubierto del fluido hasta en un 70%, y no requiera camisas especiales, en todo el rango de frecuencias solicitado.

El NPSH requerido debe ser de 5,9 m.

La eficiencia de funcionamiento de las bombas en el punto de operación a frecuencia nominal, debe ser como mínimo el 60%.

La bomba deberá ser fabricada según normas internacionales que rigen la fabricación de estos equipos.

La motobomba será instalada en una red trifásica a 460V corriente alterna a 60Hz.

La potencia nominal del motor debe ser al menos un 30% superior a la potencia del punto de operación.

La bomba debe ser sumergible, monoblock, para instalación en pozo húmedo, salida vertical bridada de acople rápido, debe tener todo el sistema de extracción y ensamble desde la parte superior, deberá contar con los rieles de extracción en acero inoxidable, la cadena de halado en acero inoxidable, y se deberá suministrar la placa base para embeber en el concreto y el codo de acople rápido.

Por la imposibilidad de construir depresiones en el fondo del pozo, en la obra civil, la motobomba y todos sus accesorios para la extracción desde la parte superior serán diseñados y fabricados para instalar la motobomba en un piso totalmente plano, sin depresiones, o sea que el codo receptor debe tener la altura necesaria para que al instalar la motobomba queden los espacios requeridos a la succión de la bomba para la operación y el funcionamiento normal.

El motor debe tener sensor electrodo de humedad en la cámara del motor, detector de fuga en sellos, y tendrá al menos una PT 100 en bobinas para protección por temperatura, con cable sin empalmes mínimo con 15 metros de longitud.

La caja de conexiones debe tener cierre hermético.

La motobomba debe tener recubrimiento epóxico.

Todo material utilizado en el montaje debe ser de nueva manufactura. No se permitirá material reutilizado ni reacondicionado.

Toda la tornillería de ensamble de la motobomba debe ser en acero inoxidable.

### **2.1.1. Pruebas de las bombas**

Las bombas deberán ser sometidas por el fabricante a pruebas en fábrica para obtener las curvas características de cabeza dinámica, potencia al freno y

eficiencia, y NPSHR contra caudal y la prueba hidrostática de presión. Las pruebas deberán hacerse de acuerdo con la norma DIN 1944 clase II, ISO 3555 Clase B, ASME, JIS, EN ISI 9906, o con la indicada por el fabricante previa aceptación de EL INTERVENTOR.

Adicionalmente, EL PROPONENTE deberá informar cuales pruebas acostumbra y se propone realizar el fabricante a las bombas como parte de su programa de control de calidad, sin costo adicional para AGUAS DE URABÁ.

De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los Manuales generales de la estación de bombeo.

Planos, catálogos e información técnica a suministrar con las bombas:

Como parte del Manual General del Sistema combinado de bombeo, se deberán entregar los manuales de instalación, operación y mantenimiento de las motobombas, planos de dimensiones principales, planos de despiece y de partes de repuesto, planos de montaje de conjunto, reportes de pruebas en fábrica y todas las curvas características de operación de las bombas, a saber, Q vs H, Q vs NPSHR, Q vs eficiencia.

### **2.1.2. Pruebas de los motores**

Los motores deberán ser sometidos por el fabricante a pruebas en fábrica para obtener las curvas características.

Motor sin carga:

Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia, torque nominal, torque máximo y factor de potencia.

Motor a plena carga:

Mediciones de corriente, voltaje, frecuencia, velocidad, deslizamiento, potencia y factor de potencia, torque nominal.

Mediciones de eficiencia y factor de potencia:  
Al 100%, 75% y 50% de plena carga.

Resistencia de los devanados del estator.

De cada una de las pruebas que se realicen, se deberán entregar dos (2) copias de sus protocolos, como parte de los manuales generales de la estación de bombeo.

### 2.1.3. Característica técnicas garantizadas de las motobombas centrifugas sumergibles.

Todo oferente debe completar este formulario para cada producto:

<b>Formulario de Características Técnicas Garantizadas – Motobomba</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Comerciales</b>	<b>Variable</b>
Marca	
País de Origen	
Referencia	
Modelo	
Cantidad a suministrar	
<b>Especificaciones Técnicas Operativas</b>	
Altura dinámica operativo(m)	
Caudal operativo(Lt/s)	
Eficiencia de Bomba en punto operativo (%)	
Velocidad (rpm)	
Nivel mínimo operativo(m)	
Voltaje Nominal	
Corriente Nominal.	
Eficiencia.	
Factor de potencia.	
Potencia motor punto operativo (HP)	
Potencia nominal del motor (HP)	
Velocidad del motor (rpm)	
<b>Especificaciones Técnicas Constructivas</b>	
Tipo de bomba	
Material de Carcasa	
Material de Impulsor	
Tipo impulsor(cerrado, semiabierto, abierto)	
Material Eje	
Cantidad Sellos Mecánicos bomba (#)	
Material sello mecánico	
Cámara de Aceite(Si/No)	
Electrodo de humedad en cámara de motor (Si/No)	
Entrada del fluido(vertical, horizontal)	
Salida fluido del fluido(vertical, horizontal)	
Conexión de Motor (V/V)	
Sistema de extracción desde la superficie (Si/No)	
Material rieles de extracción	
Material de la cadena para la extracción.	
<b>Anexos</b>	
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq) (Si/No)	
Catálogo de Motor (Si/No)	
Plano de ensamble motor y bomba (Si/No)	

## 2.2. MOTOBOMBA DE ACHIQUE

Se deberán suministrar dos (2) bombas de achique idénticas.

La Motobomba será centrífuga sumergible.

Caudal bombeado en el punto de diseño: 12 L/s contra una altura total de 12 m en el sistema respectivo, será portátil para instalar en el pozo que requiera mantenimiento.

La carcasa de la bomba debe ser fabricada en hierro fundido.

Los impulsores deben ser en fundición de hierro, los anillos y bujes de desgaste en acero inoxidable.

El eje debe ser en acero inoxidable.

Las motobombas serán fabricadas para soportar las presiones máximas incluida la sobre presión por transitorios hidráulicos, llegando hasta una presión de trabajo de 30mt H<sub>2</sub>O.

Las bombas se deben suministrar con doble sello mecánico de caras duras en cámara de aceite.

La motobomba se debe suministrar totalmente ensamblada.

El nivel mínimo de operación será de 0,2mt H<sub>2</sub>O sobre la succión, o sea que el motor será diseñado y fabricado para trabajar eventualmente descubierto del nivel de agua sin sufrir ningún deterioro.

El NPSH requerido debe ser de 5,9 m.

La eficiencia de funcionamiento de las bombas en el punto de operación a frecuencia nominal, debe ser como mínimo el 50%.

La bomba deberá ser fabricada según normas internacionales que rigen la fabricación de estos equipos.

La motobomba será instalada en una red trifásica a 208 V corriente alterna a 60Hz.

La potencia nominal del motor debe ser al menos un 30% superior a la potencia del punto de operación.

Se deberá suministrar con cable de potencia de 20 metros sin empalmes.

La bomba debe ser sumergible, monoblock, para trabajar en pozo húmedo, salida vertical, y se deberá suministrar con manguera flexible con 15 metros de longitud mínimo.

Debe tener sensor electrodo de humedad en la cámara del motor.

La caja de conexiones debe tener cierre hermético.

La motobomba debe tener recubrimiento epóxico.

Todo material utilizado en el montaje debe ser de nueva manufactura. No se permitirá material reutilizado ni reacondicionado.

### 2.2.1. Característica técnicas Garantizadas de La Motobomba centrífuga sumergible de achique.

Todo oferente debe completar dicho formulario para cada producto

<b>Formulario de Características Técnicas Garantizadas – Motobomba sumergible de achique</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Comerciales</b>	<b>Variable</b>
Marca	
País de Origen	
Referencia	
Modelo	
Cantidad a suministrar	
<b>Especificaciones Técnicas Operativas</b>	
Altura dinámica operativo(m)	
Caudal operativo(Lt/s)	
Eficiencia de Bomba en punto operativo (%)	
Velocidad (rpm)	
Nivel mínimo operativo(m)	
Potencia motor (HP)	
velocidad del motor(rpm)	
<b>Especificaciones Técnicas Constructivas</b>	
Tipo de bomba	
Material de Carcasa	
Material de Impulsor	
Tipo impulsor(cerrado, semiabierto, abierto)	
Material Eje	
Cantidad Sello Mecánico de caras duros/bomba (#)	
Material sello mecánico	
Cámara de Aceite(Si/No)	
Electrodo de humedad en cámara de motor (Si/No)	
Entrada del fluido(vertical, horizontal)	
Salida fluido del fluido(vertical, horizontal)	
Conexión de Motor (V/V)	
<b>Anexos</b>	
Curva de selección (Punto Operativo, Potencia, NPSHreq) (Si/No)	
Catálogo de Motor(Si/No)	
Plano de ensamble motor y bomba (Si/No)	

## **2.3. ESPECIFICACIONES PARA LAS VÁLVULAS**

### **2.3.1. Generales**

Las válvulas deben cumplir como mínimo con los siguientes requerimientos:

Las válvulas serán diseñadas para soportar presión por ambos lados simultáneamente, o solo por uno de los lados.

Llevarán gravado en el exterior e integral con el cuerpo de la válvula: la marca, el diámetro, la presión de trabajo garantizada y una flecha indicadora de la dirección de flujo.

Deberán garantizar completa hermeticidad cuando estén cerradas y pérdidas de energía mínimas cuando estén abiertas.

Sus partes serán fabricadas de materiales fuertes que ofrezcan seguridad de no sufrir desgaste y estarán provistas de mecanismos que garanticen una operación fácil y suave.

Estará provista de un indicador de apertura y de topes que impidan que el obturador continúe avanzando cuando la válvula esté completamente abierta o cerrada.

La válvula tendrá revestimiento interior y exterior protector de corrosión consistente en dos capas de pintura asfáltica, bituminosa o epóxica según se establece en las normas para válvulas de la AWWA.

### **2.3.2. Válvulas de compuerta deslizante de cuatro (4) sellos.**

Deberán ser fabricadas según la norma BS 7775 o la norma DIN 19569 Parte 4.

Esta debe ser apta para agua residual doméstica.

La compuerta será tipo tablero de cuatro (4) sellos, de vástago ascendente, para ser adosada al muro. La función de la compuerta será interrumpir el flujo completamente entre compartimientos.

La presión operativa será PN6

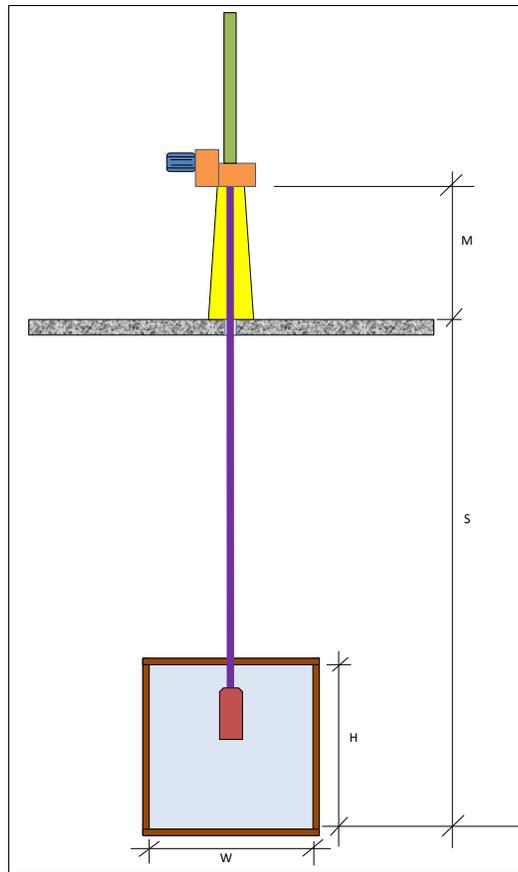
Su forma deberá ser, cuadrada.

Dimensiones generales de la compuerta (ver variables en esquema):

W=1000mm  
H=1000mm  
S=10300mm

$M=1100\text{mm}$

Las dimensiones W, H, son dimensiones libres requeridas de flujo



Solo con fines ilustrativos.

La operación será a través de un actuador eléctrico multivoltaje trifásico a 208 V (Según especificaciones).

El obturador deberá ser en Acero Inoxidable 316. Debe tener venas de refuerzo en acero inoxidable 316.

El material del vástago deberá ser en Acero Inoxidable 316.

El material del marco y rieles guías deberán ser en Acero Inoxidable 316.

Las guías deslizantes serán en plástico POM o Teflón.

El material del protector de vástago sumergido deberá ser en Acero Inoxidable 316, y el material de protector de vástago de superficie será en plástico.

El pedestal superior de soporte de la compuerta puede ser en acero inoxidable o HD.

El material de la tuerca deberá ser en zinc libre de bronce para aguas residuales.

La tornillería de la compuerta deberá suministrarse en Acero Inoxidable A4 o 316.

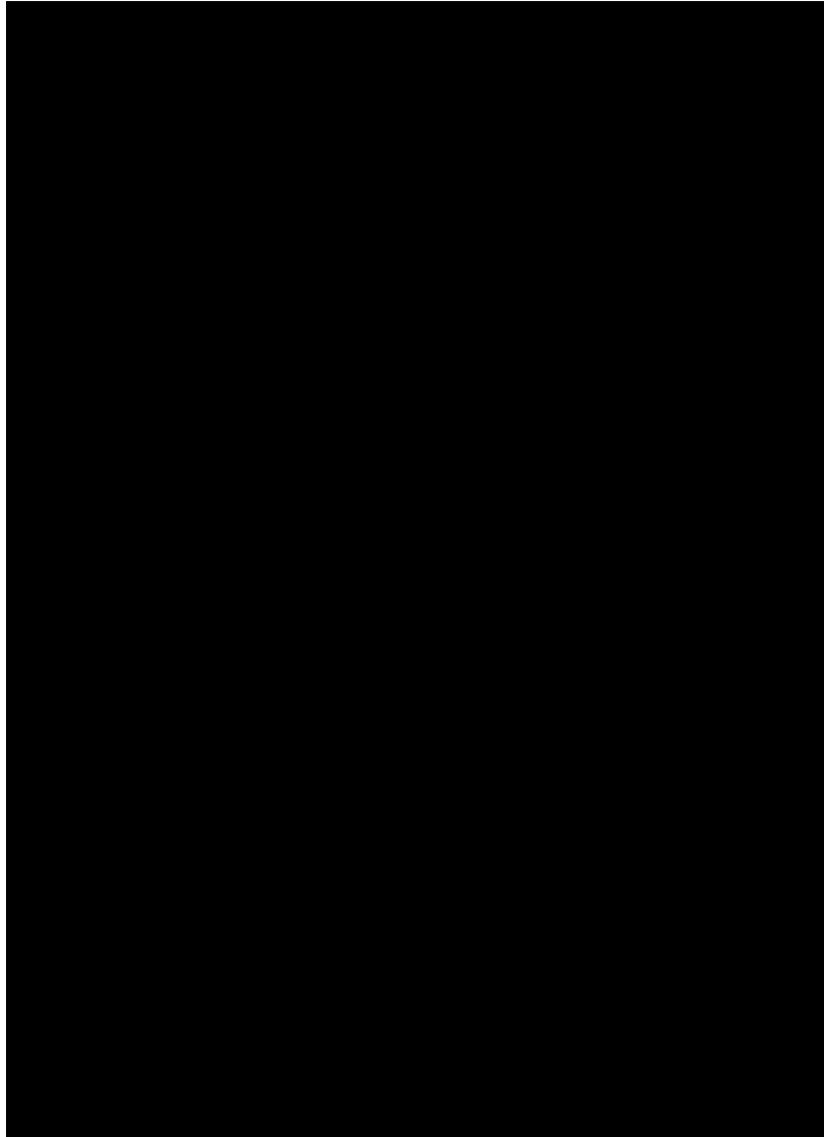
El material del husillo será en acero inoxidable.

La instalación será con pernos de anclaje para adosar al muro, los cuales deben ser suministrados en acero inoxidable. Si son con epóxico se debe suministrar este también, preferiblemente con pernos expansivos.

La compuerta y superficies debe entregarse: decapada, pasivada y completamente limpia de grasas o aceites.

El oferente y/o fabricante deberá demostrar que está en capacidad de realizar las pruebas de dichas compuertas en los laboratorios y/o banco de pruebas bajo la norma BS 7775 o la norma DIN 19569, con instrumentación debidamente certificada por el Instituto "National Institute of Science and Technology", NIST ó una entidad similar (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, CEM etc.). Por lo tanto se puede requerir dicho certificado en cualquier momento, además de los protocolos de prueba, para verificar que son consistentes con lo requerido.

#### **2.3.2.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de compuerta deslizante de cuatro (4) sellos**



#### **2.3.3. Válvulas de compuerta tipo guillotina.**

Válvulas tipo guillotina de 250 mm (10") de diámetro, para una presión de trabajo hasta de 40m (57 psi), PN 6; con sistema de bridas, o para instalar entre bridas ANSI 150.

La válvula debe proporcionar un cierre bidireccional hermético, con una compuerta de acero inoxidable y dos (2) asientos de trabajo pesado de elastómero con alma metálica, para el manejo de agua residual doméstica, con algún contenido de material abrasivo.

La válvula debe estar diseñada con un cuerpo construido de acero, compuerta de acero inoxidable y dos asientos para aguas residuales de trabajo pesado fabricados de elastómero.

Sin piezas de metal en contacto con el fluido.

Diseño con doble asiento para flujo bidireccional, flujo sin obstrucciones, para mínimas caídas de presión.

El sello secundario autoajustable debe evitar cualquier fuga entre la compuerta tipo cuchilla y la parte superior de la válvula.

Los asientos serán de máxima resistencia a la abrasión.

La válvula debe proporcionar un cerrado bidireccional, y contar con acabado para trabajo pesado.

Debe ser de diseño simple que elimine trabajos complejos de rectificación, paros no programados y piezas costosas para reparación.

Las únicas piezas que deben reemplazarse son el asiento para lodos y el empaque.

Las válvulas generales de cada bombeo serán de operación a través de un actuador eléctrico multivoltaje trifásico a 208 V (Según especificaciones). Las válvulas de cada uno de los grupos deben ser con mecanismo de apertura y cierre manual, deberá tener rueda de maniobra y sistema de reductor para que la válvula pueda ser operada sin dificultad por una sola persona directamente desde la rueda de manejo, solamente las válvulas generales de cada bombeo serán accionadas con actuador eléctrico multivoltaje trifásico a 208 V (Según Especificaciones). Las ruedas serán de hierro fundido, los vástagos son de acero inoxidable 303, o de mejor calidad, con mangas de yugo de impulso, diseñadas para reducir las torsiones durante la operación.

El suministro, instalación y puesta en marcha de las válvulas con el respectivo actuador eléctrico multivoltaje trifásico a 208 V (Según especificaciones) son del alcance de la contratación.

Mangas para aguas residuales en Hule (caucho), EPDM, Viton y Buna-N, el más adecuado para el fluido a manejar.

El cuerpo de las válvulas será fundición nodular o acero fundido.

Serán de tipo bridada, según planos, los asientos del cuerpo serán de acero inoxidable.

La compuerta o cuchilla será de acero inoxidable.

### 2.3.3.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas tipo guillotina de 250 mm (10") de diámetro

El contratista deberá garantizar los principales parámetros técnicos necesarios para asegurar la buena calidad del equipo. Se debe llenar la siguiente información: (no omitir alguna).

<b>Formulario de Características Técnicas Garantizadas - Válvula compuerta Tipo Guillotina</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Comerciales</b>	<b>Variable</b>
Marca	
País de Origen	
Referencia	
Modelo	
Cantidad a suministrar	
<b>Especificaciones Técnicas Operativas</b>	
Presión nominal de trabajo (bares)	
Diámetro mm	
Norma ANSI para las bridas	
<b>Especificaciones Técnicas Constructivas</b>	
Tipo de válvula	
Material del marco u horquilla	
Material del obturador o compuerta	
Material de eje	
Material de la tuerca	
Material del asiento flexible (manga)	
Material de la tornillería interna	
tipo de accionamiento (volante/reductor)	
Tipo de recubrimiento.	
<b>Actuador eléctrico</b>	
Marca	
Modelo	
Tipo	
Voltaje	
Corriente	
Velocidad	
Torque	
<b>Anexos</b>	
Catalogo (Si/No)	
Plano de ensamble (Si/No)	

#### 2.3.4. Válvulas de retención

Serán tipo bola, diámetro 250 mm (10"), PN6

La válvula de retención será de sello elástico con esfera descendente, sección transversal de paso libre para pérdidas mínimas de flujo. Apropriada especialmente para el uso con fluidos contaminados; el diseño de la válvula debe evitar la adhesión de impurezas.

Debe ser de mantenimiento fácil.

Apropriada para el uso con aguas residuales.

De sello elástico según EN 12334, Longitud brida-brida según EN 558-1, línea base 48 (DIN 3202, F6), Con conexión bridada en ambos lados según ANSI 150, PN 6

Debe prevenir el contraflujo mediante el principio de retención de bola.

De riesgo de obstrucción mínimo por paso libre.

Pérdidas por fricción mínimas

Con bola descendente

Material:

- Cuerpo: Hierro fundido dúctil EN-JS 1030 (GGG-40)
- Tapa: Hierro fundido dúctil EN-JS 1030 (GGG-40)
- Tornillos de tapa: Acero inoxidable A2 (DIN EN ISO 3506)
- Bola: Núcleo de acero inoxidable o aluminio vulcanizado con NBR en todos los lados
- Protección anticorrosiva
- Recubrimiento epóxico interior y exterior según GSK

Temperatura de trabajo Max 45oC.

### 2.3.4.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de retención

El contratista deberá garantizar los principales parámetros técnicos necesarios para asegurar la buena calidad del equipo. Se debe llenar la siguiente información: (no omitir alguna).

<b>Comerciales</b>		 <p>FORMULARIO DE CARACTERISTICAS GARANTIZADAS VALVULAS DE RETENCION</p>
Fabricante		
Pais de origen		
Modelo		
Catalogo No		
<b>Hidraulicos y operativos</b>		
Presion maxima (bar)		
Diametro nomnal (in)		
Velocidad maxima oeracion (m/s)		
Tipo valvula		
<b>Costructivos</b>		
Norma perforacion contrabridas según ANSI (#)		
Tipo de sello		
Distancia entre caras (mm)		
<b>Materiales</b>		
Cuerpo		
bola nucleo		
bola recubrimiento		
tapa		
Tornilleria inerna		
Recubrimiento interno (tipo, norma)		
Recubrimiento exterior (Tipo, norma)		
<b>Documentos anexos</b>		
Manual valvula (si/no)		
Planos dimensionales (si/no)		

### 2.3.5. Válvulas de admisión y expulsión de aire.

Para cada línea de impulsión luego de los medidores de flujo se suministrara una válvula de admisión y expulsión de aire de 100 mm (4") de diámetro con válvula tipo guillotina o cuchilla de guarda, con el tablero acero inoxidable, para montar en la parte superior de la tubería de impulsión de cada uno de los bombeos para una presión hasta de 40 m, PN 6. Las válvulas deberán permitir la expulsión de gran cantidad de aire durante el cebado de la bomba y el ingreso del mismo, durante su drenaje o ante una presión negativa, funciones estas que se producen normalmente por la operación normal de los bombeos.

Las válvulas de fabricación conforme a lo estipulado para este tipo de válvulas en las normas ANSI/AWWA C512, DIN, MSS SP o en otras normas equivalentes, pero teniendo en cuenta las consideraciones siguientes.

Cuando la bomba y la válvula estén totalmente llenas y exista por lo menos una presión de 0,3 bares, la válvula deberá cerrar herméticamente.

Deberán ser probadas garantizando su hermeticidad a una presión de por lo menos 1,5 veces la máxima presión de trabajo permitida.

Los materiales deberán cumplir con lo especificado a continuación, pero teniendo en cuenta lo observado en las normas AWWA o equivalentes:

El cuerpo y la tapa serán de fundición de hierro gris ASTM A48 ó A126, hierro dúctil ASTM A536 o acero fundido ASTM A216 o equivalentes en otra norma. La tapa será removible para permitir el acceso al interior o remoción de sus elementos, de ser necesario.

Las válvulas deberán ser válvulas especiales para el trabajo con aguas residuales tipo doméstico con contenidos de solidos hasta un 15% en volumen.

Deberá tener un diseño tal que evite los depósitos de grasa y otros residuos, con nervaduras para la guía del flotador.

La válvula debe ser de una sola cámara preferiblemente, doble orificio y triple efecto:

Expulsión de grandes volúmenes de aire.

Expulsión de pequeños volúmenes de aire a la presión operativa.

Admisión de grandes volúmenes de aire.

Todos los componentes internos deben ser en acero inoxidable.

Tendrá bloque móvil que incluye el flotador principal en acero inoxidable AISI 316 ubicado en el cuerpo inferior y conectado mediante una varilla de acero inoxidable al mecanismo obturador.

El flotador será de acero inoxidable AISI 304, 316. El obturador deberá ir guiado para garantizar un desplazamiento adecuado en el sello. También poseerá preferiblemente un deflector interno que proteja el flotador del contacto directo con el aire saliente para evitar su cierre prematuro. Toda la tornillería interior y elementos guías del flotador serán en acero inoxidable.

El sello o asiento será de caucho, Neopreno, Buna -N u otro elastómero apto para el servicio. El sello también podrá ser de acero inoxidable para el caso de obturador en elastómero. El asiento y el obturador serán removibles.

Deberá tener la posibilidad de recoger y orientar cualquier posible salpicadura o fuga durante la operación, pero en todo caso deberá generarse el sello completo a 0,3 bares de presión.

Las válvulas deberán tener válvulas de guarda para aislamiento y sus respectivos niples y accesorios para conectar a las tuberías, y un niple de extensión para orientar los posibles derrames o fugas hacia los pozos de succión sin riesgos hacia el ambiente por tratarse de aguas residuales.

Tendrá válvula de drenaje incorporada para control y mantenimiento de la ventosa.

El mantenimiento deberá ser posible realizarlo por la parte superior.

### 2.3.5.1.1. Características técnicas garantizadas de las válvulas de admisión y expulsión de aire.

El contratista deberá garantizar los principales parámetros técnicos necesarios para asegurar la buena calidad del equipo. Se debe llenar la siguiente información: (no omitir alguna).

 <b>Formulario de Características Válvula Ventosa</b>	
<b>Comercial</b>	
Marca	
País de Fabricación	
Modelo	
<b>Hidráulicas y Neumáticas</b>	
Presión nominal de trabajo (bares)	
Caudal máximo de desalojo de aire (L/s)	
Presión mínima que da sello, cero fugas (bares)	
<b>Operativas</b>	
Tipo efecto ( Simple, Doble, Triple)	
<b>Constructivas</b>	
Díámetro nominal de la Válvula (mm)	
Número de cámaras	
Número de Orificios	
Díámetro entrada de aire (mm)	
Material del Cuerpo	
Material del elemento obturante	
Total hermeticidad en presión de trabajo (Si,No)	
Material del Eje	
Material del Empaque	
Material del Asiento	
Material de mecanismos y tornillería interna de válvula	
Pintura interior (tipo y referencia, NA)	
Pintura exterior(tipo y referencia, NA)	
<b>Montaje</b>	
Tipo de conexión Bridada (S/N)	
Norma de Brida (norma y clase)	
<b>Documentos</b>	
Entrega de curvas de válvulas, admisión y expulsión.	
Entrega de manual de mantenimiento y operación(S/N)	
Entrega de Planos(S/N)	
<b>Nota: *Todos los campos se deben completar.</b>	

## 2.4. TUBERÍAS DE INTERCONEXIÓN Y ACCESORIOS

Se debe suministrar la tubería dentro de los pozos y hasta la primera contra brida en acero inoxidable, con todos los accesorios tales como: contra bridas, empaquetadura en caucho reforzado o mejor, apto para el manejo de aguas residuales, codos, reducciones, ampliaciones, uniones, niples de derivación independientes, para el montaje de la instrumentación; la presión de trabajo es de 150 PSI, todas las bridas de interconexión o de ensamble de válvulas de la descarga deben ser ANSI 150, se debe suministrar toda la tornillería requerida para todo el montaje incluyendo la de aseguramiento de la tubería dentro de los pozos, en acero inoxidable, al igual que todos los soportes de la tubería dentro de los pozos en acero inoxidable.

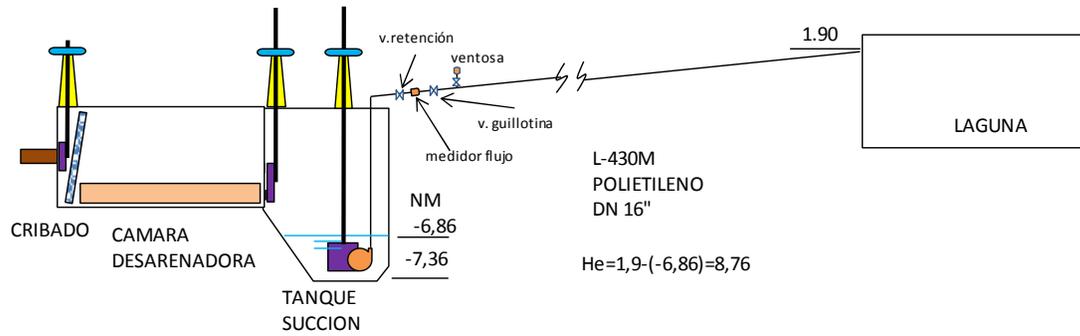
En todo caso el espesor de las tuberías nunca debe ser menor de  $\frac{1}{4}$ " independiente de la presión.

Después de la primera brida la tubería puede ser en fibra de vidrio, acero inoxidable o HD, con la misma normatividad para bridas, y presión de trabajo.

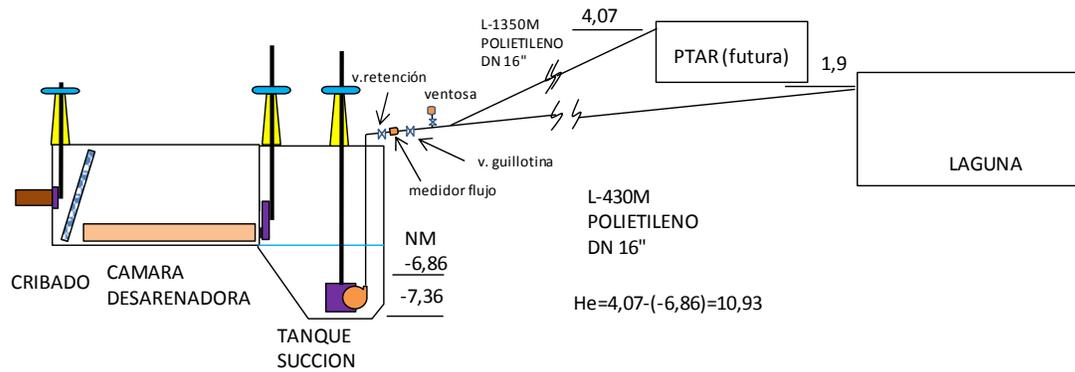
Todas las uniones de montaje deben ser rígidas o rigidizadas, todas las bridas y contra bridas para este proyectos serán bajo la norma ANSI 150.

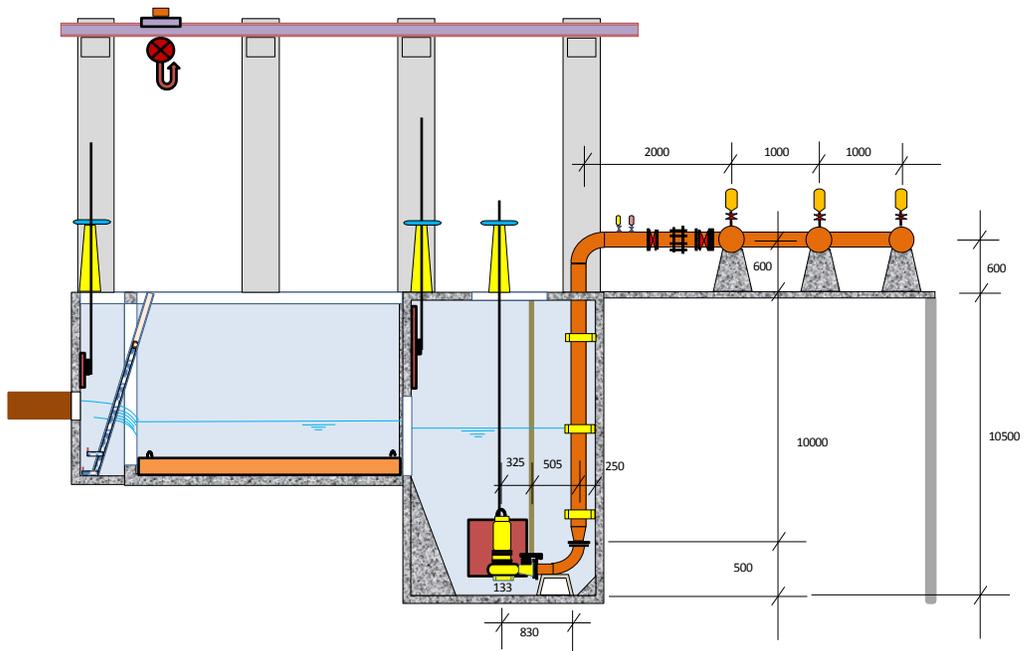
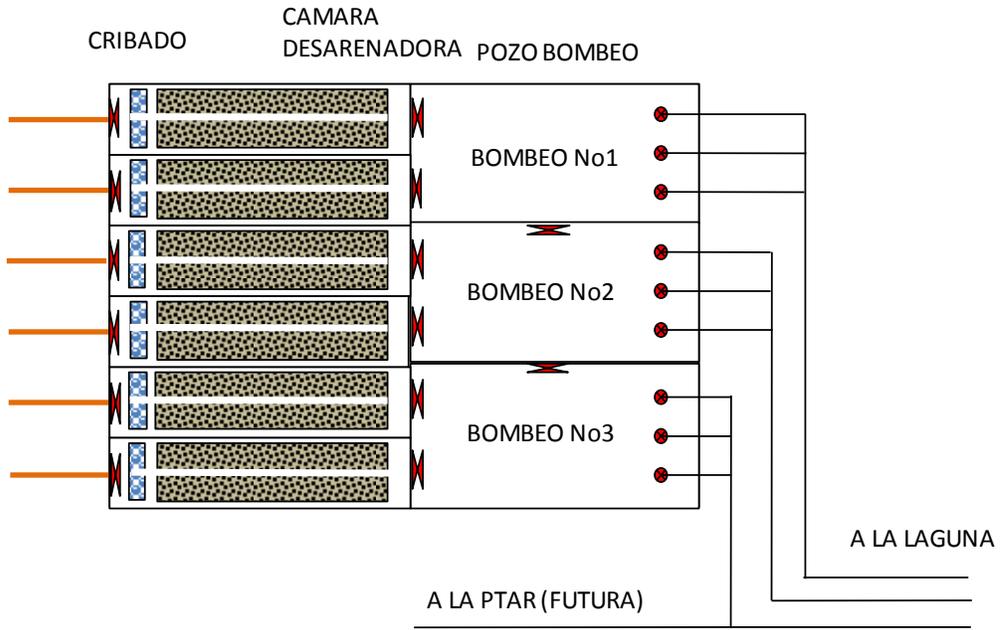
## 2.5. ESQUEMAS

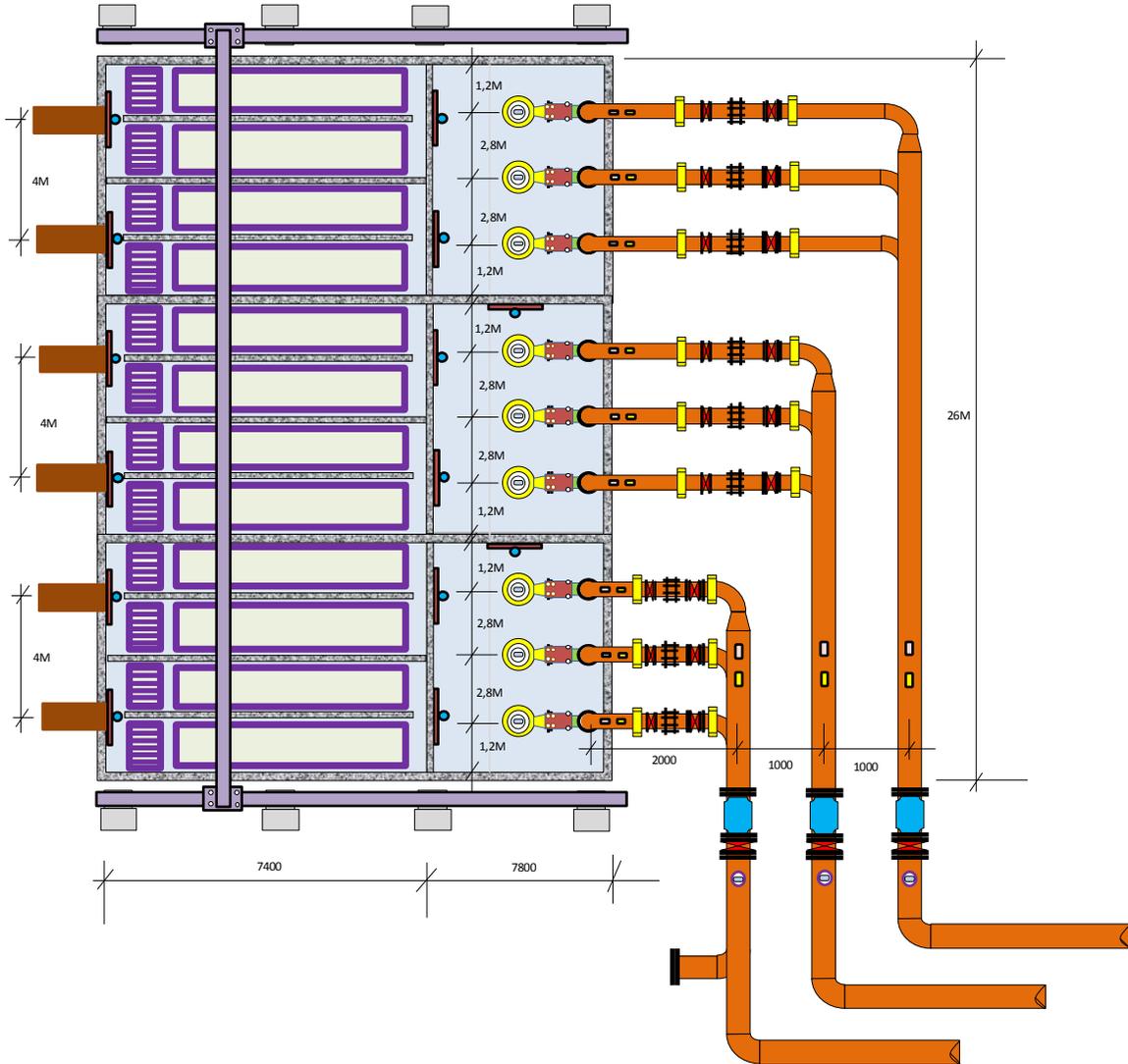
ESQUEMA BOMBEO LA YUQUITA 1 Y 2 AGUAS RESIDUALES

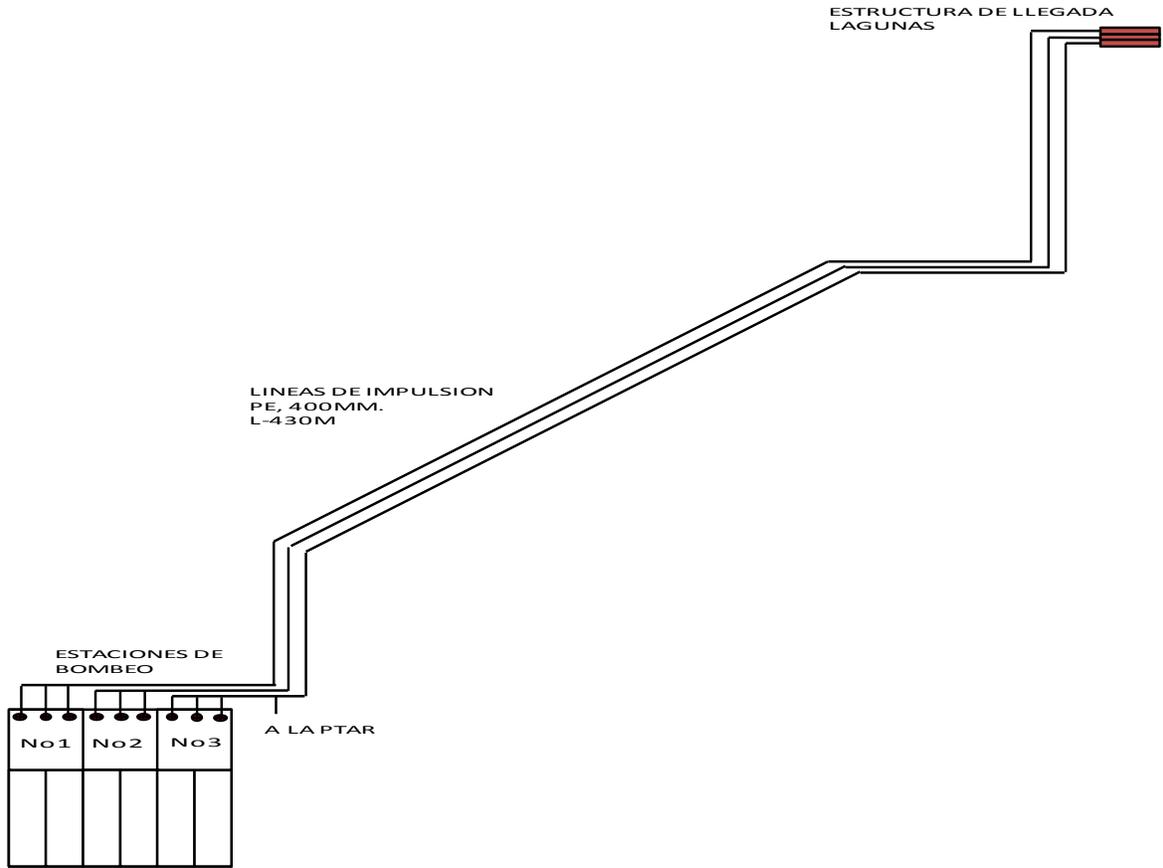


ESQUEMA BOMBEO LA YUQUITA AGUAS RESIDUALES BOMBEO DOBLE; HACIA LA LAGUNA O HACIA LA PTAR









### 3. GRUPO II

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO, TRANSPORTE, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN GRUPO MODULAR DE CELDAS: MEDIDA, SECCIONAMIENTO, TRANSFORMACIÓN, TRANSFERENCIA, POTENCIA Y CONTROL; PLANTA DIÉSEL, SISTEMA DE APANTALLAMIENTO Y PUESTA A TIERRA, CANALIZACIONES, CABLEADO DE POTENCIA, DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL Y OTROS ACCESORIOS, PARA EL SISTEMA COMBINADO DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR) LA YUQUITA DEL MUNICIPIO DE TURBO ANTIOQUIA.**

#### 3.1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Se requiere el diseño, trámites de legalización y certificación, elaboración del proyecto de energía, legalización de planos, fabricación, certificación plena del RETIE de la instalación, suministro, transporte y puesta en servicio de un grupo modular de (17) celdas, incluye la interconexión, para el bombeo de aguas residuales (EBAR) La Yuquita del municipio de Turbo Antioquia, y otros trabajos complementarios, entre otros: Una (1) celda de medida (CM), una (1) celda de seccionador (CS), una (1) celda de transformador (CT), un (1) tablero para la transferencia de red y Planta, los interruptores de 460 V y DPS (TT) , un (1) tablero para los interruptores servicios auxiliares 220 V y transformador de 460/208/120 (TSA), nueve (9) celdas para los interruptores, los variadores de frecuencia y las reactancias de cada uno de los nueve (9) grupos de bombes (TVR), tres (3) para el controlador lógico programable PLC y HMI de cada uno de los tres (3) bombes (TPLC), una (1) planta diésel con tanque de almacenamiento de combustible, dos (2) Puente grúas, una (1) acometida trifásica en media tensión en cable aislado 15 KV, 133% de aislamiento calibre 1/0, con sus conos y terminales de aproximadamente 30 m, un (1) transformador seco aislado en resina de 13.2 KV/ 460 V AC de 450 KVA, una (1) interconexión trifásica para media tensión en cable aislado 15 KV, 133% de aislamiento calibre 1/0, con sus conos y terminales de aproximadamente 9 m, una (1) interconexión trifásica con sus terminales desde el secundario del transformador a la celda de la transferencia de aproximadamente 12 m, una (1) interconexión trifásica con sus terminales desde la planta diésel hasta el tablero de la transferencia de aproximadamente 12 m, nueve (9) acometidas en cable calibre 3 x 2 AWG, 600 V, THHN, más una 1 x 1/0 en cobre desnudo, desde tablero de los VF del bombeo, tres (3) acometidas a los respectivos motores, de aproximadamente 70 m cada una, diecisiete (17) acometidas en cable encauchetado extraflexible calibre 4x10 AWG, 600 V, para los actuadores de aproximadamente 50 m , los equipos de PLC HMI, el desarrollo del programa de control y su puesta en funcionamiento, las comunicaciones, el diseño, cálculo, suministro transporte y puesta en operación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento, el suministro de las protecciones contra descargas atmosféricas DPS A,B,C para los equipos del bombeo.

Los elementos descritos en los documentos de la contratación son aproximados, en muchos casos son globales y deben ser verificados por EL CONTRATISTA, de tal forma que también se deben suministrar los demás elementos que no sean listados aquí y que sean necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto, dichos elementos deberán ser tenidos en cuenta en la propuesta por parte del proponente y suministrados por el Contratista:

EL PROPONENTE deberá tener en cuenta que las cantidades de obra establecidas en la lista de cantidades de obra y precios unitarios son estimadas y teóricas y que se establecen principalmente para proporcionar una base para la evaluación de la propuesta, por lo que podrán aumentar o disminuir durante el desarrollo del contrato, o su ejecución podrá ser omitida por orden de EL INTERVENTOR

En la ejecución de las instalaciones que serán materia del contrato, EL CONTRATISTA se ceñirá a los esquemas y especificaciones suministrados. Estos son complementarios entre sí; en caso de contradicción entre lo descrito en los ítems y las especificaciones, se preferirá lo dispuesto en las especificaciones. Cualquier duda o dificultad al respecto será resuelta por EL INTERVENTOR.

Los errores u omisiones evidentes en los planos, en las especificaciones, o la descripción incompleta, errónea o equivocada de aquellos detalles de construcción que se ejecuten normalmente o que debe conocer todo Contratista como parte del arte de la construcción o de la rutina de trabajo y que se requieran imprescindiblemente para ejecutar correctamente las obras, los montajes o para que cumplan cabalmente su finalidad, no eximirá a EL CONTRATISTA de su obligación de ejecutar correctamente dichos detalles y EL CONTRATISTA deberá ejecutarlos como si estuvieran descritos en forma correcta y completa.

### **3.2. NORMAS TÉCNICAS**

Los trabajos objeto de estas especificaciones, se regirán por las Normas y Especificaciones Generales de Construcción de las Empresas Públicas de Medellín, la norma NTC 2050 o Código Eléctrico Nacional (CEN), **el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)**, las normas NTC, AISI, ANSI, ASME, AWWA, DIN, IEEE, IEC, ISO, SSPC, NEMA y VDE, ICONTEC o NEC salvo donde se especifique lo contrario. Se entiende que regirá la última edición aprobada de cada una de ellas.

Los equipos y sus celdas deberán ser diseñados y dimensionados de tal manera que se obtenga alta eficiencia, resistencia, rigidez y estabilidad funcional, sin que se produzcan fallas súbitas ni deformaciones permanentes para las condiciones normales de operación especificadas o que estén fuera de lo generalizado para dichas celdas.

En la parte de trámites y legalización de planos ante el OPERADOR DE RED, se deben considerar los procedimientos normalizados por el RETIE, en la(s) visita(s) programada(s) para la inspección y certificación de las instalaciones (CIDET u otra) deberá estar presente el Interventor del sistema eléctrico del OPERADOR DE RED, al que se le entrega una copia del informe de certificación correspondiente.

Las celdas deberán cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas, también se señalará en los numerales que sea necesario la norma correspondiente:

- NEMA AB-1 "Molded Case Circuit Breakers"
- IEC-157 "Low voltage switchgear and controlgear"
- IEC-439 "Low voltage switchgear and controlgear assemblies"
- NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano
- RETIE Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.
  
- NTC 591 NTC 2131 Fabricación de seccionadores de alta tensión
- NTC 2150 NTC 3274 y equipos de maniobra.
- NTC 2157

### **3.3. ESPECIFICACIONES GENERALES**

El Contratista deberá diseñar, tramitar la legalización y pruebas del medidor, CT'S, PT'S y el transformador de 450 kVA, legalizar los planos ante el operador de red y obtener la certificación plena del RETIE de la instalación por parte de una entidad aprobada por la SIC, fabricar, suministrar, programar, hacer la instalación y la puesta en servicio de un grupo modular de celdas: medida, seccionamiento, transformador, Planta Diésel, transferencia, interruptor principal y servicios auxiliares, celda para la potencia de los grupos con los variadores de frecuencia y sus respectivas reactancias, celdas para el controlador lógico programable (PLC), suministro, instalación y puesta en marcha de la acometida principal desde el poste (punto de conexión) hasta el transformador de potencia, suministro e instalación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento, suministro e instalación de las protecciones contra descargas atmosféricas (DPS A, B y C).y otros trabajos complementarios para el sistema de bombeo combinado (EBAR) La Yuquita del Municipio de Turbo.

Para el desarrollo en su totalidad de este proyecto (desde el inicio de los diseños hasta su puesta en servicio) el Contratista deberá hacer uso del servicio de tiempo completo de mínimo un (1) ingeniero Electricista o en Instrumentación y control o Electrónico. Este será el encargado del proyecto e interlocutor por parte del Contratista ante EL INTERVENTOR y la hoja de vida de dicho Ingeniero deberá ser presentada con la propuesta, y en el caso de ser adjudicatario, el cambio de dicho Ingeniero en el contrato, deberá someterse a aprobación de EL

INTERVENTOR. Para ello el candidato deberá cumplir o superar el perfil (conocimiento y experiencia) del Ingeniero inicialmente aceptado..

Las celdas deberán ser diseñadas teniendo en cuenta las funciones de protección y control que se indican en estas especificaciones, y en las cuales se dan los requerimientos de control mínimos para éstas.

Las celdas se deberán cablear y los variadores se deben ajustar y configurar en fábrica, y se someterán a las pruebas rutinarias del fabricante, se verificará el accionamiento de todas las protecciones eléctricas y mecánicas antes de ser despachadas para recepción por EL INTERVENTOR es importante señalar que el Contratista es responsable del diseño, trámites y legalización de planos, certificación plena de la instalación y del buen funcionamiento de los equipos. Este deberá informar a EL INTERVENTOR, al menos con ocho (8) días de anticipación la fecha de las pruebas. No se deberán despachar las celdas sin contar con la aceptación de EL INTERVENTOR de la parte eléctrica. Los diseños, suministro e instalación del sistema de puesta a tierra y el apantallamiento de la EBAR y protección contra descargas atmosféricas deberán estar concluidos previos al inicio de la instalación de las celdas.

Todos los cálculos eléctricos, dimensiones de las celdas y tableros, deben ser revisados de acuerdo con los datos de placa de los equipos que se instalaron realmente, y hacer los ajustes del caso previa autorización de EL INTERVENTOR.

Las interconexiones de control y potencia entre las celdas suministradas, las deberá realizar el contratista proveedor de los equipos en el sitio de instalación de las celdas, por lo tanto, los costos de dichas interconexiones, deberán ser incluidos como un suministro del CONTRATISTA.

Para realizar la ejecución del proyecto EL CONTRATISTA deberá tener como base para los diseños definitivos de detalle, los planos anexos para cada sistema:

- Diagrama unifilar.
- Malla de puesta a tierra.
- Sistema de apantallamiento.
- Plano de Iluminación y tomas.

Se deberá realizar y suministrar la programación, los mapeos y listados de referencia del PLC y la IHM, los bombeos se deberán integrar al sistema de control y monitoreo actual de AGUAS DE URABÁ, por lo tanto, deberá ser incluida como un suministro del CONTRATISTA.

### **3.4. CONSTRUCCIÓN**

Las celdas y tableros deberán ser fabricados con base en una estructura metálica autosoportada, rígida e indeformable, construida en perfiles metálicos soldados o

pernados entre sí, en lámina  $\leq$  calibre 12 (2,7 mm), forrado y con separaciones internas en lámina  $\leq$  calibre 14 (1,9 mm) con refuerzos internos que no permitan la deformación de la lámina por su peso o por la instalación de equipos en ellas, deberán tener zócalo  $\leq$  siete (7) centímetros y perforaciones para el debido anclaje con pernos expansivos al piso. Las láminas deberán ser tratadas químicamente con antioxidantes, ser fosfatadas, se le aplicarán dos (2) capas de pintura anticorrosiva y su acabado final será en pintura horneada cuyo color será Gris según norma RAL 7032. Se deberán proveer medios de sujeción retirables, esto es, argollas de alce debidamente calculadas, para levantar los gabinetes los cuales serán autosoportantes.

También, es necesario suministrar una probeta a EL INTERVENTOR con el color de la pintura, las pruebas de cámara salina, dureza e impacto para verificar la calidad.

Las celdas deberán tener acceso por el frente por medio de puertas y frente muerto para los elementos de potencia, protección y control con terminales activas expuestas, y en los costados y parte trasera por medio de tapas removibles con tornillos con cabeza avellanada (donde aplique, también deberán llevar las puertas respectivas). También, se suministrará e instalará la ventilación adecuada y la calefacción con control hidrostático en las celdas de potencia, en servicios auxiliares y en las celdas de control y comunicaciones.

Todos los barrajes deberán estar recubiertos con material aislante termo-encogible e instalados en un compartimiento independiente en la parte superior de las celdas. Cuando alguno de los barrajes que conforman el tablero quedase demasiado expuesto y cercano a algún elemento que requieran de manipulación directa, deberá proveerse un sistema que lo aisle suficientemente (por policarbonato, u otro material similar aprobado por el RETIE) para evitar contactos personales o de herramientas que puedan ocasionar un daño grave.

Las celdas individuales deberán unirse para formar un conjunto auto-soportado como se muestra en los planos de la disposición de los tableros. La disposición de aparatos en el tablero deberá ser sometida a la aprobación de EL INTERVENTOR. Todos las celdas deberán tener láminas metálicas de piso y de techo removibles.

La entrada y salida de los cables será por la parte inferior a cárcamos en el piso independientes para potencia y control, el cárcamo de potencia deberá estar ubicado en el centro de los tableros, el cárcamo para control deberá estar ubicado en el frente, por fuera de la línea de los tableros, con las respectivas derivaciones a los tableros respectivos, todos los cables deberán ingresar a los tableros a través de prensa estopas y se dejará la previsión de que las tapas sean fácilmente removibles de lámina o baquelita de  $\leq$  6mm.

El conjunto total de celdas se ensamblará en bloques lineales (Ver plano Disposición de Celdas) Las dimensiones de cada celda deberán ser aproximadas a las siguientes:

**Celda uno (medida):**

Altura: 200 mm  
Frente:  $\leq 1100$  mm  
Profundidad: 1200 mm

**Celda dos (seccionador BC):**

Altura: 2200 mm con rebanco  
Frente: 400 mm  
Profundidad: 950 mm

**Celda tres (Transformador):**

Altura: 2200 mm  
Frente: max 2000 mm  
Profundidad: 2500 mm

**Celda cuatro (Transferencia, Totalizadores 460 V):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad: 1200 mm

**Celda cinco (Transformador servicios auxiliares, Totalizadores 220 V):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad: 1200 mm

**Celda seis (Totalizador Variador de grupo 1 y reactancias Bombeo 1):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad:  $\leq 1700$  mm

**Celda siete (Totalizador Variador de grupo 2 y reactancias Bombeo 1):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad: 850 mm

**Celda ocho (Totalizador Variador de grupo 3 y reactancias Bombeo 1):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad:  $\leq 1700$  mm

**Celda nueve (Totalizador Variador de grupo 1 y reactancias Bombeo 2):**

Altura: 2200 mm  
Frente: 800 mm  
Profundidad:  $\leq 1700$  mm

**Celda diez (Totalizador Variador de grupo 2 y reactancias Bombeo 2):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: ≤1700 mm

**Celda once (Totalizador Variador de grupo 3 y reactancias Bombeo 2):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: ≤1700 mm

**Celda doce (Totalizador Variador de grupo 1 y reactancias Bombeo 3):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: ≤1700 mm

**Celda trece (Totalizador Variador de grupo 2 y reactancias Bombeo 3):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: ≤1700 mm

**Celda catorce (Totalizador Variador de grupo 3 y reactancias Bombeo 3):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: ≤1700 mm

**Celda quince (PLC1, HMI1):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: 600 mm

**Celda dieciséis (PLC2, HMI1):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: 600 mm

**Celda diecisiete (PLC3, HMI3):**

Altura: 2200 mm  
 Frente: 800 mm  
 Profundidad: 600 mm

**3.5. BARRAJES**

Los barrajes serán trifásicos de cuatro (4) barras en Cu, aislados en material termo-encogible y en compartimentos independientes, no se permitirán en cable aislado; construidos en cobre electrolítico del 98% de conductividad y montados en aisladores tal que garanticen el nivel de aislamiento a la frecuencia industrial de 2,2 KV, se tendrá en cuenta los valores de densidad de corriente establecidos en

la norma DIN 43671/11.64 y deberán aplicar los factores de corrección (k1, k2, k3, k4 y k5) descritos en dicha norma. También podrán emplearse los procedimientos descritos en las normas IEC 60865, su capacidad amperimétrica será igual o superior a 1100 Amp. y tendrá capacidad térmica para soportar la corriente de cortocircuito durante un segundo y capacidad dinámica para soportar 2,5 veces la máxima corriente de cortocircuito o simétrica. Es necesario que se suministre el estudio de corto circuito del bus de barras, donde se indiquen todos los esfuerzos electrodinámicos que soporta el bus ante un cortocircuito de los KA del totalizador.

Las platinas de empalme y los extremos de las barras deberán ser electroplateadas y formadas para obtener un contacto plata - plata de alta presión.

Todas las conexiones a los interruptores principales se harán en barras. No se permitirá reducción en la capacidad de la barra principal.

Las celdas deberán llevar una barra de cobre a lo largo, con conectores de puesta a tierra para aterrizar todo el sistema eléctrico. Su sección será como mínimo de 200 mm<sup>2</sup>.

Los puentes flexibles del barraje (por ejemplo los del secundario del transformador al barraje principal) deberán ser realizados en el sistema de barraje de cobre electrolítico flexible y trenzado, estañado, de la misma capacidad del barraje principal, con sus extremos en platina de cobre electroplateado con sus respectivas perforaciones coincidentes con las del barraje secundario del transformador.

Se debe garantizar el ajuste preciso entre las caras de los barrajes en su presentación aun retirando los tornillos de ensamble de los mismos.

<b>Características nominales</b>	
Voltaje nominal (fase a fase), rms	460 Vac
Voltaje máximo de operación, rms	600 Vac
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial, rms	2200 Vac
Frecuencia	60 Hz.
Capacidad de corriente del barraje principal.	≤1100 Amp

### 3.6. BORNERAS

Las borneras se instalarán en sitios de fácil acceso para mantenimiento y cableado, completamente identificadas y para soportar 600 Vac.

Las borneras a utilizar en los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

Todos los bornes deberán tener un nivel de aislamiento de acuerdo con la publicación VDE 0110, grupo C, para montaje en riel asimétrico tipo DIN ó en omega.

Deben cumplir con los requisitos de seguridad de conexión de acuerdo con las normas VDE 0611/parte 1 y VDE 609.

Deben permitir el montaje en armarios y cajas de espacio reducido.

Deben permitir adicionar más bloques y cambiar borneras intermedias sin necesidad de retirar las vecinas.

Deben permitir la colocación intermedia de placas de separación o tapas entre borneras de diferente tamaño, con el fin de mantener distancias dieléctricas o para separar conjuntos de bornes que están unidos por puentes conectores. Las borneras se agruparán de manera independiente para el control y para la potencia. No se conectará más de una línea por borne.

Todo instrumento que utilice señal proveniente de transformadores de corriente, debe cablearse mediante borneras especiales para corriente cortocircuitables, seccionables y además deben permitir la conexión de plug o bananas, de tal manera que puedan retirarse sin interrumpir la señal que va a otros instrumentos.

Todo instrumento que utilice señal proveniente de transformadores de potencial, debe cablearse mediante borneras especiales para tensión, seccionables y además deben permitir la conexión de plug o bananas.

Los bornes deberán poderse conectar sin preparación especial del conductor o conductores y sin empleo de punteras o terminales.

Deberán estar provistos de foso antipolvo para evitar la formación de capas conductoras entre bornes en serie.

El material aislante debe ser plástico irrompible, de buena resistencia a las corrientes de fuga y buena resistencia dieléctrica; debe ser resistente al fuego y autoextingible. Debe ser apto para ambientes tropicales.

De acuerdo con el uso de la bornera, se debe establecer un código de colores para el material aislante, así: azul para borneras de neutro, verde-amarillo para borneras de tierra, gris para las otras borneras. (Se admiten otros códigos de colores).

Las partes de metal serán resistentes a la corrosión; de acuerdo con esto, no se admitirá el acero; si se utiliza el latón, deberá ser tratado térmicamente y con un contenido de cobre mínimo del 85%.

La rotulación de las borneras estará basada en el sistema simplex SBS.

Todas las borneras que interconecten equipos exteriores a los tableros deben agruparse en una regleta independiente localizada en un mismo tablero.

Las borneras deberán ser aptas para el cableado usado. Por cada regleta de borneras deberá suministrarse al menos el 15% de bornes libres (reserva).

Donde sea necesario se deberán instalar tapas y bloques de presión o freno.

Se deberán utilizar los accesorios propios del fabricante del tipo de bornera utilizada para realizar los puentes de punto común.

Estas borneras se sugieren del tipo Phoenix Contact, WAGO o de igual calidad

### 3.7. CABLEADO

El cableado de control deberá ir separado del cableado de fuerza. Deberán usarse, para organización del cableado interior, canaletas plásticas holgadas que permitan realizar modificaciones o adiciones de cableado sin inconvenientes.

Todo el cableado de control deberá ejecutarse mínimo en cable calibre 18 o 20 AWG, extraflexible clase K para el interior del tablero. Todo el cableado se realizará con conductores en cobre estañado y aislamiento en polietileno de baja densidad para 600 Voltios adecuado para una temperatura en el conductor de 75°C. El cableado de potencia y su capacidad estarán determinados según los planos unifilares del diseño.

El conductor de cobre deberá estar de acuerdo con los requerimientos de las normas ICONTEC 1099, ASTM B3 y B8 ICEA S73-532 y T-26-465 y la NEMA WC-57.

Los calibres mínimos de los conductores a ser usados son los siguientes:

Cables para los circuitos de control interno. No. 18 - 20AWG

Cables para los circuitos secundarios de los transformadores de potencial. No. 12 AWG

Cables para los circuitos secundarios de los transformadores de corriente. No. 10 AWG

El siguiente código de colores deberá ser usado en el cableado:

Café, Naranja, Amarillo: Conexiones de fases, para sistemas aterrizados o no aterrizados, ya sean conectadas directamente al circuito primario o al circuito secundario de los transformadores de corriente y potencial.

Gris: Conexión del neutro para sistemas de corriente alterna, aterrizados o no aterrizados, ya sea conectados directamente al circuito primario o al circuito secundario de los transformadores de corriente y potencial, y Circuitos de control.

Verde o Amarillo-Verde: Conexiones a la barra de tierra.

Los cables de fuerza serán cableados de cobre con aislamiento THHN, 90 °C a 600 Vac 90 °C. con factor de ocupación máx. del 70%. Se usarán cables multiconductores hasta el calibre seis (6) AWG. De este calibre en adelante los cables serán mono conductores. Se emplearán terminales de compresión electro estañadas, una (1) por cada conductor, del tipo 3M o equivalente.

La acometida principal y el cableado deberán ser del tipo XLPE al 133% y se utilizarán para su conexión terminales que pueden ser encogibles en frío, pre moldeadas o pre ensanchadas, en un rango de calibre N.2 hasta 4/0 para 15KV, su construcción deberá estar de acuerdo a las normas de distribución de EPM.: RA0-001; RA2-017; RA7-035; RA6-013.

El cable para instrumentación debe estar rotulado en forma indeleble y legible, según criterio de la NTC-1332; calibre, aislamiento, tensión nominal, fabricante, etc.

El cable de instrumentación al cual se hace referencia es un cable para instrumentación, el cual posee el número de conductores especificados en las cantidades, independientes dentro del mismo cable, cada uno de ellos con un calibre AWG (American Wire Gauge norma americana) acorde a lo solicitado por cada fabricante del equipo a conectar.

Dicho cable es empleado para llevar las señales electrónicas de instrumentación de bajo nivel, de sensores y transmisores electrónicos al sistema de control (PLC).

Los conductores serán cubiertos por aislantes de un mismo color o de diferentes colores. Los conductores deben ser de cobre temple blando y conductividad mayor al 99%, totalmente puro (sin aleaciones), cumpliendo normatividad NTC-1744 y ASTM B-1, además cada uno de ellos debe poseer mínimo 7 filamentos (Clase B o Clase 2), cumpliendo así las normas; NTC ICONTEC 308 (ASTM B8), NTC-ICONTEC 1816 (ASTM B173) y NTC-1865, NTC-1817, ASTM B-172 o IEC 228 (Conductor of insulated cables) norma europea.

Todos los conductores deben estar estañados para evitar aceleración en los procesos de oxidación o sulfatación en los mismos debido a las condiciones ambientales en las que se empleará. El material del aislante debe ser en PVC resistente a altas temperaturas y llamas. El cable debe tener, como mínimo, una (1) pantalla electrostática de Aluminio-poliéster. Esta debe encerrar los conductores. La pantalla debe garantizar un cubrimiento del 100%, garantizando una jaula de Faraday para todos y cada uno de los hilos conductores. En el caso que los conductores estén separados por pares o triadas, cada grupo de

conductores debe contar con su respectiva pantalla. El cable debe presentar un (1) hilo de drenaje de calibre 20-22 AWG, uno para cada pantalla. Estos hilos de drenaje deben ser desnudos e igualmente estañados y en contacto directo con el aluminio de la pantalla, garantizando así que cualquier corriente parasita externa que pueda llegar al cable sea retenida por la pantalla y drenado por este conductor, también debe presentar un (1) hilo de rasgado.

La chaqueta del cable debe ser PVC y de material retardante a la llama (prueba UL 444) y no propagantes, de acuerdo a lo dispuesto en las normas IEC 60331, UL 1581 y resistentes a la luz solar (UV). La chaqueta deberá tener inscrita, en forma indeleble el nombre del fabricante, número y calibre de los conductores, voltaje y tipo de aislamiento. La chaqueta será de color gris, para instalación en ambientes exteriores secos o húmedos. Resistentes a la luz solar, a la humedad y a la penetración de vapores.

El material de la chaqueta debe ser de resinas puras, sin elementos tóxicos. No se acepta PVC recuperado. La chaqueta no puede tener metales contaminantes del agua tales como el Cromo, Plomo y Cadmio. El voltaje de resistencia del cable debe ser de 600V.

<b>Número de hilos:</b>	4, 9, 12, 19
<b>Calibre:</b>	16 AWG
<b>Voltaje:</b>	300 o 600 voltios
<b>Chaqueta y aislante:</b>	PVC o PVC – Nylon. Deberá tener inscrita, en forma indeleble el nombre del fabricante, número y calibre de los conductores, voltaje y tipo de aislamiento, si es apto para bandeja portacable.
<b>Blindaje:</b>	El blindaje, debe ser en cinta de poliéster aluminio (foil), puro al 100% que cubra todos los pares y con hilo de drenaje y rasgado. Cubrimiento del 100%, que garantice la jaula de Faraday
<b>Diámetro externo máximo:</b>	8 mm

El cable para el bus de campo RS 485 debe ser del tipo TELDOR ref. 9392002105 calibre 2x2x22 120 Ohmios o su equivalente. Cable de fabricación normalizada, apto para instalación en tubería conduit en tramos horizontales y verticales. Los hilos deben ser trenzados para asegurar un bajo cruce de información y mayor inmunidad al ruido, mejorando la velocidad de transmisión. El cable de cobre estañado debe ser de baja capacitancia y estar conformado por 2 pares trenzados aislados. Además debe poseer una pantalla en malla de cobre estañado, con un cubrimiento del 90% y una cinta de aluminio - polyester del 100% de cubrimiento. Ambas pantallas deben cubrir los dos (2) pares. También debe tener un cable adicional no aislado en contacto con la malla para conexión a tierra (hilo de drenaje). La cubierta exterior debe ser en PVC ó PVC Nylon y deberá tener inscrita en forma indeleble el nombre del fabricante, referencia del cable y tipo de aislamiento.

### **3.8. BANDEJAS PORTA CABLES Y TUBERÍA METÁLICA EIMC**

Todo el cableado se hará por tubería o por bandejas portacables con tapa en el mismo material y asegurada con tornillos, de acuerdo con el diseño. No se

admitirá el uso de tubería eléctrica ni bandejas porta cables de PVC en forma expuesta. Los tubos metálicos intermedios deben cumplir las siguientes especificaciones:

Para la protección de los conductores eléctricos de las instalaciones se usarán tubos metálicos de acero sin costura, del tipo semi pesado (Tubería EIMC), que cumplan la norma NTC 170, para tubos hasta de 50.8 mm (2") de diámetro. Todos los tubos de acero serán galvanizados de acuerdo a la norma ASTM A-760. Los tubos metálicos intermedios que se suministren deben ser de longitud normalizada de 3.0 m, incluidos los acoplamientos, uno por cada tramo normalizado. Los tubos deben llevar rótulos adecuados, de modo claro y duradero cada 1.5 m, con las letras IMC (Intermediate Metal Conduit) y deberán cumplir con la norma NT 169.

Todos los tubos bandejas y tuberías serán instalados de acuerdo con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, la norma 2050 (Código Eléctrico Colombiano). La instalación debe incluir las perforaciones en muros, estructuras, bases, pisos, cajas, paneles y otros para pasar, empotrar, fijar y/o anclar las tuberías y su posterior resane y/o relleno si es aplicable; EL INTERVENTOR ó su representante aprobará según convenga las rutas de tubos y tuberías. Para los tubos con un diámetro mayor de 3/4" se usarán curvas prefabricadas y/o conduletas (caja oval).

Se debe procurar en términos generales instalar los tubos con el mínimo de cruces y/o curvas permitidos por las normas técnicas. Para la instalación de la tubería se debe contemplar perfiles metálicos ranurados, galvanizados en caliente, de 2 cm de altura y de 10 cm de largo, para el montaje de una (1) sola tubería, y de 15 cm de largo, para dos (2) tuberías. La distancia de separación entre perfil y perfil será de máximo 1.5 m. Se deben utilizar fijadores de tubería, de tipo ajustado, para instalar al perfil. Es importante aclarar que para el diseño de la red expuesta y el montaje de esta se debe contemplar el uso de cajas de paso o conduletas tipo L para cambios de dirección y salida de cables a equipos; así mismo, las conduletas tipo T se utilizarán para derivaciones y para salidas de cables a equipos.

Se debe considerar la aplicación de anticorrosivo y la respectiva capa de zinc (ejemplo: Zinc it) a las tuberías IMC después de someterlas al proceso de roscado, propio de los montajes, con el fin de garantizar que, una vez se rosca la tubería, esta no se deteriorará ni oxidará en la parte intervenida. Así mismo, las huellas dejadas en los tubos por las llaves de tubo, por las prensas y otras herramientas deben ser reparadas con tratamiento apropiado para cada tipo de tubería. Las tapas de cajas y conduletas (caja oval) deben quedar fácilmente accesibles, en exteriores preferiblemente hacia abajo y nunca obstruidas por tuberías adyacentes. El montaje de tubería debe incluir su marcación, que se hará en la salida de los tableros, entrada a cajas o accesorios y entre éstos, de forma que sea fácilmente identificable cada tubería en todo su recorrido.

Considerando que la norma 3458 del ICONTEC no hace discriminación en cuanto a los colores de identificación del sistema de tubos "conduit" de las redes

eléctricas, de telecomunicaciones y similares, se plantea el siguiente código de colores para identificar dichas redes:

<b>SISTEMA</b>	<b>COLOR</b>
Potencia	Naranja
Seguridad, Control y automatización.	Rojo
Iluminación	Verde Claro

Esta identificación debe hacerse en el recorrido de la tubería de forma que a simple vista de una pared o muro pueda observarse la señal, sin necesidad de buscar la marca. Para una buena presentación de la marca, la misma debe ser realizada mediante guías, de forma que una vez terminada se observe simétrica, recta y limpia. EL CONTRATISTA debe equipotencializar las redes metálicas instaladas con el sistema de puesta a tierra de cada instalación con cable No.10 AWG aislado, color verde y con las terminales apropiadas. Esta fijación debe ser firme, de manera que no permita el movimiento de las terminales.

Los diámetros de fabricación de esta tubería (nominal, exterior) espesor pared y peso, deben ser acordes con las normas y ANSI C 80.6.

Especificaciones de la tubería:

Material: Acero

Espesor: en mm según diámetro

El roscado tipo NPT

Longitud: 3 mts

Recubrimiento: Zinc

Acabado: Galvanizado en caliente según normas ICONTEC 2076, ICONTEC 3320 y ASTM123

Normatividad: ANSI C80.6, UL-6, NTC 105, NTC 2050

Especificaciones de perfil montaje 41mm x 41mm, ranurado 9/16pulg x 29mm:

Material: Lamina "HotRolled" doblada en frio con ranuras continuas con pestañas rígidas en su interior.

Acabado: Galvanizado en caliente según normas ICONTEC 2076, ICONTEC 3320 y ASTM123

Dimensiones:

Espesor: 2,5mm

Alto: 41 mm

Ancho: 41mm

Especificaciones de codo 90° de tubería galvanizada:

Material: Acero

Diámetro:

Recubrimiento: Zinc

Acabado: Galvanizado en caliente según normas ICONTEC 2076, ICONTEC 3320 y ASTM 123

Normatividad: ANSI C80, NTC 105, NTC 2050

Especificaciones de condeleta en L (ref II) galvanizada:

Material:

- Cuerpo: Aluminio inyectado a presión
- Tapa: Lamina de aluminio
- Tornillos: Galvanizados

Acabado: Pintura electrostática epóxicas

Diámetro: pulgada

Tipo: L

Rosca NPT para usarse con tubo tipo conduit rígido e IMC

Empaque: Proporciona hermetismo al agua.

Fabricación en base a UL514A

Especificaciones de condeleta en x (ref x) galvanizada.

Material:

- Cuerpo: Aluminio inyectado a presión
- Tapa: Lamina de aluminio
- Tornillos: Galvanizados

Acabado: Pintura electrostática epóxicas

Diámetro:

Tipo: X

Rosca NPT para usarse con tubo tipo conduit rígido e IMC

Empaque: Proporciona hermetismo al agua.

Fabricación en base a UL514A

Especificaciones de uniones para tubería galvanizada

Material: Acero

Diámetro:

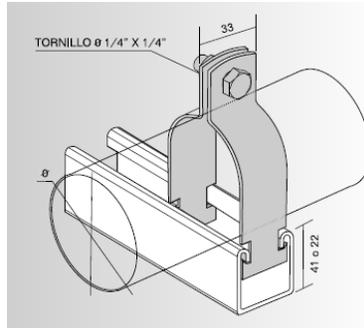
Recubrimiento: Zinc

Acabado: Galvanizado en caliente según normas ICONTEC 2076, ICONTEC 3320 y ASTM123/ASTM 153

Normatividad: ANSI C80, NTC 105, NTC 2050

Especificaciones de fijadores para tubería de 1 pulg para uso directo con perfil

Se utiliza para abrazar a tubería que se va a soportar y cuyo eje sea perpendicular al eje longitudinal del perfil, debe encajar en el perfil de montaje.



Fijadores para tubería

Material: Lamina de acero “Hot Rolled” troquelada o en platina de acero.

Acabado: Galvanizado en caliente según normas ASTM123/ASTM 153. Debe incluir tornillo.

### 3.9. TORNILLERÍA

La tornillería empleada para el ensamble de las celdas será sometida a los procesos de tropicalización o galvanizado en caliente, no se aceptará galvanizado en frío. Todos los tornillos en las terminales deberán tener arandelas en las cabezas de los tornillos y en los puntos de contacto eléctrico deberán tener arandela plana de contacto, arandela de presión (guasa) y tuerca.

### 3.10. MARCACIÓN DE INSTRUMENTOS, ELEMENTOS Y CABLES

Las celdas, instrumentos, minibreakers y lámparas de indicación deberán estar identificadas externamente mediante placas de acrílico de fondo negro y letras blancas.

**La descripción o identificación deberá ser aprobada por EL INTERVENTOR antes de su fabricación.**

Todos los elementos internos de las celdas deberán estar identificados con la misma codificación que aparece en los planos, al igual que los cables. Cuando se tengan minibreakers instalados dentro de los gabinetes deberán tener además de la codificación usada en los planos, una identificación funcional, Ej. (Alimentación control variador, etc.). Esta identificación deberá hacerse con elementos de buena calidad y durabilidad, que garanticen su permanencia en el tiempo, no se desprendan o borren, tal como los acrílicos similares al material de las placas exteriores.

### 3.11. SELECTORES DE CONTROL Y DE INSTRUMENTOS

Todos los selectores de control y de instrumentos deberán ser del tipo giratorio, para tableros, con manijas en el frente y el mecanismo de operación de los

contactos en la parte posterior de las puertas del tablero. Cada selector deberá ser suministrado con suficientes contactos y con una disposición adecuada de las levas para realizar las funciones del sistema de control particular. Los contactos de todos los selectores para control y para instrumentos deberán ser auto-alineados y deberán operar con una acción deslizante. Deberán ser suministrados con los dispositivos adecuados para mantener una presión alta sobre los contactos cerrados. Por los resortes de compresión no deberá presentarse circulación de corriente.

Las cubiertas o placas de los selectores deberán ser fácilmente removibles para inspección de los contactos. Todos los selectores de control y de instrumentos deberán ser adecuados para operación en circuitos a 600 Voltios de corriente alterna o 250 Voltios de corriente directa y deberán ser capaces de resistir satisfactoriamente una prueba de vida útil de por lo menos 10.000 operaciones con la corriente nominal circulando en los contactos del selector. Los contactos de los selectores de control y de instrumentos deberán ser capaces de conducir continuamente una corriente de por lo menos 10 amperios, sin exceder un incremento de temperatura de 30 grados centígrados. La máxima capacidad de los contactos al cierre y a la apertura por polo deberá ser de 12 y 1,2 amperios respectivamente para 600 Vac.

Los selectores deberán tener manijas con una apariencia moderna y agradable y deberán ser de color negro, a menos que se especifique otra cosa. Los selectores de control y de instrumentos deberán ser del tipo de contacto mantenido con el número de posiciones requerido para cada caso particular.

Cada selector de control y de instrumentos deberá ser suministrado con placas claramente marcadas para mostrar e identificar cada posición de operación, en español y sujetas a aprobación por EL INTERVENTOR.

En la puerta del tablero de cada variador se montaran dos (2) selectores, uno (1) de llave para bloqueo, la llave solo se podrá retirar en la posición de bloqueo del variador respectivo, y el otro para los modos de funcionamiento.

Se deben disponer en bornera, contactos auxiliares de cada selector para llevar las siguientes señales al PLC:

- Control en Local Mantenimiento.
- Control en Local Operación.
- Control en operación remota.
- Control Bloqueado.

### **3.12. PULSADORES**

Los pulsadores deberán ser empotrados en la puerta de los tableros, del tipo de contacto mantenido o momentáneo de acuerdo como sea requerido, para trabajo

pesado, aislados a 600 Vac o 250 VCD, y equipados con contactos con capacidad de corriente permanente de 10 amperios. La máxima capacidad del contacto al cierre y a la apertura por polo deberá ser 12 y 1,2 amperios respectivamente. El número y tipo de contactos deberá ser el que se requiera para las funciones particulares de control. No se aceptan los conocidos como “Línea Económica”.

### **3.13. PULSADORES PARA PAROS DE EMERGENCIA**

Los pulsadores para los paros de emergencia deberán ser suministrados e instalados con capuchón de seguridad para evitar accionamiento involuntario, con opción de candado y su respectivo candado original.

### **3.14. DISEÑO DEL SISTEMA DE APANTALLAMIENTO, PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

El apantallamiento y la malla de puesta a tierra se deben basar en una adecuada puesta a tierra de los elementos expuestos a descargas atmosféricas, cumpliendo las normas y reglamentos eléctricos nacionales y extranjeros (RETIE, IEC 61000-5-2, NTC 2050, ICONTEC, IEEE 80, NEC, NTC 4552, IEC 62305, etc.). Se reitera que el principio fundamental del apantallamiento es la protección de la vida y las estructuras contra descargas atmosféricas directas.

Se debe diseñar, suministrar todos los materiales, instalar y poner en servicio el sistema de apantallamiento y la malla de puesta a tierra (SPT), e instalar en los tableros las protecciones contra descargas atmosféricas (DPS), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior accesible a las personas, no estén sometidos a tensiones de paso, contacto o transferidas, que pongan en peligro a las mismas.

Se debe garantizar:

- Condiciones de seguridad de los seres vivos.
- Permitir que las protecciones despejen la falla.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar corrientes de falla con suficiente capacidad.
- Transmitir señales de radio frecuencia en onda media.
- Si hay varias puestas a tierra, todas deben estar interconectadas eléctricamente
- Está prohibido una sola puesta a tierra para todas las necesidades, según criterio de la norma.

La malla se construirá en el área de la caseta de tableros que es de aproximadamente 12 x 26 m se partirá mínimamente de este diseño base que consiste en una cuadrícula de 12 x 25 m con separaciones de 4 m y 12 varillas de cobre de 5/8” x 2,4 m en cable de cobre desnudo calibre mínimo 2/0.

EL CONTRATISTA después de adjudicado el proyecto, con los valores medidos en terreno debe ajustar y recalcular para cumplir con los valores de voltajes transferidos, de toque y de paso según la norma IEE80.

Una vez adjudicado el contrato, se deben presentar los cálculos del SPT, los componentes necesarios y la forma de instalación, la construcción de la malla de puesta a tierra que debe coincidir con la información de planos aprobados donde se asegure el control de los valores máximos de tensiones de paso, contacto y transferidas de la instalación. El calibre del sistema de puesta a tierra y protección será como mínimo en calibre 2/0, las varillas serán de 5/8" y 2,40 m de longitud.

Se debe cumplir que si una parte conductora que conforma el SPT está a menos de 1,8 m de una bajante de pararrayos, debe ser unida a ella.

El conductor utilizado en SPT debe ser continuo, sin interruptores o medios de desconexión y los empalmes deben ser con soldadura exotérmica, también, se cumple esto cuando hay que empalmar los conductores con los electrodos, éstos últimos deben quedar enterrados en su totalidad.

Se deben conectar a la malla de puesta a tierra, las celdas de medida, seccionador, transformador, los tableros de la transferencia, servicios auxiliares, los tableros de los variadores, las bombas la planta diésel, las bandejas portacables, las puertas, ventanas y en general todos los elementos metálicos, utilizando para cada caso una cola de cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG, soldado con soldadura exotérmica y con borna terminal de compresión electro estañada calibre No. 1/0.

En el caso del edificio se tiene la protección contra rayos basado en el modelo electro geométrico con el método de la esfera rodante, NTC 4552 IEC 62305.

Para el diseño base del apantallamiento se partirá mínimamente de este diseño en el que se tomara el área del lote donde se construirá la EBAR 70x40 m aproximadamente, y se tendrán mínimo 4 postes de concreto de 12 m, en la parte superior de cada uno se instalara un tubo IMC de 3 m asegurado con cinta de acero inox y con una punta franklin, se tendrá un bajante en cada poste con la respectiva varilla de cobre de 5/8"X 2,4 m y se hará la equipotencialización de las cuatro puntas en la parte superior con cable, el cual puede ser de aluminio o similar, con los valores medidos en terreno se debe ajustar (por las labores de remoción de tierra a la que se someterá el terreno para la construcción) para cumplir con los valores con la norma IEC 62305, y realizar los ajustes si es del caso.

Deberán entregarse colas para todos los tableros y celdas en igual calibre.

Se deberán construir cajas de inspección de 0,3 m de lado con tapa, para la posterior revisión y medida de resistencia de puesta a tierra.

Efectuar uniones con soldadura exotérmica cable-cable y cable-varilla con los moldes y carga fundente de acuerdo con los tipos de conexión y el calibre de los cables, teniendo en cuenta las especificaciones de la siguiente tabla.

Carga fundente para uniones con soldadura exotérmica

Elementos a unir	Tipo de unión	Carga fundente [g]
Cable No. 2/0 AWG – Cable No. 2/0 AWG	“T” Horizontal	150
Cable No. 2/0 AWG – Cable No. 2/0 AWG	Paralelo horizontal	150
Cable No. 1/0 AWG – Varilla de 5/8”	Cable pasante a varilla 5/8”	150

### 3.14.1. Dispositivos para sobre tensiones

Dispositivos de protección contra sobretensiones Clase A, B y C, 80 kA por fase a 460 voltios, conexión en estrella 3 FASES 4 HILOS, inmersos en resina de disipación, unidad compacta (no modulares), tiempo de respuesta <1 nanosegundo, con fusibles térmicos, fusibles de sobrecorriente encapsulados en la resina y encapsulamiento NEMA 4, que irán instalados en paralelo con el interruptor automático totalizador respectivo, por intermedio de un elemento de desconexión y maniobra conformado por un interruptor termomagnético (que actúa como elemento de maniobra para conexión y desconexión) con una capacidad de ruptura igual o mayor a la corriente de cortocircuito en el punto de instalación, de acuerdo al diagrama unifilar. Estos dispositivos serán compactos, integrados (no modulares) y deberán cumplir con la norma UL1449 3ª Edición, deben tener contactos libres de potencial para indicar su estado el cual se cableara al PLC, tendrán mínimo 5 años de garantía sin restricciones con cambio gratuito de la unidad y certificación de conformidad vigente, expedido por una entidad autorizada para el territorio Colombiano.

Los DPS se instalaran mínimo en:

El tablero general de 460 V.

El tablero general de 220 V.

En el tablero de cada Variador de velocidad.

Se deberá instalar un juego supresor de transitorios en media tensión en la celda al lado del primario del transformador, 12 KV, 10KA.

### 3.14.2. Relés de interfaz

Los relés deben ser aptos para montaje en riel DIN, según IEC 60715. Deberán garantizar el aislamiento galvánico entre el controlador y las señales que van hacia campo o proceso.

Deben ser de empleo universal, compuestos por borne de base y relés de estado sólido enchufable. Los relés deben ser de construcción estrecha, con conexión tipo "push in" y aptos para la utilización de puentes enchufables funcionales. Deben contar con led de indicación de activación. El diseño y fabricación de los opto acopladores deben cumplir con la IEC 60664, IEC 60255 y EN 50178.

Como mínimo, debe cumplir con las siguientes características:

Características técnicas de entrada:

Tensión nominal de entrada UN:	24 V DC
Corriente nominal de entrada a UIN:	9 mA
Tiempo de reacción típico:	5 ms
Tiempo típico de apertura:	8 ms
Indicación de la tensión de servicio:	Sí
Circuito de protección:	Contra inversión de polaridad Diodo contra inv. de polaridad
Circuito de protección:	Diodo de rueda libre
Tipo de contacto:	Contacto simple, 1 contacto conmutable.
Material del contacto:	AgSnO
Tensión de conmutación máxima:	250 V AC/DC
Tensión mínima de activación:	5 V (para 100 mA)
Corriente de conexión máxima:	(Bajo demanda)
Corriente de conmutación mínima:	10 mA (para 12 V)
Corriente constante límite:	6 A
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	140 W (con 24 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	20 W (Con 48 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	18 W (Con 60 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	23 W (Con 110 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	40 W (Con 220 V DC)
Potencia de ruptura (carga óhmica) máxima:	1500 VA (Para 250 V AC)

Datos generales:

Anchura:	6,2 mm
Altura:	80 mm
Profundidad:	94 mm
Tensión de prueba Bobina de relé/contacto de relé:	4 kV AC (50 Hz, 1 min)
Temperatura ambiente (servicio):	10 °C hasta 50 °C
Modo operativo:	Tiempo de trabajo 100%
Vida útil mecánica:	Mínimo 2 x 10 <sup>7</sup> periodicidades de cambio de estado
Clase de combustibilidad según UL 94:	V0
Grado de polución:	3
Categoría de sobretensiones:	III
Posición para el montaje:	Discrecional
Indicaciones de montaje:	Alineables sin separación

EL CONTRATISTA deberá suministrar una protección por cada señal de salida digital

### 3.14.3. Opto acopladores

Los opto acopladores deben ser aptos para montaje en riel DIN, según IEC 60715. Deberán garantizar el aislamiento galvánico entre el controlador y las señales provenientes de campo o del proceso. Deben ser de empleo universal, compuestos por borne de base y opto acopladores de estado sólido enchufable. Los opto acopladores deben ser de construcción estrecha, con conexión tipo "push in" y aptos para la utilización de puentes enchufables funcionales. Deben contar con led de indicación de activación. El diseño y fabricación de los opto acopladores deben cumplir con la IEC 60664, IEC 62103 y EN 50178.

Como mínimo, debe cumplir con las siguientes características:

Características técnicas de entrada:

Tensión nominal de entrada (U <sub>N</sub> ):	24VDC
Margen de tensión de entrada referido a U <sub>N</sub> :	0.8 a 1.2
Nivel de conmutación Señal "0" referido U <sub>N</sub> :	0,4
Nivel de conmutación Señal "1":	0,8
Corriente de entrada típica a para U <sub>N</sub> :	8,5 mA
Tiempo de conexión típico:	20 μs (Con U <sub>N</sub> )
Tiempo de desconexión típico:	300 μs (Con U <sub>N</sub> )
Indicación de la tensión de servicio:	LED amarillo
Denominación de la protección:	Protección Contra inversión de polaridad
Tipo de protección:	Diodo de rueda libre
Circuito de protección/componente de protección:	Diodo contra inversión de polaridad

Características técnicas de salida:

Frecuencia de transmisión:	300 Hz
Gama de tensión de salida:	3 VDC a 48 V DC
Corriente constante límite:	100 mA
Denominación de la protección:	Protección Contra inversión de polaridad
Tipo de protección:	Diodo de rueda libre
Circuito de protección/componente de protección:	Diodo contra inversión de polaridad
Caída de tensión con corriente constante límite máxima:	Menor o igual a 1 V
Circuito de salida:	2 conductores sin masa

Características técnicas generales

Anchura:	6,2 mm (+/- 1mm)
Altura:	80 mm (+/- 1mm)
Profundidad:	94 mm (+/- 1mm)
Tensión de prueba Entrada/salida:	2,5 kV (50 Hz, 1 min)
Temperatura ambiente (servicio):	10 °C a 50 °C

Posición para el montaje:	Discrecional
Indicaciones de montaje:	Alineables sin separación
Modo operativo:	Tiempo de trabajo 100%
Clase de combustibilidad según UL 94:	V0
Grado de polución:	2

EL CONTRATISTA deberá suministrar una protección por cada señal de entrada digital

#### **3.14.4. Protección para el bus de campo**

El bus de campo será del tipo RS-485 bajo protocolo modbus RTU estándar definido por modbus.org, la interfaz RS-485 opera bajo la tecnología TTL, el sistema deberá contar con una protección contra transientes de tensión en la celda de control con los requisitos listados a continuación.

- La corriente total de pico (8/20 micro-segundos) será como mínimo de 20 KA.
- Deberá proteger entre línea – línea y línea tierra.
- La tensión nominal será de 5 Vdc y podrá operar a una tensión continua de 5.2 Vdc.
- La corriente nominal no podrá ser inferior a 450 mA
- La atenuación de la señal de entrada no podrá exceder los 0.2 decibeles a una frecuencia máxima de 5 MHz.
- La resistencia en serie no podrá exceder los 2.5 ohmios.
- Deberá cumplir con lo especificado en el estándar IEC 61643-21.
- Deberá ofrecer una capacitancia típica núcleo – núcleo de 30 pF +/- 5%.
- Deberá estar diseñado para montaje en riel DIN.

#### **3.14.5. Protección para las señales analógicas de 4 a 20 mA**

Las señales de entrada analógicas serán del tipo 4 a 20 mA activas o pasivas con tensiones nominales de operación de 24 Vdc y máximas de 30 Vdc, se deberá contar con protección contra transientes de tensión en la celda de control.

Cómo mínimo, deben cumplir con los requisitos listados a continuación.

- La corriente total de pico (8/20 micro-segundos) será como mínimo de 10 KA.
- Deberá proteger entre línea – línea y línea tierra.
- La tensión nominal será de 24 Vdc y podrá operar a una tensión continua de 30 Vdc.
- La corriente nominal no podrá ser inferior a 300 mA
- La atenuación de la señal de entrada no podrá exceder los 0.6 decibeles a una frecuencia máxima de 400 Hz.
- La resistencia en serie no podrá exceder los 3.7 ohmios.

- Deberá cumplir con lo especificado en el estándar IEC 61643-21.
- Deberá ofrecer una capacitancia típica núcleo – núcleo de 4 nF +/- 5%.
- Deberá estar diseñado para montaje en riel DIN.
- Deberá ser tipo bornera de doble nivel con punto común a tierra en la base y tierra aislada.
- Deberá montarse en conjunto con una bornera seccionable tipo fusible (para fusible de vidrio tipo rápido de 250 mA, 20 mm) de doble nivel que asegure la apertura del circuito por un transiente prolongado o por la falla de la protección.

### **3.14.6. Protección para los circuitos en corriente alterna y corriente continua**

Las protecciones para el sistema de control tanto en corriente alterna como en corriente continua serán del tipo interruptores magneto térmicos y deberán cumplir con los requisitos listados a continuación.

Deberá ser apto para operar en redes de corriente alterna y corriente continua.

Su unidad de control deberá ser del tipo magneto térmica.

Su poder de corte será como mínimo de 50 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 – para un nivel de tensión de 220 a 240 V AC y una frecuencia de 50/60 Hz.

En corriente continua su poder de corte será de mínimo 10 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 para un nivel de tensión de 72 vcc y de 15 kA Icu de acuerdo con IEC 60947-2 para un nivel de tensión de 12 a 60 Vcc.

Deberá cumplir con la categoría de utilización A de acuerdo con IEC 60947-2.

La tensión asignada de aislamiento no podrá ser inferior a 500 Vac 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2.

La tensión asignada de impulso no podrá ser inferior a 6 Kv de acuerdo con EN 60947-2.

Tendrá como mínimo una endurance mecánica de 20000 ciclos y una endurance eléctrica mínima de 10000 ciclos.

Deberá tener indicación de estado cerrado mediante señalización mecánica.

Deberá ser apto para montaje en riel y deberá ser apto para ser bloqueado mecánicamente mediante dispositivos diseñados para este fin.

Deberá ofrecer la opción de ser equipado con accesorios plenamente compatibles para indicar el estado de apertura y/o de falla mediante contactos libres de potencial.

Deberán presentar certificado de conformidad RETIE.

Deberá ser apto para su acople mediante barras aisladas tipo bus que eviten la necesidad del uso de cables, las barras tipo bus o busbar deberán ser compatibles con el interruptor y deberán ser de la misma marca de éste para garantizar su integración.

El calibre de las protecciones y sus curvas de disparo se deberán seleccionar de acuerdo a los criterios de la norma IEC 60947-2 y siguiendo el criterio de selectividad total de tipo Amperimétrica.

- CURVA B. Se utiliza para la protección de cargas resistivas, conductores de gran longitud, equipo electrónico (PLC's, HMI, suiches de red, motores de polos sombreados) y demás cargas cuya corriente de inserción no supere  $5I_n$ .
- CURVA C. Se utiliza para la protección de conductores, alimentación de motores, cargas mixtas, lámparas con reactor y demás equipos con corrientes de inserción media que no supere  $10I_n$ .
- CURVA D. su uso se especifica para cargas con elevada corriente de inserción tales como transformadores, capacitores y demás cargas con picos de corriente hasta  $20I_n$ .

### **3.15. ACOMETIDA PRINCIPAL Y ALIMENTADORES A LOS MOTORES DE CADA GRUPO**

Se debe hacer el suministro instalación y puesta en servicio de las todas las acometidas del proyecto, tales como: La primaria hasta el transformador de potencia del bombeo; la alimentación primaria de la EBAR la Yuquita, se conectará desde un sistema trifásico en el nivel de media tensión de 13.200Vac, desde el poste de alimentación **mostrado en la visita técnica**, hasta la caseta del bombeo en las celdas de medida, seccionador bajo carga y transformador de potencia.

EL CONTRATISTA hará el diseño de redes y los trámites de legalización para lo cual, deberá ser radicado y gestionado como proyecto en LAS EMPRESAS, las normas utilizadas serán las que rigen en estas, la NTC2050, el RETIE, etc.

La acometida desde el poste de entrada al bombeo deberá pasar por caja según norma RS3-005 y se tendrá en cuenta el suministro de todos los componentes necesarios para alimentar el bombeo en el nivel de media tensión 13.200V, estos son: vestida de poste terminal de acuerdo con la norma EPM RA2-033, que incluye: Pararrayos, las cajas primarias, fusibles, puntas terminales para 15 KV externas e internas que pueden ser premoldeadas, preensanchadas o encogibles en frío con sus respectivas bornas, el cable del tipo 1/0 XLPE al 133% 15 KV,

bajante TMG 4" pesada con boquilla galvanizada, la caja de registro con norma y todos aquellos elementos normalizados que sean necesarios para la puesta en servicio.

Se deberá suministrar los nueve (9) alimentadores secundarios, una por cada grupo motor-bomba en cable No. 2 AWG, 600 V, THNN, las cuales salen de sus respectivos variadores con el cable debidamente calculado (# de cables adecuados por fase) y con las terminales del tipo 3M, las que llegan a una caja eléctrica en acero inoxidable para conectar a barras en cobre electrolítico electro plateado y recubierto con termo encogible de la capacidad apropiada y con pantalla en policarbonato para evitar el contacto accidental; los anteriores elementos deberán ser suministrados por EL CONTRATISTA y deberán ser de la mejor calidad.

Se deberá suministrar nueve (9) cajas eléctricas en acero inoxidable para conectar a barras en cobre electrolítico electro plateado y recubierto con termo encogible de la capacidad apropiada y con pantalla en policarbonato, para la potencia del motor.

Se deberá suministrar nueve (9) cajas eléctricas en acero inoxidable para conectar, para las señales de instrumentación de cada grupo.

### **3.16. INTERRUPTORES DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN**

Los Interruptores de potencia principales de la transferencia, deberán ser del tipo, automáticos en aire, abiertos y de aplicación extraíble, de operación manual y eléctrica de pulsador de apertura y de pulsador de cierre, con motor de carga de resorte, con testigo de resorte cargado o descargado y testigo de la posición de los contactos principales, con una (1) unidad de protección tipo electrónica, protecciones instantánea de corto y largo tiempo, ajustables, y con todos los accesorios requeridos para el proyecto.

Los interruptores de potencia para los circuitos de distribución eléctrica y protección de las cargas, iguales o menores a 500 A, deberán ser del tipo caja moldeada con mando rotativo prolongado y tener las unidades de disparo instantáneas, de corto y largo tiempo, ajustable. El ajuste por sobrecarga deberá ser acorde con los valores indicados.

También, los interruptores de potencia con una capacidad inferior a 250 A, deberán contar con una protección del tipo termomagnética y ajustable.

La capacidad de corriente de corto circuito mínima será de 25 kA.

Los interruptores de potencia, deberán ser del tipo limitador de corriente de cortocircuito de alta velocidad. El fabricante de los interruptores de potencia deberá garantizar que ante un cortocircuito de una magnitud igual o superior a la indicada en el diagrama unifilar, los interruptores estén en capacidad de limitar la

energía pasante a un valor tal que la acometida y las cargas asociadas no sufran ningún daño.

Los interruptores de potencia deberán ser libres de mantenimiento en sus partes vivas.

El mecanismo de operación de los interruptores de potencia deberá proporcionar cierre y apertura rápida, de tal forma que se obtenga una acción rápida con un mínimo establecimiento de arco eléctrico. El mecanismo de disparo deberá ser de tipo libre, de tal forma que el interruptor pueda abrir por disparo bajo condiciones de cortocircuito o sobrecarga.

Los interruptores de potencia deben incluir los respectivos cubre bornes y tapas separadores de fase dieléctricos y/o sus respectivos frentes muertos en lámina metálica o policarbonato.

### 3.17. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

El transformador seco (TS) para servicios auxiliares requerido en la EBAR, tendrá una potencia mínima registrada en datos de placa de 30 KVA a 460/208/120 VAC.

El TS será construido con materiales nuevos y de primera calidad y deberá tener certificación ISO de ICONTEC.

El TS se deberá construir y ajustar en fábrica, se someterá a las pruebas rutinarias del fabricante según norma NTC, se verificará el funcionamiento eléctrico y mecánico.

#### 3.17.1. Normas

El TS deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas:

MME Colombia	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE
ICONTEC	Transformadores – Compendio Volúmenes 1 y 2
IEC 60076	Power transformers
ANSI C76.2/IEEE	<i>IEEE Standard for Electrical, Dimensional, and Related Std. 24</i>
IEC 60726	<i>Dry-type power transformers</i>
IEC 529	<i>Testing of protection against direct contact</i>
ANSI/NEMA TR-1	<i>Commercial, Institutional and Industrial Dry-type Transformers</i>
ANSI C-57.12.91	<i>Test code for Dry-Type Distribution,</i>

	<i>Power and Regulating</i>
NTC	NTC 3445
NTC	NTC 3654
INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL COMISIÓN	IEC-905

### 3.17.2. Construcción

El TS deberá ser diseñado y construido según las características técnicas que a continuación se describen:

- ✓ Los devanados primario y secundario deberán ser fabricados en cobre electrolítico de alta conductividad, nuevos y de primera calidad.
- ✓ La impregnación de las bobinas con barniz dieléctrico, clase H o superior, deberá ser realizado por un procedimiento al vacío.
- ✓ El núcleo magnético deberá ser fabricado con materiales que garanticen bajas pérdidas, las láminas no deberán presentar rebabas y el armado en general será bien ajustado; también, las estructuras deberán soportar todos los esfuerzos de transporte e izaje sin desajustarse.
- ✓ La potencia del TS será mínimo de 30 KVA, trifásico a frecuencia de 60 Hz, Tipo seco, refrigeración Natural, de servicio continuo y de montaje interior.
- ✓ El voltaje de alta será 460 V en Delta y Taps 2.2.5% y en baja tensión 208/120 VAC estrella con neutro accesible. Los terminales de Alta y baja tensión serán en barras de cobre, soportados en aisladores epóxicos, deberán tener perforaciones adecuadas para poder conectar los cables.
- ✓ El TS deberá tener un diseño que garantice un bajo nivel de ruido máximo de 45 Db a 2m.
- ✓ El TS deberá suministrarse con una placa de datos característico sin omitir detalles técnicos importantes y ubicada en un lugar visible. Se deberá entregar una placa similar adicional, que deberá ser instalada en la puerta del gabinete que lo contiene.
- ✓ El TS deberá ser del tipo ahorrador.

En cuanto al montaje del TS, tiene el siguiente alcance:

- ✓ Transporte y localización.
- ✓ Montaje, instalación, alineación y anclaje, incluyendo los accesorios requeridos para esta actividad.
- ✓ Conexiones en el lado primario y secundario.
- ✓ Pruebas de puesta en servicio.

El montaje y las pruebas se desarrollarán de acuerdo con las recomendaciones dadas por el Fabricante de los transformadores de potencia y las recomendaciones de las normas mencionadas.

El fabricante debe informar con 30 días de anticipación la realización de las pruebas en fábrica a EL INTERVENTOR, y esta decidirá si envía algún funcionario para presenciar las pruebas.

### **3.18. TRANSFORMADOR SECO DE POTENCIA**

El transformador seco con bobinas encapsuladas en resina (TS) de potencia requerido para la EBAR, tendrá una potencia mínima registrada en datos de placa de 450 KVA a 13200 /460/266 Vac y factor  $\leq K9$ , EL CONTRATISTA hará los trámites respectivos ante el OPERADOR DE RED para legalizar su instalación.

El TS será construido con materiales nuevos y de primera calidad y deberá tener certificación ISO de ICONTEC

El TS se deberá construir y ajustar en fábrica, someterse a las pruebas rutinarias del fabricante según norma NTC, para verificar el funcionamiento eléctrico y mecánico.

EL CONTRATISTA entregará el resultado del protocolo de las pruebas.

#### **3.18.1. Normas**

El TS deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las siguientes normas para materiales, diseño y pruebas:

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS	NTC 3445
NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS	NTC 3654
INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL COMISIÓN	IEC-905

#### **3.18.2. Construcción**

El TS deberá ser diseñado y construido según las características técnicas que a continuación se describen:

Los devanados primario y secundario deberán ser fabricados en cobre electrolítico de alta conductividad, nuevos y de primera calidad.

La impregnación de las bobinas con barniz dieléctrico, clase H o superior, deberá ser realizado por un procedimiento al vacío.

El TS deberá ser suministrado con dos (2) sensores de temperatura del tipo PT-100 por cada bobina y cableadas a bornera.

El TS debe ser suministrado con un (1) termómetro de indicación digital para recibir los tres (3) sensores PT100 de cada fase, con cuatro (4) contactos secos: dos (2) para alarma y dos (2) para disparo; estos se cablearan al PLC, con puerto de comunicación Modbus RTU para conexión en bus de campo con un PLC y será para instalar a ras de la celda del transformador.

El núcleo magnético deberá ser fabricado con materiales que garanticen bajas pérdidas, las láminas no deberán presentar rebabas y el armado en general será bien ajustado, también, las estructuras deberán soportar todos los esfuerzos de transporte e izaje sin desajustarse.

La potencia del TS será mínimo de 450 KVA, trifásico a frecuencia de 60 Hz, Tipo seco embebido en resina, refrigeración natural, de servicio continuo y de montaje interior.

El voltaje de alta será 13200 V con un BIL mínimo de 60 KV en Delta y Taps  $\pm 2 \times 2.5\%$  y en baja tensión, bajo carga, será 460 V estrella con neutro accesible. Los terminales de alta y baja tensión serán en barras de cobre, soportados en aisladores epóxicos, deberán tener perforaciones adecuadas para poder conectar los cables.

El TS deberá tener un diseño que garantice un bajo nivel de ruido máximo de 55 Decibeles (Db.).

El factor K para cargas con armónicos debe ser mínimo de  $\geq 9$ .

El TS deberá suministrarse con una placa de datos característica, sin omitir detalles técnicos importantes, y ubicada en un lugar visible. Se deberá entregar una placa similar adicional, que deberá ser instalada en la puerta del gabinete que lo contiene.

El Transformador Seco deberá ser del tipo ahorrador.

**Se sugiere el transformador de referencia SUNTEC, el cual cumple con las condiciones anteriormente exigidas.**

### **3.19. PLANTA DIÉSEL 300 KW**

Se requiere el suministro transporte, instalación y puesta en marcha de una planta diésel, totalmente ensamblada, con capacidad de 300 KW en servicio PERMANENTE con todos los accesorios estándar. Todo el conjunto se soporta sobre su correspondiente base - tanque metálico.

#### **3.19.1. Motor Diésel**

Motor de 6 cilindros, relaciones de compresión entre 17.5:1 y 18:1, de aspiración Turbo cargada, refrigeración por agua en circuito cerrado, sistema de precalentamiento incluido, gobernador tipo mecánico o electrónico, sistema de lubricación forzada por bomba de engranajes, sistema de admisión de aire turboalimentada y filtro tipo seco, sistema de inyección directa o indirecta a la cámara, con bomba de inyección lineal o rotativa, sistema de arranque de 24 voltios con alternador para carga de baterías y cargador de baterías incluido, con silenciador tipo residencial y acople flexible, potencia mínima de 300 kW a 1800 rpm, 100 msnm, 60 hz, con tanque de combustible de 1m<sup>3</sup> como mínimo consumo máximo o 18 horas de funcionamiento al 100 % de la carga.

### **3.19.2. Generador**

Generador trifásico a 460 Voltios a 1800 rpm para servicio stand by, Reconectable, tipo sincrónico sin escobillas, con regulador automático de voltaje y con regulación de voltaje entre vacío y plena carga +/-05%, 0.8 de factor de potencia, 4 polos y auto excitado, aislamiento clase H con barniz tropicalizado, 4 hilos con neutro sólidamente aterrizado a la coraza del generador, acople a motor directo sobre monocojinete.

### **3.19.3. Sistema Eléctrico**

- Sistema de 12 voltios con alternador cargador de batería.
- Motor de arranque tipo axial.
- Batería de alta capacidad libres de mantenimiento.
- Soporte para batería montado en la base de la máquina.
- Cables de interconexión para trabajo pesado con terminales
- Incluye cargador de batería.

### **3.19.4. Montaje**

- Conjunto Motor-Radiador-Generador-Tablero de Control montado en una base de acero para trabajo pesado.
- Aisladores de vibración entre el Motor/Generador y la base.
- Guardas de protección para el ventilador y mandos del ventilador y alternador de carga de batería.
- Guarda de protección del radiador.

### **3.19.5. Cabina**

Ensamblada de fábrica con protección de ruido menor de 60 db a 7 mt al 100% de la carga. Cabina para trabajo pesado a la intemperie con puertas embutidas y bloqueables.

### **3.19.6. Tablero de control**

Con puertos de comunicación remota de protección IP 65, posibilidad de selector de ejercitación manual y automática programable, señales de auto diagnóstico para vía remoto. Indicación de kW, kVA, kVAR, indicación de factor de potencia, indicación de rpm, temperatura, frecuencia, voltaje, horas de operación, presión de aceite, carga de baterías, luz indicadora de alarma y selector de fases.

Alarmas de protección por bajo/alto voltaje, sobre corriente, alto/baja frecuencia, sobrevelocidad, alto/bajo voltaje batería, bajo/alto voltaje acometida, falla generador, falla comunicación.

Parada de emergencia manual y automática por sobrevelocidad, sobre arranqué, bajo nivel refrigerante, baja presión de aceite lubricante, alta temperatura refrigerante.

### **3.19.7. Transferencia eléctrica en baja tensión**

Transferencia con módulo de control automático, con sensado del estado de la planta con tablero independiente de trabajo pesado, autónoma en el encendido por detección de ausencia del circuito de la red, transferencia de la carga de acuerdo a la necesidad, apagado automático de la planta, sensado de red trifásica o bifásica, con capacidad de permitir la calibración de la carga de 4 a 120 segundos, calibración de la carga de la red de 4 a 120 segundos, posibilidad de conmutación con dos cargas distintas de la red, con comunicación Modbus RTU.

Barrajes de carga en platinas de cobre o superior con capacidad de soportar la intensidad nominal de la transferencia y con una intensidad de 1000 amperios por pulgada cuadrada o superior, voltaje de 600 VAC, tensión de operación a 460 Voltios, Amperaje igual al requerido de la planta, con señalización de normal cerrado, señalización de planta cerrado, señalización de operación de la planta, señalización de voltajes, y sistema de prueba.

Los Interruptores de potencia, deberán ser del tipo, automáticos en aire, abiertos y de aplicación extraíble, de operación manual y eléctrica de pulsador de apertura y de pulsador de cierre, con motor de carga de resorte, con testigo de resorte cargado o descargado y testigo de la posición de los contactos principales, con una (1) unidad de protección tipo electrónica, protecciones instantánea y de corto y largo tiempo, ajustables, y con todos los accesorios requeridos para el proyecto

**Esta transferencia se podrá integrar a la celda general de interruptores de 460 V.**

### **3.19.8. Tanque de combustible**

Tanque vertical en lámina de acero inoxidable, con capacidad de 100 galones o 18 horas de autonomía de funcionamiento, con mirilla de indicación de nivel, válvula

de drenaje y tapa de llenado, filtro de combustible tipo racor o similar con drenaje de condensado. Con información de estado, que serán cableados al PLC.

### **3.20. ESPECIFICACIONES DE LOS VARIADORES Y SUS COMPONENTES**

Los variadores de frecuencia de alta gama para trabajo pesado (HD) requeridos tendrán una potencia mínima registrada en los datos de placa de 60 HP, 91 Amp cada uno a voltaje nominal de 460 Vac y el bus de DC deberá ser accesible en barras.

Se debe suministrar una licencia de software para el PC con carta de autorización para utilizarlo con sus respectivas actualizaciones, que corra bajo Windows XP y Windows 7; para bajar información, configurar o parametrizar el Variador. Igualmente se deben entregar los cables para puerto USB y accesorios necesarios para la comunicación entre ambos.

Los VF operarán bajo el principio de modulación del ancho del pulso (Pulse Width Modulation – PWM) y consistirán de una etapa de rectificación, una de interconexión en corriente continua y una etapa de inversión con salida de frecuencia y voltaje variables.

Se deberán suministrar los filtros de armónicos en el lado de la red.

El inversor utilizará semiconductores controlados para producir corriente alterna con ondas sinusoidales. Deberá incluir los filtros y supresores de voltaje necesarios para limitar los armónicos de salida y limitar transientes con valores  $dv/dt$  altos que puedan causar problemas en los cables y en los motores.

#### **3.20.1. Funciones**

Las principales funciones de los Variadores de Frecuencia serán:

- Arranque y ajuste de velocidad.
- Frenado dinámico.
- Ahorro energético.
- Protección motor y del variador.
- Preselección de velocidades.
- Limitación automática del tiempo de marcha a pequeñas velocidades.

A continuación se describen las características técnicas básicas:

- Capacidad de sobrecarga del 150% por 60 segundos, 200% pico en trabajo pesado, 110% por 60 segundos, 150% pico en trabajo normal.
- Torque de arranque:150% a 0.5 HZ (V/f), con lazo abierto y con lazo cerrado 0.3 HZ
- Frecuencia de salida desde 0.01 hasta 300 Hz para trabajo pesado y hasta 400 HZ trabajo normal

- Regulación de velocidad: 2-3 % (V/f)
- Inyección de corriente directa para arranque y parada ajustable y límite de corriente.
- Función de precalentamiento del motor.
- Aceleración y desaceleración ajustable entre 0.1 a 6.000 segundos.
- Control de velocidad en relación 40:1 resolución de frecuencia de 0.06 Hz.
- Auto arranque luego de una pérdida de tensión o después de falla, programable.
- Detección de pérdida de señal de retroalimentación.
- Detección de pérdida de comunicación.
- Monitoreo de funciones en pantalla programable, con teclado.
- Función de hibernación.
- Auto tuning dinámico y estático
- Eficiencia de 0.98 en cualquier carga.
- Terminales desmontables de control.
- Software estándar PID.
- Software estándar para ahorro de energía.
- Bajo nivel de ruido en la línea.
- Pantalla con posibilidades de lectura de las RPM o porcentaje.
- Capacidad de cambios de parámetros y de monitoreo con el equipo en marcha.
- Medición de tiempo de trabajo transcurrido.
- Memoria para almacenar fallas.
- Posibilidad de fijación de cuatro (4) curvas para arranque suave y parada del motor.
- Detección de pérdida de fase a la entrada y salida del VF.
- Protección contra corto circuito Fase/Fase Fase/Tierra.
- Protección sobre corriente, sobre tensión, Sobre temperatura.
- Software de programación.
- Cable requerido para la programación por medio de PC.
- Entradas análogas -10 a + 10 Vdc ó 420 mA.
- Salida análoga -10 a +10 Vdc ó 420 mA.
- Ocho (8) entradas digitales programables.
- Puerto de comunicaciones RS 485.
- Comunicación Modbus RTU.

### 3.20.2. Supervisión, control y diagnóstico

El control local de los **VF** estará localizado en el panel frontal y tendrá una pantalla digital y teclado tipo industrial, mediante los cuales se podrá programar la operación de los **VF** y observar todos los parámetros de operación; corriente y voltaje de entrada y salida en cada fase, frecuencia, potencia, contador de energía, contador de tiempo de operación, operación de los dispositivos de protección, etc. El sistema también hará un seguimiento continuo y completo de las funciones del **VF** y reportará cualquier anomalía. Los mensajes serán en

lenguaje común y no mediante códigos. El sistema de control y diagnóstico será auto - suficientes y no requerirán equipos externos para su programación y diagnóstico. Los **VF** deberán operar continuamente con una caída de voltaje momentánea (Sag) del 30% del valor nominal a la entrada del variador de frecuencia y también deberá operar continuamente ante la ausencia total de alimentación por un tiempo no superior a cinco ciclos.

Los **VF** deberán tener la opción de reiniciarse automáticamente luego de la pérdida de la energía de alimentación: el tiempo de reinicio será programable, así como las condiciones bajo las cuales se permite un reinicio automático.

### **3.20.3. Protecciones**

Los VF deben incluir las siguientes alarmas y funciones de protección digital, programables a través del módulo de control:

- Protección y disparo por sobre corriente de tiempo inverso.
- Protección y disparo por sobre corriente instantánea.
- Protección y disparo por baja carga, con tiempo de retardo graduable.
- Protección y disparo por bajo voltaje y por pérdida de voltaje en cualquier fase.
- Protección y disparo por sobre voltaje.
- Protección y disparo por sobre velocidad.
- Alarma de falla a tierra.

Protección, alarma y disparo por sobre temperatura de la unidad de potencia de los VF. Una vez detectada una condición de sobre temperatura, los variadores darán una alarma y reducirán automáticamente la velocidad y la carga para mantener la continuidad del proceso. Si la condición de sobre temperatura permanece más allá del tiempo programado, los VF se dispararán por condición de sobre temperatura.

### **3.20.4. Comunicaciones**

Los variadores de velocidad deben soportar la comunicación con un PLC con el protocolo Modbus RTU utilizando la interfaz RS 485 y/o 422 y con el CCA mediante Ethernet protocolo TCP/IP, a través de tarjetas internas, no se admiten convertidores ni similares externos.

### **3.20.5. Reactancia de línea**

Los VF necesariamente serán suministrados con sus reactancias de línea (RL), las cuales serán las correctamente dimensionadas para la potencia requerida de 150 HP y 460 VAC 208 A, estas se deberán incluir en la cotización como un accesorio necesario de la oferta.

Las reactancias deben ayudar a mantener los equipos trabajando por tiempo prolongado, mejorando el factor de potencia de la red, absorbiendo los disturbios que causa la red de energía y evitando disparos o daños en el variador de frecuencia. Con las RL se busca extender la vida del transistor de potencia del VF, disminuir los armónicos de corriente y frecuencia causados por el variador y asegurar el funcionamiento óptimo de la máquina, previniendo que los armónicos se devuelvan a la línea de energía.

Las terminales de las reactancias deberán estar diseñadas para soportar todo el paso de la corriente.

Las reactancias deberán estar recubiertas por un material epóxico que adicional al aislamiento, también, permita reducir al mínimo el ruido audible.

En la reactancia del 5% de impedancia suministrada se deberá asegurar que haya una caída de tensión máxima del 5% a plena carga.

### 3.20.6. Carro Extracción

Se suministrará un carrito adaptable a la altura de los variadores para el montaje y desmontaje de estos, en sus correspondientes estructuras. Dicho funcionamiento de operación del carro, permitirá que el sistema de variadores sea extraíble, dicho sistema de extracción debe ser aprobado por EL INTERVENTOR.

### 3.20.7. Características técnicas garantizadas de los variadores de velocidad

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
1	Potencia	150 HP Heavy Duty
2	Voltaje	3F. 460 VAC 50 / 60 Hz -15% + 10%
3	Corriente	180 Amperios Nominales HD y 208 Amperios Nominales ND.
4	Control	Programable Vectorial – Escalar
5	Torque de Arranque:	150 % a 3 HZ (V/f) con lazo abierto
		Con lazo cerrado 0.3 Hz
6	Capacidad de sobrecarga:	150% por 60 segundos en HD
		200% pico en trabajo pesado
		120% por 60 segundos en ND
		150% pico en trabajo normal
7	Frecuencia de salida:	0.01 hasta 300 Hz para trabajo pesado
		y hasta 400 HZ para trabajo normal

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
8	Control de velocidad:	40:1 VF 1:200 OLV Resolución de Frecuencia 0.001 HZ
9	<b>Regulación de velocidad:</b>	2-3 % (V/f)
10	Inyección de corriente directa para arranque y parada ajustable y límite de corriente.	Indicar dato
11	Función de precalentamiento del motor.	Indicar dato
12	Resolución de la frecuencia	0,01% digital – 0,1% análogo
13	Cambio de giro	Electrónicamente con bloqueo
14	Aceleración	Ajustable de 0,1- >3600 seg, en un solo parámetro.
15	Desaceleración	Ajustable de 0,1- >3600 seg, en un solo parámetro.
16	Prevención de la pérdida de velocidad.	Al acelerar, en marcha y al desacelerar
17	Detección de sobre torque	4 niveles
18	Operación continua sin energía.	Especificar
19	Arranque automático por pérdida de energía o después de falla	Programable.
20	Detección de pérdida de señal de retroalimentación.	Indicar dato
21	Detección de pérdida de comunicación.	Indicar dato
22	Función de hibernación.	Indicar dato
23	Frecuencias de resonancia.	3 bandas ajustables
24	Eficiencia del variador.	Mínimo 96%
25	Mejora del factor de potencia.	Mínimo al 96%
26	Indicador de carga del	Indicar dato

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
	circuito DC con LED interno	
27	Circuito de controles con aislamiento óptico.	Indicar dato
28	Protección contra corto circuito	Fase a fase y fase a tierra
29	Protección por pérdida de fase	Entrada / Salida
30	Protección de falla a tierra.	Indicar dato
31	Protección de sobrecarga en el motor:	Térmica electrónica y adaptiva a la carga
32	Protección de límite de corriente:	Bajo y sobre corriente
33	Protección de límite de torque	Bajo y sobre torque
34	Protección de voltaje.	Bajo y Alto
35	Protección de sobre temperatura	Indicar dato
36	Terminales desmontables de control.	Indicar dato
37	Bajo nivel de ruido en la línea	Indicar dato
38	Pantalla con posibilidades de lectura de las RPM o porcentaje.	Indicar dato
39	Capacidad de cambios de parámetros y de monitoreo con el equipo en marcha.	Indicar dato
40	Medición de tiempo de trabajo transcurrido.	Indicar dato
41	Memoria para almacenar fallas.	Indicar dato
42	Posibilidad de fijación de cuatro (5) curvas para arranque suave y parada del motor.	Indicar dato
43	Refuerzo automático del torque en todo el rango de velocidad	Indicar dato
44	Compensación automática de	Indicar dato

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
	deslizamiento	
45	Entradas análogas	3 de -10 a + 10 Vdc ó 4 - 20 Ma.
46	Salida análoga	2 de -10 a + 10 Vdc ó 4 - 20 Ma.
47	Entrada digital de pulsos	1 de (32Khz)
	Salida digital de pulsos	1 de 32Khz)
48	Entradas digitales	8, programables
49	Salidas digitales.	4, programables
50	Display LCD 5 líneas, 16 caracteres, con idiomas Español e Inglés.	Indicar dato
51	Display con función de copiado de parámetros	Indicar dato
52	Multivelocidades preajustables:	17 independientes
53	Software estándar PID	Indicar dato
54	Software estándar para ahorro de energía	Indicar dato
55	Control de velocidad UP / Down	Indicar dato
56	Función de on / off Temporizada	Indicar dato
57	Control lógico para 24Vdc	Indicar dato
58	Frenado por inyección DC	Indicar dato
59	Frenado dinámico	Indicar dato
60	Parámetros ajustables para dos motores independientes.	Indicar dato
61	Control para búsqueda de velocidad	Indicar dato
62	Control de auto sintonía con el motor, estático y dinámico.	Estático y Dinámico
63	Inductancia de línea en el BUS DC	Indicar dato
64	Control para manejo de cargas de torque variable y torque constante.	Indicar dato
65	Puerto de comunicaciones	RS-485 y Etherneth

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
66	Protocolos	MODBUS RTU estándar, y TCP/IP
67	Monitoreo de funciones en pantalla	Programable, con teclado. Software incluido
68	Software de Programación	Manual con operador digital o por computador.
69	Cable requerido para la programación por medio de PC.	Mínimo 3 Metros
70	Protecciones:	Software incluido
71	Reactor de línea DC Y AC	5% de impedancia incluidas
72	Medidas Máximas del VF largo X ancho X profundidad	Especificar
73	Control de límites de torque	Control de límites en los 4 cuadrantes
74	Monitor de mantenimiento	Indicación de horas de operación de los principales elementos del variador, IGBT, Capacitor, Ventiladores, etc.
75	Parametizaciones automáticas	Parametrizaciones independientes para diferentes aplicaciones como para Bombas y Ventiladores
76	Parámetros V/f ajustables	El variador deberá contar con un grupo de parámetros exclusivos y ajustables por Software para modificar el patrón V/f Con curvas de Torque Constante, Curvas de Torque Variable
77	Password de seguridad	Bloqueo en la programación del equipo por medio de un código de seguridad configurable de mínimo 4 dígitos numéricos.
78	Funciones de PLC	Programación de acciones de control por medio de bloques de función y ciclos de ejecución de máximo 1 Ms.
79	Variador apto para trabajar con motores de inducción y motores de imán permanente	Debe permitir el trabajo y configuración de diferentes tipos de control para Motores de inducción y Motores de Imán Permanente.
80	Monitoreo en línea de los componentes críticos del variador para mantenimiento preventivo	Monitoreo de Tiempos y/o porcentajes de operación de como mínimo los siguientes elementos, ventiladores de potencia y control, Capacitores del Bus DC, Relé de precarga, IGBTs.
81	Funciones de Servo	Indicar Dato

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
	Control	
82	Regulación permanente y automática de la velocidad.	Regulador automático de velocidad configurable que minimiza la diferencia entre la referencia de velocidad y la velocidad real del motor controlado.
83	Reactor de línea AC	Incluida
84	Protección IP 20	Incluida
85	Garantía	Indicar dato
	Marca	Indicar dato
	Modelo	Indicar dato

### 3.20.8. Características de las reactancias

ÍTEM	CARACTERÍSTICA	REQUERIDO POR LAS EMPRESAS
1	Voltaje máximo	600 V
2	Corriente	Indicar dato
3	Cubierta sobre el aislamiento.	Material epóxido o Resina.
4	Sobrecarga Ciclo Pesado	Factor de servicio: 150% del rango de la fundamental (1 a 300 Amp ), 125% del rango de la fundamental (por encima de 300 Amp
5	Rangos de sobrecarga	200% de la corriente fundamental durante 30 minutos, 300% de la corriente fundamental durante 1 minuto.
6	Temperatura mínima de aislamiento	200°C.
7	Impedancia	Indicar dato en Mh

### 3.21. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACTUADORES ELÉCTRICOS MULTIVUELTA

Los actuadores eléctricos multivoltas para intemperie, deben cumplir las siguientes especificaciones:

#### 3.21.1. Especificaciones Mecánicas

El acople de la válvula al actuador, debe ser acorde al **tipo de válvula a operar**, se tendrán actuadores en las compuertas de entrada a rejas, en las compuertas de

salida de desarenadores, en muros de separación de fosos de bombas y en las válvulas de cuchilla generales de cada grupo.

Debe tener un indicador de posición digital sobre el actuador, que indique cual es la posición de la válvula.

Debe permitir que se pueda instalar en cualquier posición.

Debe tener un grado de protección IP68-6 metros-72 horas o nema 6P- con un mínimo de 6 operaciones, contra ingreso de sólidos y líquidos.

La carcasa debe ser en un material resistente, recubierto con pintura epóxica que garantice la resistencia a la corrosión en ambientes húmedos, inmersión temporal y ante presencia de gases como: CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. Los tornillos sujetadores y accesorios externos deben ser de material no oxidable.

El reductor interno del actuador debe ser auto bloqueante tipo sinfín- corona. Por efectos de mantenimiento solo se permite un solo reductor.

Debe tener una protección mecánica de sobre torque, que evite cualquier daño interno de los equipos dada esta condición.

El cierre de las válvulas es dextrógiro, es decir, que las válvulas cierran cuando la volante de operación local sea movida en el sentido de las manecillas del reloj.

Debe proveerse con calentamiento de interior tanto en la electrónica como la potencia.

Se debe proveer con una volante para operación manual de emergencia, al activarse se debe engranar la volante y simultáneamente desembragar el motor, y viceversa. Al energizar el motor automáticamente se debe desembragar la volante. Durante el servicio del motor la volante no debe girar. El embrague se dará a través de una palanca, botón o mecanismo similar.

Debe ser posible seleccionar la operación local eléctrico mientras el actuador está en operación eléctrica remota, o dar arranque al motor del actuador mientras la palanca de selección manual/automático está asegurada en manual, sin causar daño al tren impulsor.

Debe ser posible la desconexión eléctrica y mecánica del motor, sin que se drene el lubricante de la caja de engranajes a otros compartimentos.

Deberán incluirse los prensacables para todos los cables de entrada y salida (para diámetros de cables estandarizados) que separadamente deban ingresar al convertidor (Potencia y control) que sean de IP68- 6 metros-72 horas o nema 6P- contra ingreso de sólidos y líquidos. Estos se deben entregar instalados en el actuador, deben ser de acero inoxidable o de latón con recubrimiento en níquel.

Para los actuadores que motivan tornillos de potencia ascendentes, deben proveerse con su respectivo protector de vástago, serán metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión y deben ser manufacturados en la propia fábrica de los actuadores.

Se deben incluir con el actuador, el kit de herramientas necesarias para retiro de tapas y ajustes internos.

Tanto el motor como el actuador tendrán una placa de identificación, fijada de forma segura, de manera que no pueda ser removida o dañada durante el embalaje, embarque, instalación, operación o mantenimiento.

### **3.21.2. Especificaciones Eléctricas**

Los actuadores serán adecuados para uso a un sistema Trifásico con voltaje nominal **de 208/220 Voltios**, a 60 Hz. La variabilidad de voltaje permisible debe ser el +/- 10% respecto al nominal exigido. No se permiten aproximaciones de los voltajes nominales.

Los motores serán de encapsulado totalmente sin ventilación (TENV Totally Enclosed Non Ventilated)

Los aislamientos de todos los componentes del motor eléctrico deben ser mínimo Clase F, con un ciclo de trabajo S2-15.

Debe tener la capacidad de realizar mínimo 60 arranques por hora

El motor será desenergizado en caso de que no pueda girar cuando intente mover una válvula o un componente atascado.

El motor debe ser protegido contra altas temperaturas a través de un termistor garantizando las condiciones de trabajo previamente mencionadas.

### **3.21.3. Control**

Los actuadores deben ser programables de la siguiente manera:

Cierre: Deberá ser programable para que sea continuo o escalonado, en un intervalo de tiempo que se ingrese al actuador y que sea modificable.

Apertura: Deberá ser programable para que sea continuo o escalonado, en un intervalo de tiempo que se ingrese al actuador y que sea modificable. El intervalo de tiempo de apertura será distinto al de cierre.

Los actuadores deben poder comandarse eléctricamente, tanto local como remotamente.

Medición de posición sin contacto mediante encoder absoluto o incremental (en el caso de ser incremental, se deberá entregar dos baterías de repuesto originales por cada actuador suministrado). No se admiten potenciómetros o reóstatos que sufren desgaste. El actuador siempre debe reconocer en qué posición se encuentra cuando sea energizado, es decir, dada una falta de energía y un movimiento manual, al retornar la energía automáticamente debe auto referenciarse para así evitar daños en componentes de la válvula, reductor o actuador.

Debe ser posible ajustar el torque, el número de vueltas, y configurar los contactos de indicación remota, sin necesidad de remover ninguna cubierta del actuador (no intrusivo). El ajuste de torque será como mínimo entre el 50% a 100% del torque nominal.

La unidad de mando debe tener dos (2) dispositivos de control independientes (desconexión por torque y desconexión por carrera) para desconectar el actuador en la posición final por carrera o por torque.

El actuador incluirá una pantalla digital local, que muestre desde que este completamente cerrado hasta que esté completamente abierto.

Se deben incluir en el actuador indicadores de color: correspondientes a posición de abierta, cerrada o falla.

Se debe suministrar una licencia de software para el PC con carta de autorización para utilizarlo con sus respectivas actualizaciones, que corra bajo Windows XP y Windows 7; para bajar información, configurar o parametrizar el actuador. Igualmente se deben entregar los cables para puerto USB y accesorios necesarios para la comunicación entre ambos equipos.

#### **3.21.4. Selectores y perillas locales**

Integrados al actuador deben estar los controles locales para Apertura, Cierre y Parada y un selector Local/Desconectado/Remoto.

#### **3.21.5. Cableado y Terminales**

El cableado interno será con cable flexible (stranded) aislado, de grado tropical, de calibre apropiado para el control y la potencia respectiva del motor. Cada cable debe estar claramente identificado en sus extremos.

Los bornes de conexión deben estar embebidos en un bloque de terminales de un compuesto de alta resistencia mecánica.

El compartimiento de terminales (Potencia) debe estar separado de los demás componentes eléctricos internos (Control) del actuador por medio de sellos herméticos a prueba de agua IP68-6 metros-72 horas o nema 6P.

### **3.21.6. Comunicación**

Para la conexión del actuador eléctrico al (PLC), se deberá incluir una tarjeta con protocolo Modbus RTU con protección contra sobre tensiones integrada, a través de una interfaz física que garantice la comunicación de los equipos para separaciones de los mismos, hasta de 100 metros.

Esta comunicación debe permitir generar los comandos de abrir, cerrar, parar y comando prioritario de emergencia (ESD), desde el PLC; así como visualizar como mínimo la información de tipo analógica o digital que se especifique a continuación:

Señal analógica de posición

Señal analógica de torque

Posición del selector (Local/desconectado/remoto)

Señal colectiva de avería (falla en la alimentación, disparo del térmico, pérdida del voltaje de control etc)

Señal de paro por sobretorque

Señal de paro por límite de carrera (totalmente cerrado o abierto)

Debe ser capaz de enviar una señal análoga y una digital de otros instrumentos.

### **3.21.7. Medio de configuración**

Para la programación deberá tener la posibilidad de ser a través de un computador portátil vía bluetooth y/o cable con puerto USB o comunicación infrarroja.

### **3.21.8. Manuales**

Cada actuador debe ser suministrado con los manuales de instalación, operación y mantenimiento; así como con los planos o diagramas de cableado eléctrico:

- Actuator Data Sheet.
- Certificate of Conformity.
- Test certificate.
- Wiring Diagram.
- Dimensional Drawing.
- Quality Plan.

### **3.21.9. Certificado de prueba de funcionamiento**

Cada actuador debe ser probado en su funcionamiento, y los certificados individuales de prueba serán suministrados.

### 3.21.10. Pruebas mínimas realizadas

- Punto de disparo de la medición del par en ambas direcciones de la carrera para apertura y cierre.
- Determinar la corriente al punto de disparo del máximo par.
- Obtener la velocidad de salida del actuador.
- Efectuar prueba de alto voltaje.
- Ajuste y verificación de los interruptores de límite de apertura y cierre, para operar tan cerca de los extremos de la carrera como sea práctico hacerlo.
- Cada actuador debe ser operado totalmente abierto y cerrado al menos tres (3) ciclos completos, después de haber efectuado los ajustes necesarios.
- Capacidad de efectuar la operación de posición abierta y cerrada del actuador utilizando el operador manual.
- Capacidad de deshabilitar la operación del operador manual sobre el actuador.
- Prueba de protocolos de comunicación
- Cada actuador debe tener un certificado de las pruebas arriba mencionadas. El certificado debe estar de acuerdo a los procedimientos de control de calidad del fabricante.

**No se admiten elementos remanufacturados y se debe entregar constancia de fábrica de su fecha de fabricación, fecha de prueba y descripción en español o en inglés.**

### 3.21.11. Formulario de características técnicas garantizadas de Actuador Eléctrico

<b>Comerciales</b> Oferente Marca de actuador		Formulário de actuadores eléctricos 				
Item Torque (N.m) Velocidad de salida del actuador (r.p.m.) Diametro maximo eje para acoplar (mm)						
Voltaje de alimentación <b>según esp. Tec.</b>						
<b>Mecánicas</b>		Característica ofrecida	pag.	<b>Control</b>	Característica ofrecida	pag.
Acople de eje reductor actuador <b>según esp tec.</b>				Intrusivo (Si/No)		
Instalable en cualquier posición <b>según esp tec.</b>				Velocidad de cierra programable (Si/No) Velocidad de apertura programable (Si/No)		
Protección IP del actuador según esp tec.				Velocidad de cierre diferente de la velocidad de apertura Si/No		
Resistencia a la corrosión: ambientes humedos, sumergencia temporal, CO2y H2S				Torque ajustable Si/No		
Reductor interno autobloqueante				Tipo de encoder, <b>según esp. Tec.:</b>		
Protección mecánica de sobretorque				Indicador de apertura, cierre y falla (Si/No) En posiciones intermedias se sostiene (Si/No)		
Sistema de calefacción interna				<b>Comunicación</b>	ofrecida	Pag
Integrado sistema de operación con volante				4 a 20mA (Si/No)		
Materiales carcaza actuador <b>según esp tec.</b>				Modbus RTU(Si/No)		
Prensacables para cables de diámetros exterior entre 8mm y 12mm				Profibus (Si/No)		
Materiales prensacables <b>según esp tec.</b>				Foundation (Si/No) IEC/ISA-S50.02		
Norma de brida conexión a reductor				DeviceNet (Si/No)		
Indicador mecánico de posición en actuador				Comunicable con componentes(RTU, PLC)		
Protector de vastago de fabrica (si aplica)				Distancia máxima entre actuador y receptor de señal(m)		
Torque mínimo configurable (%)				Instrumentos que maneja adicionales (#)		
<b>Eléctricas</b>		Característica ofrecida	pag.	<b>Señales Analógicas</b>	Característica ofrecida	Pag
Tipo de protección exterior del motor <b>según esp tec.</b>				Porcentaje de posición Porcentaje de torque		
Voltaje: <b>según esp tec.:</b>				<b>Señales Digitales</b>	Característica ofrecida	Pag
Variación admisible de voltaje (%)				Posición de selector		
Desenergizada por bloqueo (Si/No)				Señal colectiva de averia: Falla alimentacion+disparo termico+ perdida de voltaje..etc (Si/No)		
Termostato (Si/No)				Señal de paro por sobretorque (Si/No)		
El aislamiento del motor es clase (letra)				Señal de paro por sobretorque (Si/No)		
Display digital (Si/No)						

<b>Programación</b> Compatible windos XP y/o 7 Interfase programación	Característica ofrecida	Pag
<b>Programación</b> Manuales (Si/No) Protocolo de pruebas <b>según esp. Tec.:(Si/No)</b>	Característica ofrecida	Pag

\* Solo se admitirá la información que se escriba en el formulario y exista en los catálogos-planos, ya que es la única garantía que el fabricante sí tenga experiencia en dicho producto.  
 \*\*Las páginas deben ser la de los manuales  
 \*\*\* Si alguna característica no aplica debe indicarse como N/A

### 3.22. SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN CONTROL Y COMUNICACIONES

#### 3.22.1. Requerimientos generales

En este numeral se especifican los requisitos técnicos exigidos para efectuar el suministro, transporte instalación y la puesta en servicio de los sistemas de control, la instrumentación y las comunicaciones para el sistema de bombeo combinado de agua residual (EBAR) La Yuquita que se compone de tres (3) estaciones de bombeo cada una con tres (3) grupos de motobombas y sus respectivos instrumentos.

#### VER LOS ANEXOS:

- Planos tablero de control\_EBAR LA YUQUITA
- Arquitectura de control\_EBAR LA YUQUITA.
- P&ID\_EBAR LA YUQUITA
- Ubicación de instrumentos\_EBAR LA YUQUITA.
- Programa IHM\_EBAR LA YUQUITA.
- Filosofía de control\_EBAR LA YUQUITA.

El suministro deberá efectuarse de acuerdo con el conjunto de requisitos establecidos en este pliego de condiciones y especificaciones, teniendo en cuenta especialmente la intención y el alcance del mismo. En consecuencia, cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para lograr que los demás componentes del control, puedan operar satisfactoria y confiablemente, deberá ser considerado por EL CONTRATISTA e incluido también como parte del suministro.

#### 3.22.2. Alcance

Este ítem incluye lo siguiente:

- Suministro, montaje, programación y puesta en servicio de la instrumentación

TAG	DESCRIPCIÓN	RANGO	TECNOLOGÍA
<b>BOMBEO LA YUQUITA –N°1</b>			
FIT-A40	Medidores de caudal impulsión general estaciones de bombeo DN400, PN16, ANSI 150	0-200l/s	Electromagnético
PE-A41, PIT-A41	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión general de la estación de bombeo.	0-10 BAR	Manométrico
PE/PI-A40	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión general de la estación de bombeo	0-10 BAR	Manométrico
LIT-A00	Medidor de nivel tipo Radar para tanque de	15 mts	Radar

TAG	DESCRIPCIÓN	RANGO	TECNOLOGÍA
	succión de estación de bombeo		
LSL-A00, LSH-A00	Switche de nivel bajo y alto para tanque de succión de estación de bombeo	12 mts	Conductivo
LSH-A01	Switche de nivel alto para colmatación reja 1	6 mts	Conductivo
LSH-A02	Switche de nivel alto para colmatación reja 2	6 mts	Conductivo
PE-A10, PIT-A10	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-A11, PI-A11	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-A20, PIT-A20	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-A21, PI-A21	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-A30, PIT-A30	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-A31, PI-A31	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
TT-A10	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
TT-A20	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
TT-A30	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
<b>BOMBEO LA YUQUITA –N°2</b>			
FIT-B40	Medidores de caudal impulsión general estaciones de bombeo DN400, PN16, ANSI 150	0-200l/s	Electromagnético
PE-B41,PIT-B41	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión general de la estación de	0-10 BAR	Manométrico

TAG	DESCRIPCIÓN	RANGO	TECNOLOGÍA
	bombeo.		
PE-B40, PI-B40	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión general de la estación de bombeo	0-10 BAR	Manométrico
LIT-B00	Medidor de nivel tipo Radar para tanque de succión de estación de bombeo	15 mts	Radar
LSL-B00, LSH-B00	Switch de nivel bajo y alto para tanque de succión de estación de bombeo	12 mts	Conductivo
LSH-B01	Switch de nivel alto para colmatación reja 1	6 mts	Conductivo
LSH-B02	Switch de nivel alto para colmatación reja 2	6 mts	Conductivo
PE-B10, PIT-B10	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-B11, PI-B11	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-B20, PIT-B20	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-B21, PI-B21	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-B30, PIT-B30	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-B31, PI-B31	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
TT-B10	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
TT-B20	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
TT-B30	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
<b>BOMBEO LA YUQUITA –N°3</b>			

TAG	DESCRIPCIÓN	RANGO	TECNOLOGÍA
FIT-C40	Medidores de caudal impulsión general estaciones de bombeo DN400, PN16, ANSI 150	0-200l/s	Electromagnético
PE-C41,PIT-C41	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión general de la estación de bombeo.	0-10 BAR	Manométrico
PE-C40, PI-C40	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión general de la estación de bombeo	0-10 BAR	Manométrico
LIT-C00	Medidor de nivel tipo Radar para tanque de succión de estación de bombeo	10 mts	Radar
LSL-C00, LSH-C00	Switch de nivel bajo y alto para tanque de succión de estación de bombeo	10 mts	Conductivo
LSH-C01	Switch de nivel alto para colmatación reja 1	6 mts	Conductivo
LSH-C02	Switch de nivel alto para colmatación reja 2	6 mts	Conductivo
PE-C10, PIT-C10	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 20 BAR	Manométrico
PE-C11, PI-C11	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 1 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-C20, PIT-C20	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-C21, PI-C21	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 2 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-C30, PIT-C30	Elemento sensor y transmisor de presión integrados para la medición de presión en la impulsión individual grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
PE-C31, PI-C31	Elemento sensor de presión e indicador (Manómetro) de presión para la impulsión individual del grupo 3 de la estación de bombeo	0 a 10 BAR	Manométrico
TT-C10	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA

TAG	DESCRIPCIÓN	RANGO	TECNOLOGÍA
TT-C20	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20mA		RTD-PT100 a 4-20mA
TT-C30	Transmisor de temperatura RTD-PT100 a 4-20Ma		RTD-PT100 a 4-20mA

**Tabla. 1.1** Lista de Instrumentos

(Ver planos anexos de diagramas de proceso e instrumentación P&ID)

### **3.22.3. Protocolos para pruebas**

EL CONTRATISTA deberá elaborar y enviar para aprobación de EL INTERVENTOR con anterioridad los protocolos de pruebas FAT (Factory Acceptance Test) y SAT (Site Acceptance Test) de los sistemas.

### **3.22.4. Documentación para el usuario**

EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación del usuario, incluyendo: Manual del usuario del sistema, Manual de operadores, especificaciones técnicas, manual de mantenimiento y protocolo de pruebas.

### **3.22.5. Software de gestión y configuración**

El CONTRATISTA deberá incluir dentro del suministro, el software para la configuración de los instrumentos desde un computador, adicional al software, proporcionará los adaptadores (hart y Modbus) que de requiera para que el computador pueda interactuar con los equipos.

### **3.22.6. Instalación, programación y puesta en servicio de la instrumentación**

EL CONTRATISTA realizará la instalación de todos los equipos que suministrará, adicionalmente deberá incluir dentro del suministro la programación de todos los instrumentos y garantizar en común acuerdo con el proveedor del sistema de control, la comunicación de todos los instrumentos suministrados por él.

Toda la instrumentación debe aterrizarse adecuadamente, se conectará a tierra únicamente en el lado del tablero.

### **3.22.7. MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO**

**TAG: FIT-A40, FIT-B40, FIT-C40**

#### **3.22.7.1.1. Principio de funcionamiento**

Para una mejor comprensión de las especificaciones técnicas se precisa, que

cuando se hace referencia al medidor electromagnético o medidor simplemente, se debe interpretar como el conjunto: elemento primario (donde residen las bobinas y los electrodos) y el elemento secundario (unidad electrónica).

### 3.22.7.1.2. Especificaciones Hidráulicas y Operativas

ÍTEM	TAG	Diámetro nominal	Presión nominal	Bridas Perforadas según ANSI
1	FIT-A40	DN 400	PN 16	ANSI 150
2	FIT-B40	DN 400	PN 16	ANSI 150
3	FIT-C40	DN 400	PN 16	ANSI 150

### 3.22.7.1.3. Condiciones técnicas y metrologías

El medidor debe ser del tipo electrónico cuyo principio de medición de caudal está basado en la ley de inducción electromagnética de Faraday, según la cual, la velocidad media de un líquido conductivo (agua) en movimiento, a través de un campo magnético, es directamente proporcional al voltaje. No se aceptan medidores electromagnéticos de inserción.

La exactitud instrumental debe ser del  $\pm 0.35\%$  de la lectura o mejor, para velocidades mayores a 0.5 m/s. la repetitividad  $\pm 0.15\%$  de la lectura o mejor, para velocidades mayores a 0.5 m/s.

Las condiciones óptimas de medición deben darse con tramos rectos de 5 diámetros aguas arriba y 2 diámetros aguas abajo, para lo que debe tener un error máximo de  $\pm 0.35\%$ .

Debe medir el caudal en forma bidireccional y con capacidad de totalizarlo en ambos sentidos. El medidor electromagnético debe ser calibrado hidráulicamente en fábrica (calibración húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el "National Institute of Science and Technology", NIST ó entidad equivalente (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, CEM etc). La calibración debe realizarse mínimo en tres (3) puntos del rango de trabajo y sus resultados deben adjuntarse con cada equipo, ya que su curva de calibración deberá ser garantizada.

### 3.22.7.1.4. Elemento primario

La excitación de las bobinas debe producirse mediante la pulsación de una señal de corriente directa. El equipo debe tener una señal de respuesta lineal y directamente proporcional a la rata instantánea de caudal del líquido.

El elemento primario del medidor debe ser del diámetro especificado y este no debe cambiar en toda la longitud (full bore). No se admiten medidores del tipo inserción ni wafer.

Los electrodos de medición deberán ser tipo bala o con cuello para evitar que se aisle por efectos de empastamiento de lodo en las paredes del liner, deben ser en acero inoxidable 316, ó hastelloy. El equipo debe detectar el estado de llenado de la tubería, como mínimo hasta un porcentaje del 50% (tubería semi-llena) adicionalmente, debe enviarse por el enlace de comunicación. El equipo debe generar una señal eléctrica de respuesta, la cual debe ser lineal y directamente proporcional al caudal del flujo medido.

Con el fin de garantizar la exactitud y minimizar los errores causados por los efectos de la conductividad interna de la tubería adyacente al elemento primario, se debe utilizar como criterio de diseño una relación L/D (longitud / diámetro) de 1.5 ó mayor para diámetros igual o menores a DN600 y una relación de L/D igual a 1 para diámetros nominales mayores a DN600.

El medidor electromagnético debe ser diseñado para montaje directo en la línea entre bridas ANSI 150. La longitud entre bridas (FTF) debe cumplir con la norma ISO 13359.

#### **3.22.7.1.5. Elemento secundario**

El material del encerramiento del convertidor deberá ser aluminio o acero inoxidable.

Debe ser diseñado para operación con una tensión de línea continua desde 19 a 29 VDC.

Los convertidores deben ser intercambiables entre sí, para medidores de igual o diferentes diámetros, sin que esto afecte la configuración del conjunto medidor o que se requiera re calibración del conjunto.

La construcción del transmisor deben ser de tipo modular (módulos mínimos básicos potencia, CPU e I/O), de manera que cualquier parte pueda ser reemplazada sin requerir la recalibración del instrumento y que el fallo de una tarjeta no afecte todo el conjunto. Las tarjetas deben ser construidas con componentes de estado sólido y controlado por microprocesador. Todos los parámetros de operación deben ser configurables por el usuario localmente a través de un puerto de comunicación o teclado óptico, magnético, capacitivo y una pantalla de visualización que permita la operación desde el exterior del instrumento sin necesidad de remover ninguna cubierta.

La pantalla integral del transmisor debe tener al menos cuatro (4) líneas de 12 caracteres alfanuméricos cada una para visualización de la rata instantánea de caudal, el totalizador (ambos en unidades de ingeniería de lectura directa) e indicadores de estado del equipo.

El teclado deberá ser óptico, capacitivo o cualquier otro sistema que no requiera intervenir el transmisor para su programación. No se aceptan teclados tipo membrana o pulsadores.

Para el caso de falla de la alimentación debe tener retención de la configuración en memorias EEPROM o similares, sin requerir baterías de respaldo.

#### **3.22.7.1.6. Comunicaciones**

La salida del medidor deberá ser mediante el protocolo de comunicaciones MODBUS RTU se debe entregar toda la información necesaria para establecer el enlace con controladores que cumplan con esta especificación y contar con contacto libre de potencial de alarma de tubería vacía.

#### **3.22.7.1.7. Software y Programación**

Las unidades básicas requeridas son L/s y m<sup>3</sup>/s (múltiplos y submúltiplos) para caudal y m<sup>3</sup> (múltiplos y submúltiplos) para los totalizadores. La pantalla debe ser de fácil visualización en áreas de luz solar directa o zonas de baja iluminación. Para este efecto debe suministrarse con iluminación interna.

Debe tener un algoritmo de reducción de ruido y auto diagnósticos continuos con indicación en caso de detectar alguna falla.

Los medidores deben estar en capacidad de interactuar (software y hardware internos incluidos) con un sistema externo (software y hardware), de tal manera que se pueda obtener un registro impreso en PDF o formato encriptado que no permita la variación de los resultados de verificación del estado de funcionamiento y desempeño del equipo. Esto con el propósito de obtener reportes que soporten los requerimientos de Calidad ISO 9001 de AGUAS DE URABÁ y que permitan la trazabilidad en el desempeño del instrumento durante su vida útil. No se admiten protocolos de chequeo con multímetros o elementos similares. El software de las herramientas de servicio debe ser compatible con los sistemas operativos Windows 7 o superiores.

El sistema debe contar con *password*, para evitar cualquier modificación de la programación del equipo por personal no autorizado.

El menú de configuración debe ser en idioma inglés o español.

#### **3.22.7.1.8. Recubrimiento externo**

Las partes del cuerpo del medidor serán en acero al carbono con revestimiento especial (pintura, revestimiento etc.) o acero inoxidable 316 o 316L que los proteja de los ambientes corrosivos que se dan en las cámaras de medición, donde hay alta presencia de humedad, vapor de agua residual y agua clorada y los rayos directos del sol. El encerramiento del transmisor será en aluminio.

Los componentes en acero al carbono y aluminio, debe cumplir con la norma: EN ISO 12944-2, para ambientes C4 con un espesor de pintura mayor o igual a 300 micras. Para partes que sean en acero inoxidable 316, no se requiere recubrimiento.

### **3.22.7.1.9. Recubrimiento interno**

El recubrimiento interno del elemento primario será el apropiado para agua residual, se recomienda en caucho duro, o uno mejor bajo norma KTW aprobado para agua residual doméstica. El acabado interno del elemento primario y de su recubrimiento interno, debe estar libre de protuberancias, porosidades y de interrupciones.

Medidores que tengan deformaciones en el recubrimiento interno serán rechazados. No se aceptan recubrimientos en caucho duro donde haya más de una línea de unión en la superficie. Tampoco se aceptan recubrimientos internos fijados al tubo de medición mediante elementos metálicos o plásticos tales como los “remaches”.

### **3.22.7.1.10. Nivel de protección de Polvo y agua**

El equipo debe ser apto para funcionamiento a intemperie y eventualmente sumergido, IP68.

El encerramiento del medidor (incluyendo sus prensacables) debe cumplir con la norma de protección contra ingreso de polvo y humedad: IP 68. También debe cumplir IP65, resistencia a fuertes chorros de aguas.

Debe suministrarse para cada medidor los prensa-estopas para cada una de las entradas del transmisor (potencia, comunicación, etc.) Los prensa-estopas deben ser de acero inoxidable o aluminio y deben entregarse instalados en el medidor para evitar errores de compatibilidad con las roscas y deben cumplir con un IP67/IP698, (entregar catálogo de la prensa estopa).

Debe suministrarse para el medidor los prensacables de acero inoxidable o aluminio grado IP 68, para todos los cables que separadamente deban ingresar al convertidor (potencia, comunicaciones, señales). Deben entregarse instalados.

### **3.22.7.1.11. Sistema de puesta a tierra**

Se deben suministrar dos (2) anillos de puesta a tierra contruidos en acero inoxidable SS 304 (o un material de mayor resistencia a la corrosión). Debe suministrarse el kit de cable de tierra y accesorios, para aterrizar el medidor de acuerdo a lo sugerido en los manuales.

### **3.22.7.1.12. Recomendación de instalación**

Se debe respetar las longitudes rectas antes y después del medidor, recomendadas por el fabricante típicamente las condiciones óptimas de medición deben darse con tramos rectos de 5 diámetros aguas arriba y 2 diámetros aguas abajo. Se pueden instalar medidores con diámetros mínimo del 60% del diámetro nominal de la tubería, utilizando reducciones y ampliaciones cuyo ángulo sea igual o menor a 8 grados. Se debe establecer condiciones en el diseño y la construcción de la cámara para evitar inundación, así mismo, en el montaje se debe procurar que el medidor no

falle por ingreso de humedad. Se deben implementar arreglos en la tubería para prevenir que los medidores funcionen con la tubería vacía o semillena. Los medidores no deben instalarse en zonas cuya presión sea menor a la atmosférica, por ejemplo en succiones de bombeos.

#### **3.22.7.1.13. Documentos de la oferta**

##### **Documentos que se deben entregar con cada equipo:**

- Catálogo de la prensa estopa acoplado al equipo.
- Certificado DVWG, KIWA o WRAS.
- Certificado de calibración de cada equipo, emitido por un laboratorio acreditado vigente en ISO17025.
- Se debe entregar los respectivos manuales de funcionamiento y programación en original y preferiblemente en idioma español o en su defecto en inglés. Debe suministrarse en forma física o magnética.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo

### 3.22.7.1.14. Formulario de características técnicas garantizadas

 <small>estamos ahí.</small>	
<b>Formulario de Características Medidor Electromagnético</b>	
<b>Comercial</b>	
Marca	
Representante en Colombia	
País de Fabricación	
Modelo	
<b>Hidráulicas</b>	
Presión nominal de trabajo (bares)	
Velocidad máxima operativa (m/s)	
Velocidad mínima operativa (m/s)	
Caudal máximo operativo (m <sup>3</sup> /s)	
<b>Metrológicas y Operativas</b>	
El error máximo permisible para velocidades mayores de 0.5m/s ( $\pm\%$ )	
La repetitividad permisible para velocidades mayores a 0.5 m/s ( $\pm\%$ )	
Sentido de la lectura (Bidireccional, unidireccional)	
Condiciones de calibración en fabrica según especificaciones (Si, No)	
Medidor apto para intemperie (Si, No)	
<b>Constructivas</b>	
Diámetro(s) nominal (mm)	
Tipo de conexión Bridada (Si, No)	
Norma de Brida (norma y clase)	
Durabilidad del recubrimiento según EN ISO 12944-1 (bajo, medio, alto)	
Resistencia a ambientes según EN ISO 12944-2 (C1,C2,C3,C4,C5-I,C5-M)	
Grado IP de protección de equipo (:#:#)	
<b>Elemento primario</b>	
Material del Cuerpo bridado	
Material del liner	
Material y tipo de electrodos	
Material de anillos de puesta a tierra	
Tipo de Diámetro interno del medidor (Fullbore, reducido)	
Relación longitud/diámetro (#)	
Sensor de tubería vacía (Si, No)	
Algoritmos de reducción de ruidos y auto diagnostico (Si, No)	
<b>Elemento secundario</b>	
Material de la carcasa elemento secundario	
Voltaje de alimentación (:#;DC o #AC)	
Teclado (óptico, eléctrico, capacitivo)	
Incluye GSD (si/no)	
Señal o protocolo de comunicación ( 4-20mA, Hart, Modbus RTU, Profibus PA)	
<b>Documentos</b>	
Entrega de manual de instalación y mantenimiento (S/N)	
Entrega de Planos(S/N)	

**Nota: \*Todos los campos se deben completar.**

### 3.22.8. SWITCHES DE NIVEL TIPO ELECTRODOS

**TAG:** LSL/LSH-A00, LSL/LSH-B00, LSL/LSH-C00, LSH-A01, LSH-A02, LSH-B01, LSH-B02, LSH-C01, LSH-C02.

El sistema de control de respaldo para el nivel del tanque será un medidor nivel conductivo, el cual se basa en la medición de la resistencia eléctrica del medio que se quiere controlar. Los electrodos en contacto con el medio recogen dicha información al cerrar el circuito eléctrico entre los distintos electrodos y la transmiten al relé de nivel que actuará según su modo de trabajo. Su función será activar / desactivar un relé en de acuerdo al límite de nivel del líquido alcanzado alto o bajo.

Para el desarrollo de la aplicación de control en el PLC, se tendrá en cuenta que las señales de este medidor se tendrán como respaldo del medidor de nivel tipo radar, de tal forma que las acciones de control se toman con base en el medidor tipo radar y en caso de falla actuara con el sensor de electrodos.

Para protección de las motobombas:

La posición del primer electrodo de comando estará a 50 centímetros por encima del fondo para alarmar por bajo nivel y sacar de servicio el bombeo, y el segundo electrodo de comando estará 80 centímetros por encima del fondo para la reposición de las condiciones operativas de cada bombeo, el electrodo común se posicionará a 5 centímetros del fondo.

Para la alarma por colmatación.

La posición del primer electrodo de comando estará a 30 centímetros por encima del fondo para la reposición de la alarma por colmatación, y el segundo electrodo de comando estará 120 centímetros por encima del fondo para la alarma de colmatación de la reja, el electrodo común se posicionará a 5 centímetros del fondo.

#### 3.22.8.1.1. Rango de medición

Para los TAG LSL/LSH-A00, LSL/LSH-B00, LSL/LSH-C00:

Longitud para nivel bajo: 12 mts

Longitud para nivel alto: 3 mts

Para los TAG: LSH-A01, LSH-A02, LSH-B01, LSH-B02, LSH-C01, LSH-C02.

Longitud para nivel alto: 6 mts.

#### 3.22.8.1.2. Características

**Tipo de sensor:** Conductivo con tres (3) varillas aisladas o en acero inox.

**Tensión de electrodos:** 17 Vca aislados.

**Distancia máxima**

**control - electrodos:** 50 m.

<b>Cantidad de contactos:</b>	Dos (2) contactos doble tiro (DPDT)
<b>Grado de protección:</b>	IP 66 según IEC 60529
<b>Tipo de conexión:</b>	Rosca NPT 1 ½"
<b>Material de sensor:</b>	Acero inoxidable 316
<b>Principio físico:</b>	Conductivo
<b>Alimentación:</b>	masa positiva o negativa 24 VDC.
<b>Capacidad máxima:</b>	5 A @ 250 Vca; 5 A @ 24 Vcc

Las varillas deberán ser recortables a medida durante la instalación.

Para los equipos que se instalarán después de las rejillas: El mismo equipo deberá contar con la medición de nivel bajo y nivel alto.

Para los equipos que se instalarán en el foso de bombas: Solo se medirá nivel alto.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo.

### **3.22.8.1.3. Clasificación según Norma NFPA 820**

El medidor de nivel será instalado en una zona clasificada según la NFPA820 Clase I Grupo D División 2 por la posible presencia de gases explosivos.

### **3.22.9. TRANSMISOR DE PRESIÓN**

**TAG:** PE/PIT-A10, PE/PIT-A20, PE/PIT-A30, PE/PIT-A41, PE/PIT-B10, PE/PIT-B20, PE/PIT-B30, PE/PIT-B41, PE/PIT-C10, PE/PIT-C20, PE/PIT-C30, PE/PIT-C41

#### **3.22.9.1.1. Condiciones Hidráulicas**

Rango de presión: 0 a 10 BAR para la impulsión.

#### **3.22.9.1.2. Condiciones Metrologías y Operativas**

El error máximo permisible será  $\pm 0.15\%$  del rango.

La celda de presión externa (no sumergida)

Con SPAM configurable, rangeable 100:1

La celda de presión debe ser calibrada hidráulicamente en fábrica (Calibración húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el "National Institute of Science and Technology", NIST ó entidad similar (PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, CEM etc.). La calibración debe realizarse mínimo en tres (3) puntos del rango de trabajo y sus resultados deben adjuntarse con cada equipo, ya que su curva de calibración deberá ser garantizada.

#### **3.22.9.1.3. Elemento primario**

Principio físico: Variación de la capacitancia proporcional a la presión

Tipo de sensor: Celda de medición cerámica en material AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Material del cuerpo: Aluminio, Hastelloy, 316 o material de mayor especificación.

Conexión al proceso: Roscada ANSI 1 ½ MNTP o superior.

Membrana de separación: Acero inoxidable

Líquido de lleno: silicona

Deberán poseer manifold con válvula de aislamiento y sistema de purga para garantizar el drenaje cuando se aísla el instrumento y así evitar lecturas erróneas.

#### 3.22.9.1.4. Elemento secundario

EL voltaje de alimentación será de 12 a 30 VDC o un rango más amplio tomado del mismo bus.

Material de la carcasa (Elemento secundario): Aluminio con pintura epóxica o en inoxidable 316. La pintura será de acorde a la norma EN ISO 12944-1, la durabilidad de pintura debe ser alta. Según EN ISO 12944-2, la pintura deberá resistir ambientes C4.

Señal de salida análoga de 4 – 20 mA.

Conexión eléctrica: Dos (2) hilos tanto para potencia, como para comunicaciones.

Pantalla tipo LCD de dos (2) líneas con botonera de programación tipo push

Debe incluir válvula de compensación térmica para evitar el condensado.

#### 3.22.9.1.5. Encerramiento

El encerramiento del medidor (incluyendo sus prensacables) debe cumplir con la norma de protección contra ingreso de polvo y humedad: IP68. También debe cumplir IP66.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo

#### 3.22.9.1.6. Formulario de características técnicas garantizadas

	
<b>Formulario de Características Medidor Presión</b>	
<b>Comercial</b>	
Marca	
Representante en Colombia	
País de Fabricación	
Modelo	

**Nota: \*Todos los campos se deben completar.**

### **3.22.10. MEDIDOR DE NIVEL TIPO RADAR**

**TAG:** LIT-A01, LIT-B01, LIT-C01

#### **3.22.10.1.1. Condiciones Metrológicas y Operativas**

Rango de medición: 15 m

El error total permisible será 2mm del rango de medición (no linealidad, histéresis, cambios térmicos y no repetibilidad).

#### **3.22.10.1.2. Elemento primario**

Principio físico: Radar por tiempo de vuelo

Tipo de antena: corneta de 4 pulgadas

Material del sensor: PBT y polipropileno.

La antena o corneta debe ser completamente tapada.

Ángulo máximo de apertura para la medición: 8°.

Tipo de tanque: Tanque abierto a la atmosfera

Superficie del líquido: Calmada con posible presencia de burbujas y espuma.

#### **3.22.10.1.3. Elemento secundario**

EL voltaje de alimentación será de 20 a 30 VDC o un rango más amplio tomado del mismo bus o lazo de instrumentación.

El transmisor debe contar con sistema de supresión de Ecos falsos.

Material de la carcasa (Elemento secundario): Aluminio con pintura epóxica o en inoxidable 316. La pintura será de acorde a la norma EN ISO 12944-1 y EN ISO 12944-2, donde se especifica que la pintura deberá resistir ambientes C4.

Conexión eléctrica: Dos (2) hilos tanto para potencia, como para comunicaciones.

Conexión al proceso: Montaje en pared debe incluir todos los accesorios necesarios para el montaje (soporte plástico en L de 1m, brida, pernos de expansión en acero inoxidable, tornillos, entre otros).

Pantalla tipo LCD de mínimo dos (2) líneas con botonera de programación tipo óptico o tipo push.

Con el fin de garantizar el grado de protección IP del instrumento, en el caso que sean necesarios, se deben incluir los prensa cables o prensa estopas del mismo grado de protección IP al solicitado en estas especificaciones. Estos deben ser en acero inoxidable y deben garantizar hermeticidad total entre el transmisor y el proceso.

Se debe suministrar con el equipo un accesorio que lo proteja de los rayos directos del sol y de la lluvia (cubierta).

Debe incluir válvula de compensación térmica para evitar el condensado.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo.

#### 3.22.10.1.4. Encerramiento

El encerramiento del medidor (incluyendo su prensa cables) debe cumplir con la norma de protección contra ingreso de polvo y humedad: IP68.

#### 3.22.10.1.5. Clasificación según Norma NFPA 820

El medidor de nivel será instalado en una zona clasificada según la NFPA820 Clase I Grupo D División 2 por la posible presencia de gases explosivos.

#### 3.22.10.1.6. Formulario de características técnicas garantizadas tipo radar

 estamos ahí.	
Formulario de Características Medidor de Nivel tipo radar	
<b>Comercial</b>	
Marca	
Representante en Colombia	
País de Fabricación	
Modelo	

**Nota: \*Todos los campos se deben completar.**

#### 3.22.11. INDICADOR DE PRESIÓN (MANÓMETRO)

**TAG:** PE/PI-A11, PE/PI-A21, PE/PI-A31, PE/PI-A40, PE/PI-B11, PE/PI-B21, PE/PI-B31, PE/PI-B40, PE/PI-C11, PE/PI-C21, PE/PI-C31, PE/PI-C40

Rango: 0 a 10 bar

Los indicadores de presión manométrica deben cumplir con las siguientes condiciones mecánicas:

- El diámetro de la caratula debe ser 4 pulgadas.
- Los manómetros deben ser amortiguados en glicerina su caja de construcción debe ser en acero inoxidable.
- Las unidades deben ser en Bar y PSI
- La conexión al proceso NPT 1" o superior.

- Deberá incluir válvula de bola en acero inoxidable para la conexión al proceso.
- Membrana de separación: Acero inoxidable
- Líquido de llenado: silicona

### 3.22.12. TRANSMISOR DE TEMPERATURA

**TAG:** TT-A10, TT-A20, TT-A30, TT-B10, TT-B20, TT-B30, TT-C10, TT-C20, TT-C30.

Transmisor para montaje en cabezal forma B, norma DIN EN 50446.

#### 3.22.12.1.1. Características

Funciones de diagnóstico: falla de Hardware	Circuito abierto, circuito en corto, error en cableado,
Tipo de entrada:	1 entradas - RTD PT100 3 hilos
Salida:	4-20mA
Linealización:	Temperatura lineal, resistencia lineal, voltaje lineal
Aislamiento galvánico:	2kV AC
Tiempo de respuesta:	< 1 s
Indicación:	Pantalla LCD 2 líneas
Voltaje:	24 VDC
Resolución:	Convertidor A/D 15 bit o mayor
Grado de protección:	IP 67
Material de la carcasa:	Aluminio con pintura epóxica o en inoxidable 316. La pintura será de acuerdo a la norma EN ISO 12944-1, la durabilidad de pintura de pintura debe ser alta. Según EN ISO 12944-2, la pintura deberá resistir ambientes C4.

Debe incluir placa en acero inoxidable marcada con el TAG del equipo según P&ID anexo

#### 3.22.12.1.2. Clasificación según Norma NFPA 820

El transmisor será instalado en una zona clasificada según la NFPA820 Clase I Grupo D División 2 por la posible presencia de gases explosivos.

### 3.22.13. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

El PLC requerido para el control de la EBAR del municipio de Turbo deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

(Ver planos anexos de diagramas arquitectura de control, planos de control)

### 3.22.13.1.1. Requerimientos generales

Los controladores módulos y demás accesorios, deberán cumplir con las características técnicas especificadas en este numeral y con la última edición de las normas ANSI, NEMA, IEC e IEEE, principalmente las ANSI/NEMA ICS 1 a 6, ANSI/IEEE C37.1 y las IEC-60870 e IEC 61131-3.

Los controladores que conformarán el sistema de control, deberán ser construidos en forma modular y estar compuestos cada uno de éstos, por el número y el tipo de módulos requeridos para realizar las funciones de adquisición de datos, control, supervisión y comunicaciones especificados y, adicionalmente, que permita la expansión de los mismos.

Los controladores que se suministrarán en este pliego de condiciones deberán ser de la misma marca y programarse con el mismo software de programación.

El software de programación de los controladores deberá contar con emulador de CPU para simular los procesos durante las pruebas FAT o en su defecto el proponente deberá implementar un módulo de simulación para una estación de bombeo o tanque de distribución.

El software de programación de los controladores deberá poder programarse con los 5 lenguajes de programación (Ladder, Lista de instrucciones, Grafset, texto estructurado, diagramas de bloques) según la IEC 61131-3

Todos los módulos deberán poder ser instalados o retirados sin producir disturbios en las tarjetas adyacentes o en el cableado de campo. Los módulos deberán ser diseñados de manera tal que eviten daños o malas operaciones si son instalados en el sitio equivocado.

Todos los controladores, computadores, módulos, equipos de red y demás elementos electrónicos instalados, deberán estar diseñados para operar en un rango de temperatura de 5 a 50 °C y una humedad relativa  $\geq 90\%$ .

Los módulos I/O con densidad igual o superior a 32 Entradas/salidas, deben ser precableados con un extremo terminal en puntas y una longitud mínima de 3 metros.

Las Unidades Centrales de Proceso CPU, deberán estar implementadas con microprocesadores de la última versión liberada por el fabricante.

Los controladores deberán brindar una confiabilidad igual o superior al 99%

Los controladores deberán permitir modificaciones en línea de variables y secciones de programa. Adicionalmente, deberán tener la capacidad de soportar módulos ETHERNET, soportar comunicaciones mediante protocolo DNP3 nativo, soportar WEB SERVE y contar con el protocolo DNS (Domain Name Server) para acceso vía internet.

Los controladores deberán permitir el manejo de buses de campo: PROFIBUS PA y DP. En el caso de PROFIBUS DP, el PLC deberá interactuar con los buses de campo de manera directa (nativa), no se admiten gateways, conversores, adaptadores de otros fabricantes, la programación y configuración se hará desde el programa fuente.

Deberán permitir la programación por medio de un computador de tipo portátil y se deben suministrar todos los accesorios requeridos para dicha conexión, para cada equipo suministrado en este proceso de contratación (cables seriales DB9, USB, Patch cord RJ45 categoría 6E, de mínimo 3 metros de longitud).

EL PROPONENTE deberá incluir en la oferta la documentación técnica que ilustre en detalle las características técnicas de los equipos. En dicha información se debe entregar información detallada acerca de la capacidad de los equipos ofertados, su modularidad, la facilidad de expansión, protocolos de comunicación, sincronización con la red, velocidad y medio de transmisión.

### **3.22.13.1.2. Módulo CPU**

La CPU contendrá como mínimo un procesador de alta velocidad, en el elemento de procesamiento principal, con un mínimo de 10 MB de memoria de usuario o, en su defecto, deberá contar con 8MB de memoria, expandibles hasta 128MB, disponibles para aplicaciones, almacenamiento de datos y almacenamiento de documentación (la documentación que se guardara será en formatos PDF, Excel Word etc.). Un mínimo de 4 MB de memoria no volátil estará disponible para configuración y programa de aplicación. La CPU soportará memoria tipo simbólica y variables en arreglos en más de dos dimensiones.

El módulo de CPU deberá incluir las memorias de EPROM, EEPROM o FLASH y RAM de acuerdo con las aplicaciones y funciones solicitadas.

Las CPU tendrán un reloj en tiempo real que podrá ser accesado en cualquier momento por el programa de usuario. La CPU podrá ejecutar, como mínimo funciones booleanas a una velocidad de 0.09 ms por 1000 (90 nS) instrucciones booleanas o en su defecto, podrá ejecutar 8.1 kinst/ms 100% booleanas y 6.4Kinst/ms 65% booleanas + 35% aritméticas.

La CPU será capaz de soportar E/S analógicas y discretas remotamente (I/O remotos) sobre Ethernet y/o Profibus.

La CPU soportará funciones especiales como contadores de alta velocidad, buses de campo, redes LAN. Como mínimo la CPU debe disponer de dos puertos seriales, RS232 y RS485 para comunicaciones SNP, Modbus Maestro/Esclavo y protocolos seriales. Igualmente, deberá tener como mínimo 1 puerto Ethernet con conexión RJ45.

La CPU debe poseer leds de indicación, diagnóstico y estado de la fuente, CPU, módulos I/O y puertos de comunicación.

El PLC deberá generar y procesar las alarmas de los elementos, configuraciones, estados y comunicaciones del sistema y deberá almacenarlas en un listado accesible desde el software de programación.

El módulo de CPU deberá incluir el sistema de supervisión tipo watchdog, con señalización local en el módulo y/o con contacto para señalización remota.

#### **3.22.13.1.3. Seguridad del Sistema**

Tendrá niveles de seguridad con password por usuario, con el fin de prevenir cambios no autorizados en la configuración y programación del controlador. Estos niveles serán definidos desde el software de programación.

#### **3.22.13.1.4. Ambiente de programación**

El CONTRATISTA deberá suministrar el software necesario y será el responsable de la programación de los controladores. Adicionalmente, se debe suministrar un paquete de software, con las licencias, llaves de software, llaves de hardware, entre otros, que sean necesarios para la programación de los controladores, así como los programas fuente.

EL CONTRATISTA debe suministrar la respectiva licencia de software de configuración y programación del controlador. Esta debe ser licenciada a través de software y transferible mediante USB. El software debe ejecutarse sobre el sistema operativo windows XP, Vista y Windows 7 o versiones superiores. Como mínimo, se deben suministrar cuatro (4) licencias.

La programación del PLC deberá ser vía puerto serial, se debe incluir el cable para el puerto serial, por USB y/o por comunicación Ethernet, 10/100 Base T o mejor. El PLC deberá soportar registros 16-bits.

La base de tiempo podrá ser contada en segundos, centésimas de segundo, o milésimas de segundo, siendo entonces el rango de los temporizadores de 0 a 32,767 unidades base de tiempo.

En caso de requerirse, se debe suministrar una batería para el respaldo de la memoria RAM y contar con un circuito de monitorización que permita detectar el estado de la misma. La batería deberá trabajar en un rango de temperatura de 0° a 60 ° C y tener una vida útil nominal de 7 años a una temperatura de trabajo de 35 ° C.

#### **3.22.13.1.5. Módulo de comunicaciones**

Estos módulos deberán manejar, de forma autónoma, el tráfico de datos por la red local descargando así a la unidad central el proceso de esta función.

Algunos puertos de comunicación pueden estar integrados al módulo CPU, pero si este no es el caso o se requieren puertos adicionales, se debe contar con un módulo de comunicaciones en una tarjeta independiente.

El módulo de comunicaciones debe poseer leds de indicación, diagnóstico y estado de los puertos de comunicación.

Se debe contar mínimo con tres (3) puertos RS232/RS485 y dos (2) puertos Ethernet independientes.

Los puertos seriales RS232 y RS485 deben ser independientes y aislados. Cada puerto podrá configurarse como maestro o esclavo y, como mínimo, deben cumplir con las siguientes características:

- Deben tener aislamiento puerto a puerto y puerto a chasis.
- Las velocidades de transmisión deben ser configurables por software (1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4K, 57.6K, 115.2K).
- La comunicación de los puertos (RS232/ RS485) debe ser seleccionable por software.
- Los puertos Ethernet que se encuentren en el módulo CPU y en el módulo adicional (si se requiere) deben ser independientes (con MAC diferente y dirección IP independiente) y aislados. Deberán permitir crear o generar redes independientes. La velocidad de estos debe ser, como mínimo 10/100.
- Por estos puertos de comunicación se podrá configurar mínimo las siguientes conexiones o enlaces:
  - Conexión al interfaz hombre – máquina (IHM).
  - Conexión a los suiches de red.
  - Conexión con una estación de operación.
  - Conexión al equipo portátil de programación y pruebas.
  - Enlace por protocolo Modbus RTU
  - Enlace por protocolo Modbus TCP/IP.

La comunicación a través de los puertos Ethernet deberá multi protocolos, es decir, éstos estarán en capacidad de recibir comunicación a través de los diferentes protocolos de comunicación industrial existentes.

El PLC debe ser accesible a través de Ethernet (remotamente) usando un browser estándar de Internet, empleando un Web Server. Debe proveer funciones de ajuste de variables y de diagnóstico. Estas funciones no deben requerir una configuración previa o algún software especial, y debe tener la posibilidad de restringir el acceso con un password. El uso de estas funciones no debe tener ningún efecto en el tiempo de scan del PLC.

### **3.22.13.1.6. Protocolo de comunicaciones DNP3**

El controlador deberá estar habilitado para interactuar con el protocolo de comunicaciones DNP3 mediante una tarjeta del mismo fabricante.

La tarjeta DNP3 deberá manejar estampa de tiempo y deberá tener la capacidad de almacenar los datos en el evento que se pierda la comunicación con el SCADA y, una vez se restablezca la comunicación con este, deberá enviar la información almacenada en un solo paquete de forma automática.

El módulo DNP3 debe ser nativo de la misma familia del controlador, que permita configuraciones de topologías de red Maestro/Esclavo. No se admiten Gateways, conversores u otros tipos de dispositivos de transición entre los equipos de campo y el controlador de otros fabricantes, la programación se hará desde el programa fuente.

#### **3.22.13.1.7. Módulo de bus de campo**

Cada controlador deberá soportar módulos de bus de campo PROFIBUS, para la comunicación con los equipos de campo. Se debe garantizar que el módulo de bus de campo sea compatible en versiones y tipos de driver de la instrumentación para garantizar que se pueda realizar una administración de activos y leer la totalidad de las variables de los instrumentos. El módulo de bus de campo debe ser nativo de la misma familia del controlador. No se admiten Gateways, conversores u otros tipos de dispositivos de transición entre los equipos de campo y el controlador de otros fabricantes, la programación se hará desde el programa fuente.

Aunque las tarjetas de comunicación PROFIBUS no serán parte del suministro de este proceso de contratación, el proponente deberá garantizar que cada controlador suministrado soporta este protocolo de comunicación industrial y que la tarjeta de comunicación es de la misma familia del controlador.

#### **3.22.13.1.8. Módulo de alimentación**

Cada controlador deberá estar equipado con las fuentes de alimentación internas necesarias para alimentar todos los componentes que la constituyen, con la capacidad suficiente para suministrar la potencia requerida por el equipo.

Las fuentes de alimentación deberán poseer aislamiento galvánico entre las tensiones de entrada y de salida, tener filtrado y elementos y/o circuitos de protección por sobrecarga, corto circuito y sobre / baja tensión para prevenir daños en el equipo; estos dispositivos deberán incluir alarmas para indicación local y remota.

El voltaje disponible para alimentar el sistema integral del PLC es de 24 Voltios corriente continua (24 Vcc).

La fuente de alimentación propia del PLC debe suministrar la corriente y el voltaje necesario para soportar todos los módulos de la configuración adoptada.

La fuente de alimentación del PLC se encuentra en el rack o backplane principal, esta deberá soportar inserción en caliente.

### 3.22.13.1.9. Módulos de entrada y salida

El PLC deberá ser flexible de fácil modificación y ampliación, las entradas y salidas deberán suministrarse montadas en tarjetas que puedan ser instaladas y removidas fácilmente. Los módulos de entrada y salida deberán servir de interfaz entre las señales del sistema y el sistema de supervisión y control.

El PLC debe soportar módulos I/O remotos, comunicados a través de protocolos de comunicación industrial sobre comunicación Ethernet y controlados directamente desde el programa fuente de la CPU.

Estos módulos deberán ser de los siguientes tipos:

- **Características del Chasis:** El chasis, base o rack del PLC de contar con al menos 10 slots disponibles.
- **Entradas digitales:** Se utilizarán para la adquisición de señales del proceso producidas por el cierre y apertura de contactos y alarmas. Las señales deberán recibirse directamente de los equipos, por lo tanto, deberán estar aisladas galvánicamente por medio de opto acopladores o relés de interposición. Las señales de cierre y apertura de un mismo contacto deberán tomarse como eventos diferentes. Los módulos deberán estar en capacidad de detectar alarmas y cambios de estado momentáneo y deberá poseer filtros de tiempo con el fin de prevenir indicaciones dobles o posiciones indefinidas. La densidad para estas tarjetas deberá ser igual o superior a 16 entradas digitales por tarjeta.
- **Entradas analógicas:** Se utilizarán para la adquisición de las señales provenientes de los transductores y transmisores que entreguen señales de 0 o 4 a 20 mA. y de voltaje  $\pm 10V_{cd}$ . Las entradas analógicas deberán estar equipadas con las protecciones adecuadas para garantizar que los transientes y oscilaciones inducidas no dañen los módulos de entrada o los componentes que los integran. Deberán tener aislamiento galvánico. Los conversores análogo/digital (A/D) deberán tener una resolución mínima de 15 bits más signo, una precisión de  $\pm 0,1\%$  a plena escala y  $25\text{ }^{\circ}C$  y  $\pm 0,2\%$  a plena escala en toda la gama de temperatura ambiente requerida. La entrada al conversor A/D deberá exhibir una característica de rechazo al ruido de modo común de al menos 90 dB de 0 a 60 Hz y capacidad de soportar al menos 200 Vca pico. El rechazo de ruido de modo diferencial será al menos 60 dB a 60 Hz. Las técnicas utilizadas para multiplexaje de datos y para la terminación de los transductores no deberán reducir estas características de inmunidad al ruido.

- **Salidas digitales:** Las salidas digitales deberán ser por medio de relés de interposición incorporados en los módulos de salidas digitales, mediante contactos libres de potencial o salida por transistor, que a su vez sirvan de aislamiento galvánico entre el equipo y el proceso. Los relés de salida deberán tener la capacidad requerida para operar las cargas de los equipos que accionan. Las bobinas del relé deberán ser alimentadas internamente y los contactos tendrán la alimentación del circuito exterior, con valores de 24Vdc. Los módulos deberán tener indicación del estado operativo de las salidas por medio de leds y funciones de supervisión del circuito de la salida y reportar sus fallas. Los módulos deberán estar en capacidad de generar por software diferentes tipos de salidas a través de sus relés como son: contactos con tiempos de activación ajustables, salidas con enclavamientos (Latching type), trenes de pulsos ajustables, salidas codificadas, etc., según sean las necesidades de los equipos a controlar. La densidad para estas tarjetas deberá ser igual o superior a 16 salidas digitales por tarjeta.
- **Salidas analógicas:** Estos módulos deberán entregar señales independientes, aisladas galvánicamente y seleccionables para salidas de corriente de 0 o 4 a 20 mA. y de voltaje  $\pm 10$ Vcd. Los módulos deberán tener conversores análogo/ digital de al menos 15 bits, incluido el signo y un error máximo de 0.1%. Deberán tener la potencia requerida para la alimentación de los equipos a conectar e incluir los amplificadores en caso de ser necesario. Las salidas deberán ser a prueba de cortocircuito y permitir una impedancia de circuitos hasta de 300 ohmios.

Tener presente que se requiere como mínimo el 30% de disponibilidad en entradas y salidas.

- La siguiente es la configuración básica del PLC:

Módulo	Cantidad
Comunicaciones DNP 3.0 Maestro-esclavo	1+1
Comunicaciones MODBUS TCP Maestro y Esclavo	1
Comunicaciones MODBUS RTU	1 (para el plc asociado al bombeo 3, se requieren 2 lazos MODBUS RTU)
CPU	1
Entradas digitales	96 DI
Salidas digitales	32 DO
Entradas analógicas	12 AI
Salidas analógicas	8 AO

Tabla 1.2. Configuración básica controlador para estación de Bombeo La Yuquita

### **3.22.13.1.10. Interfaz Hombre-Máquina (IHM)**

Se debe suministrar una interfaz hombre-máquina IHM, con todos los elementos necesarios para establecer comunicación con el PLC y demás sistemas asociados a su proceso. De manera que a través de ésta se pueda tener el diagrama esquemático del equipo que controla y adicionalmente ver los estados, las alarmas, eventos y consignas (setpoint) de los equipos, además de permitir la realización de comandos y secuencias en forma local.

Esta IHM deberá ser industrial del tipo LCD TFT a color de 15 pulgadas, resolución mínima de 1024x768, tipo touchscreen apropiada para desplegar toda la información del sistema como presiones, temperaturas, caudales, corrientes, voltajes, etc. y contar con todas las funciones requeridas de programación, supervisión, alarma y control.

Deberá contar con dos puertos Ethernet RJ45 10/100Mbps o superior, un (1) puerto Ethernet y un (1) puerto USB, como características mínimas.

La IHM se comunicara con el PLC por medio del protocolo MODBUS TCP.

Deberá tener grado de protección NEMA 4X y temperatura de trabajo hasta 55°.

Alimentación 24VDC, Memoria RAM de 1GB mínimo.

En la IHM se deberán desplegar pantallas de alarmas, eventos, históricos, configuración de setpoint, menús de acceso rápido, diagramas del sistema asociado a su municipio, estado de las comunicaciones y demás diagramas que permitan la operación del sistema.

La pantalla IHM debe permitir el despliegue de teclado para el ingreso de setpoint, contraseñas o demás requerimiento de ingreso de datos; y este debe ocultarse una vez ingresados los datos.

Deberá operar bajo sistema operativo Windows con memoria R/W no volátil de estado sólido.

### **3.22.13.1.11. Ambiente de programación**

El CONTRATISTA será el responsable de la programación de las IHM. Adicionalmente, se debe suministrar un paquete de software, con las licencias, llaves de software, llaves de hardware, entre otros, que sean necesarios para la programación de estas, así como los programas fuente.

Deben suministrarse dos (2) licencias de software de configuración y programación de la IHM. Esta debe ser licenciada a través de software ó mediante USB. El software debe ejecutarse sobre el sistema operativo windows XP, Vista , Windows 7 y versiones superiores.

La configuración y programación de la IHM se debe poder realizar por el puerto Ethernet. Adicionalmente, podrá ser por puerto serial o por USB, como medio de respaldo. (Se deben incluir los cables necesarios para realizar la programación)

### **3.22.14. SISTEMA DE COMUNICACIONES**

#### **3.22.14.1.1. General**

EL CONTRATISTA deberá realizar el diseño, suministro, transporte, montaje y puesta en servicio de un enlace de comunicaciones que permita conectar la EBAR La Yuquita con el tanque casanova en Turbo, Antioquia.

El suministro deberá efectuarse de acuerdo con el conjunto de requisitos establecidos en este pliego de condiciones y especificaciones, teniendo en cuenta especialmente la intención y el alcance del mismo. En consecuencia, cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para lograr que los demás componentes del sistema de comunicaciones, puedan operar satisfactoria y confiablemente, deberá ser considerado por EL CONTRATISTA e incluido también como parte del suministro.

El diseño, suministro, transporte, montaje y puesta en servicio del enlace de comunicaciones, se ajustará a las condiciones expuestas en este capítulo técnico y comprenderá los siguientes aspectos:

- Equipos terminales y sistemas radio necesarios para conformar los enlaces.
- Elementos necesarios para la correcta instalación y puesta en servicio de los equipos: conectores, abrazaderas y accesorios de anclaje, soportes, pasamuros, bridas de unión, conexiones de tierra, protecciones contra cargas atmosféricas, cables de interconexión de módulos, bastidores, estructuras de fijación y el correspondiente cableado de alimentación.

Todos los materiales suministrados deberán ser nuevos, encontrarse en perfectas condiciones de uso, y cumplir las especificaciones técnicas descritas en el presente pliego, así como la normativa actual vigente aplicable.

EL CONTRATISTA deberá suministrar personal para el montaje, pruebas y puesta en servicio del sistema de comunicaciones, este personal deberá tener experiencia en la instalación de sistemas de comunicaciones en zonas de características similares a la zona de Urabá.

El suministro de energía se debe tomar de los tableros de control incluidos en las presentes especificaciones.

Se debe incluir dentro del suministro, el soporte técnico durante un (1) año contado a partir de la puesta en servicio del sistema.

Debe ser posible configurar los equipos del sistema de comunicaciones para permitir la comunicación por enlaces punto a punto o punto a multipunto.

#### **3.22.14.1.2. Sitios de instalación**

El diseño de la red de comunicaciones debe considerar todos los puntos de conexión que existen actualmente y los nuevos puntos de instalación, con el fin de evitar interferencia o incompatibilidades entre estos sistemas.

Las coordenadas de ubicación para los puntos que se requieren comunicar son las siguientes:

SITIO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD
EBAR La Yuquita	TURBO	Nuevo		

SITIO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD
Tanque Casanova	TURBO	Nuevo (existen otros equipos de comunicación radio instalados en este sitio)	76.71721W	8.09041N

El sistema de comunicaciones estará conformado por los siguientes equipos:

#### **3.22.14.1.3. Radioenlace**

Este sistema debe estar conformado por dos (2) radios; el primero instalado en el tanque Casanova, el cual debe permitir la opción de configuración como PTP y PMP, el segundo radio instalado en la EBAR La Yuquita debe ser un equipo con funcionalidad suscriptor.

#### **3.22.14.1.4. Rango de Operación**

El sistema debe operar en los rangos de frecuencia no licenciadas de 5- 6 GHz.

#### **3.22.14.1.5. Método de acceso**

OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access). Los equipos deben permitir la configuración vía software del porcentaje de tráfico de DownLink y UpLink.

#### **3.22.14.1.6. Alcance**

El sistema debe permitir la conexión de puntos separados por una distancia de por lo menos 3km con línea visada sin el uso de reflectores.

Debe permitir la utilización de reflectores externos pasivos en los radios del sistema PMP

#### **3.22.14.1.7. Latencia**

La latencia bidireccional de la interfaz aérea debe ser menor o igual a 10ms por trayecto, de forma que permita la utilización de aplicaciones que requieran baja latencia, como por ejemplo VoIP y Video

#### **3.22.14.1.8. Sectorización**

El Access Point debe tener una antena de tipo sectorial que abarque sectores entre 90 y 120 grados.

#### **3.22.14.1.9. Sensibilidad del receptor**

Este sistema debe poseer una sensibilidad nominal típica de receptor de -86 dBm o mejor.

#### **3.22.14.1.10. Potencia del transmisor**

El sistema debe permitir la configuración de la potencia de transmisión vía software por lo menos 23 dBm.

#### **3.22.14.1.11. Robustez de la Interfaz de RF**

Como el sistema debe operar en bandas de frecuencia no licenciadas, el sistema deberá tener mecanismos para minimizar el impacto de interferencia interna y externa en el sistema:

El sistema PMP debe utilizar mecanismos de sincronización de los Puntos de Acceso que componen las estaciones de radio base, a fin de minimizar la interferencia interna en el sistema, permitiendo la extensión de la red mediante la adición de nuevas radios base con mínimo impacto en la red.

El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la operación con una relación Señal/Ruido nominal menor o igual a 3dB.

#### **3.22.14.1.12. Capacidad de Tráfico**

Este sistema deberá tener un ancho de Banda de 40MHz, ajustable por software.

#### **3.22.14.1.13. Características Generales**

El sistema debe permitir realizar un reset para volver a la configuración de fábrica.

#### **3.22.14.1.14. Características de calidad de Servicio**

El sistema debe implementar priorización de tráfico con clasificación de paquetes mediante TOS (Type of Service), DiffServ, DSCP, COS, VLAN ID, IP y dirección MAC.

El sistema debe permitir la configuración de los parámetros CIR y MIR para cada equipo, a fin de definir los límites mínimos y máximos de tráfico, permitiendo, así, la implementación de planes de servicio diferenciados.

#### **3.22.14.1.15. Características de Networking**

El sistema debe permitir la configuración de VLANs del sistema, según 802.1Q con prioridad 802.1p.

El sistema debe permitir el uso de los siguientes protocolos: IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, SSH, SNMPv2c, HTTPs, FTP

Los equipos del sistema deben permitir la marcación (y posterior demarcación en el equipo destino) con tag VLAN de los frames no marcados que lleguen por la interfaz cableada Ethernet.

Los equipos del sistema deben permitir el tráfico de frames ya marcados con VLAN tag, de acuerdo a la configuración vía software.

El sistema debe permitir la configuración de una VLAN específica para fines de administración del sistema.

El sistema debe permitir la configuración del recurso NAT.

El sistema PMP (punto multipunto) debe soportar por lo menos 3.000 direcciones MAC de estaciones de usuarios dentro de cada célula de 360 grados.

#### **3.22.14.1.16. Características Eléctricas & Físicas**

Los módulos de radio utilizados en el sistema (Punto de Acceso y CPE) deben poseer alimentación PoE (Power Over Ethernet) 30VDC ajustado a la norma 802.3af.

Los módulos CPE y Punto de Acceso deben poseer consumo eléctrico individual típico menor a 10W.

Los equipos deben poseer interfaz de red 100BaseT o superior, half/full dúplex, velocidad autonegociable de conformidad con la norma 802.3af

Los módulos y elementos que componen el sistema deben destinarse a la instalación externa, sin la necesidad de cajas herméticas adicionales o protección, a excepción de los módulos de alimentación que pueden ser instalados en un ambiente interno.

El sistema debe trabajar dentro del siguiente rango de temperatura: -30° C a +50°C  
Los módulos que componen el sistema PMP deben ofrecer resistencia a vientos de hasta 140 km/h o superior.

Los equipos deben poseer protección contra descargas de rayos.

#### **3.22.14.1.17. Características de Seguridad**

Encriptación de datos WEP/AES 128 bits

El sistema PMP debe implementar un mecanismo de autenticación en la interfaz aérea, de forma que sólo se puedan registrar en los puntos de acceso del sistema los módulos CPEs previamente registrados en la base de datos del servidor de autenticación.

#### **3.22.14.1.18. Características del Sistema de Administración, Configuración y Autenticación**

El sistema PMP debe contar con un sistema de administración específico tipo EMS (Element Management System), el cual prevé la integración con sistemas tipo NMS.

El sistema EMS debe poseer la capacidad de administrar las configuraciones de Plan de Servicio y Perfil de VLAN de cada CPE del sistema de forma centralizada

El sistema debe permitir la actualización remota de la versión de software de las radios, a partir de un punto central de la red, utilizando herramientas con entorno gráfico.

El sistema PMP debe poseer una interfaz de configuración y administración WEB o SNMP amigable.

El sistema PMP debe ser compatible con el protocolo de administración SNMPv2.

El sistema EMS ofrecido debe incluir por lo menos los siguientes recursos:

- Permitir el agendamiento de tareas
- Gráficos de performance de los elementos (ancho de banda y calidad de la interfaz de RF)
- Generación de alarmas y notificaciones vía e-mail
- Definición de los eventos que disparan las alarmas y notificaciones

- Definición de modelos de configuración de los módulos del sistema para permitir una reconfiguración rápida y consistente de la red

#### **3.22.14.1.19.Montaje**

La ruta de cableado desde el mástil hacia los rack de comunicaciones deber ser con tubería galvanizada.

Todos los equipos deberán estar conectados a tierra.

#### **3.22.14.1.20.Documentación**

El proveedor deberá entregar dos copias completas soporte en papel, y soporte magnético, de toda la documentación que se genere asociada a la instalación de los radioenlaces, en idioma español.

La documentación incluirá como mínimo los siguientes conceptos:

1. Perfiles topográficos, cálculos de visibilidad y atenuación.
2. Marca, modelo, N° de serie y ubicación de los equipos
3. Manuales de instrucciones y soporte.
4. Planos de disposición de los equipos, planos de cableado y esquemas de conexiones entre los diferentes equipos, configuración del hardware, etc.
5. Licencias de software (si aplica): nombres del usuario, y códigos de autorización en caso de requerirse.
6. Manuales técnicos de los equipos

#### **3.22.15. SUICHES DE COMUNICACIONES**

Dos (2) suiches de comunicación Ethernet capa 2, uno instalado en la EBAR la Yuquita y otro instalado en el tanque casanova.

Los suiches suministrados deben ser equipos tipo industrial, diseñados y fabricados para operar en condiciones ambientales difíciles como las de los bombeos de aguas residuales.

Los equipos deben suministrarse completos con todos los puertos y transceivers necesarios para la operación de los puertos, deben ser modulares, de manera que permitan en un futuro realizar adiciones o cambios en los puertos (10/100/100Base-T, 100Base-Fx, según sea el caso), mediante la inserción de módulos o tarjetas SFP o similares.

La inserción y/o retiro de módulos o tarjetas debe poder hacerse por personal de EPM, en el sitio donde están instalados los equipos, sin que se requieran herramientas especializadas y sin que el cambio afecte las condiciones de garantía de los equipos.

Las interfaces eléctricas deberán usar conector RJ45. Todos los puertos podrán operar en configuración full-duplex.

La hora de los equipos suministrados debe poder ser sincronizada usando protocolo SNTP.

Todos los equipos deberán tener soportes que permitan una instalación firme y de fácil manejo; además, deberán tener protección contra vibraciones y golpes moderados.

Se debe garantizar que es posible el montaje de estos equipos en Rack estándares de 19", deben suministrarse todos los accesorios necesarios para la instalación. También puede garantizarse la instalación en rack de 19", mediante soportes adecuados, los cuales deben hacer parte del suministro.

Los equipos suministrados deben almacenar información de todos los eventos relevantes ocurridos, como son falla y restablecimiento de enlaces, tormentas de broadcast detectadas, intentos de acceso no autorizado, reinicio del equipo, etc. Estos eventos deben almacenarse junto con la fecha y hora de ocurrencia, en una memoria no volátil, de modo que el log pueda consultarse aún después de haberse apagado el equipo.

La red de datos deberá asumir en forma total e independiente, el manejo de las comunicaciones entre los equipos constitutivos del sistema de control, protección y medida, garantizar con su estructura la realización de las funciones de control y permitir reestructuraciones sin afectar el desarrollo de los programas de aplicación. Adicionalmente, deberán permitir la ampliación de futuros campos.

A continuación se describen las características específicas de los equipos requeridos:

Los equipos suministrados deberán ser de la misma marca y modelo. Los equipos deberán tener implementados todos los protocolos y herramientas descritos en la siguiente tabla y además deben garantizar la conectividad con los demás equipos de red que hacen parte de este pliego.

La capacidad de suicheo de los equipos debe ser al menos de 8Gbps y la tasa de envío de mínimo 5Mpps.

FUNCIONES Y PROTOCOLOS		CARACTERÍSTICAS
<b>Protocolos Física</b>	<b>Capa</b>	Tasas de transferencia 10/100/1000 Base-Tx (802.3u)
		Auto-negociación (802.3 Sección 28)
		Entre 16 y 20 Interfaces Eléctricas con conector RJ45, 10/100/1000 Base-Tx
<b>Funciones Protocolos Operativo</b>	<b>Sistema y</b>	Rapid Spanning Tree Protocol (802.1w)
		Calidad de Servicio QoS (802.1p) con al menos 4 colas de prioridad
		Control de acceso por puerto (802.1x)
		VLAN (802.1q), con al menos 250 VLAN
		Protocolo SNTP
		Link aggregation
<b>Protocolos herramientas Gestión Troubleshooting</b>	<b>y de y</b>	SNMP v2 y v3
		Port Mirroring
		Interfaces de Gestión por líneas de comando (Consola, Telnet, SSH, etc.)
		Interfaces de Gestión HTTPS
		Estadísticas de tráfico por puerto
		Indicadores LED de estado por puerto
		Update de Firmware mediante Webserver
<b>Funciones Aplicaciones Seguridad</b>	<b>y de</b>	SSH/SSL Encryption
		Permitir control de autenticación centralizada mediante servidor RADIUS, AAA
		Seguridad de puerto basado en direcciones MAC
		Storm Filtering / Rate Limiting
		Múltiples niveles de usuario protegidos con contraseña

### 3.22.15.1.1. Voltaje de alimentación y soporte

Las fuentes de alimentación de los suiches deben estar integradas a los mismos. Se tiene la siguiente opción de alimentación: 24VDC.

Las fuentes deberán tener aislamiento galvánico entre las tensiones de entrada y de salida, medios de protección por bajo y alto voltaje para prevenir daños en el equipo, protecciones por cortocircuito y sobrecarga, filtros adecuados para evitar la entrada de ruido desde el sistema de alimentación, o que el equipo imponga ruido sobre

este, el equipo debe cumplir con la última edición de las normas IEC 60801 e IEC 61000 respecto a la capacidad para soportar sobre-voltajes.

### 3.22.15.1.2. Condiciones Ambientales

Temperatura de Operación: 0 - 60 °C

Grado de Contaminación (IEC): Medio

Los equipos deberán resistir unas aceleraciones de 5g en cualquier dirección.

Los equipos suministrados deben garantizar una protección IP40, además no deben tener partes móviles.

### 3.22.15.1.3. MTBF

Cada uno de los módulos (tanto principales como secundarios o de expansión) que componen cada equipo deben tener un MTBF (Mean Time Between Failure) superior a las 100.000 horas.

### 3.22.15.1.4. Gestión de Red

Para la gestión de red de los equipos suministrados se utilizará el protocolo SNMP, por tal motivo el fabricante deberá poner a disposición de EPM todas las MIBs (Management Information Bases) existentes para los equipos sin ningún costo.

### 3.22.15.1.5. Normas, estándares y pruebas requeridas

Los equipos deben cumplir con los requerimientos establecidos en la siguiente tabla:

<b>Seguridad</b>	● CSA/UL 60950-1
	● cCSAus (CSA C22.2 No. 60950-1)
	● FDA/CDRH Laser Eye Safety (21 CFR)
<b>Inmunidad a sobrevoltaje y radiación electromagnética</b>	● IEC61000-6-2 o EN 50082-2
	● IEC61000-4-2 (Haber pasado estas pruebas)
	● IEC61000-4-3 (Haber pasado estas pruebas)
	● IEC61000-4-4 (Haber pasado estas pruebas)
	● IEC61000-4-5 (Haber pasado estas pruebas)

### 3.22.15.1.6. Manuales y Documentos

El proveedor deberá suministrar catálogos, manuales, descripciones, instrucciones y toda la información técnica pertinente y suficiente para acreditar la calidad y características técnicas de los equipos.

Los manuales y catálogos deberán contener información suficiente para que puedan ser usados como manuales de capacitación del personal que va a operar los equipos. Incluirán lo siguiente:

- Descripción general del software y el hardware de los equipos y sus características.
- Procedimientos detallados para la generación de reportes y sus modificaciones.
- Procedimientos detallados para adicionar y modificar los parámetros de configuración
- Procedimientos detallados para crear copias de respaldo de las configuraciones creadas

### 3.22.15.1.7. Características técnicas garantizadas radioenlace

CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
Fabricante	Especificar
País	Especificar
Modelo de los equipos ofrecidos	Especificar
<b>Características y Funcionalidades:</b>	
El sistema debe operar en los rangos de frecuencia no licenciadas de 5- 6 GHz.	Especificar
<b>Método de acceso</b>	
OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access).	Cumple
Los equipos deben permitir la configuración vía software del porcentaje de tráfico de DownLink y UpLink.	Cumple
<b>Alcance</b>	
El sistema debe permitir la conexión de puntos separados por una distancia de por lo menos 3km con línea visada sin el uso de reflectores.	Cumple
Debe permitir la utilización de reflectores externos pasivos en el radios del sistema PMP	Cumple
<b>Latencia</b>	
Menor o igual a 10ms por trayecto	Cumple
<b>Sectorización</b>	
El Access Point debe tener una antena de tipo sectorial que abarque sectores entre 90 y 120 grados.	Cumple
<b>Sensibilidad del receptor</b>	
Este sistema debe poseer una sensibilidad nominal típica de receptor de -86 dBm o mejor.	Cumple

CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
<b>Potencia</b>	
El sistema debe permitir la configuración de la potencia de transmisión vía software por lo menos 23 dBm.	Cumple
<b>Interfaz de RF</b>	
El sistema PMP debe utilizar mecanismos de sincronización de los Puntos de Acceso que componen las estaciones de radio base, a fin de minimizar la interferencia interna en el sistema, permitiendo la extensión de la red mediante la adición de nuevas radios base con mínimo impacto en la red.	Cumple
El sistema PMP (punto multipunto) debe permitir la operación con una relación Señal/Ruido nominal menor o igual a 3dB.	Cumple
<b>Capacidad de Trafico</b>	
Este sistema deberá tener un ancho de Banda de 40MHz, ajustable por software.	Cumple
<b>Calidad de servicio</b>	
El sistema debe implementar priorización de tráfico con clasificación de paquetes mediante TOS (Type of Service), DiffServ, DSCP, COS, VLAN ID, IP y dirección MAC.	Cumple
El sistema debe permitir la configuración de los parámetros CIR y MIR para cada equipo, a fin de definir los límites mínimos y máximos de tráfico, permitiendo, así, la implementación de planes de servicio diferenciados.	Cumple
<b>Networking</b>	
El sistema debe permitir la configuración de VLANs del sistema, según 802.1Q con prioridad 802.1p.	Cumple
El sistema debe permitir el uso de los siguientes protocolos: IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, SSH, SNMPv2c, HTTPs, FTP	Cumple
Encriptación de datos WEP/AES 128 bits	Cumple
Los equipos del sistema deben permitir la marcación (y posterior demarcación en el equipo destino) con tag VLAN de los frames no marcados que lleguen por la interfaz cableada Ethernet.	

CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
Los equipos del sistema deben permitir el tráfico de frames ya marcados con VLAN tag, de acuerdo a la configuración vía software.	Cumple
El sistema debe permitir la configuración de una VLAN específica para fines de administración del sistema.	Cumple
El sistema debe permitir la configuración del recurso NAT.	Cumple
El sistema PMP (punto multipunto) debe soportar por lo menos 3.000 direcciones MAC de estaciones de usuarios dentro de cada célula de 360 grados.	Cumple
<b>Características Eléctricas y Físicas</b>	
Los módulos de radio utilizados en el sistema (Punto de Acceso y CPE) deben poseer alimentación PoE (Power Over Ethernet) 30VDC ajustado a la norma 802.3af.	Cumple
Los módulos CPE y Punto de Acceso deben poseer consumo eléctrico individual típico menor a 10W.	Cumple
Los equipos deben poseer interfaz de red 100BaseT o superior, half/full dúplex, velocidad autonegociable de conformidad con la norma 802.3af	Cumple
Los módulos y elementos que componen el sistema deben destinarse a la instalación externa, sin la necesidad de cajas herméticas adicionales o protección, a excepción de los módulos de alimentación que pueden ser instalados en un ambiente interno.	Cumple
El sistema debe trabajar dentro del siguiente rango de temperatura: -30° C a +50°C	Cumple
Los módulos que componen el sistema PMP deben ofrecer resistencia a vientos de hasta 140 km/h o superior.	Cumple

CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
Los equipos deben poseer protección contra descargas de rayos	Cumple
<b>Seguridad</b>	
Encriptación de datos WEP/AES 128 bits	Cumple
El sistema PMP debe implementar un mecanismo de autenticación en la interfaz aérea, de forma que sólo se puedan registrar en los puntos de acceso del sistema los módulos CPEs previamente registrados en la base de datos del servidor de autenticación	Cumple
<b>Administración y gestión</b>	
El sistema EMS debe poseer la capacidad de administrar las configuraciones de Plan de Servicio y Perfil de VLAN de cada CPE del sistema de forma centralizada	Cumple
El sistema debe permitir la actualización remota de la versión de software de las radios, a partir de un punto central de la red, utilizando herramientas con entorno gráfico	Cumple
El sistema PMP debe poseer una interfaz de configuración y administración WEB o SNMP amigable.	Cumple
El sistema PMP debe ser compatible con el protocolo de administración SNMPv2.	Cumple
<p>El sistema EMS ofrecido debe incluir por lo menos los siguientes recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir el agendamiento de tareas</li> <li>• Gráficos de performance de los elementos (ancho de banda y calidad de la interfaz de RF)</li> <li>• Generación de alarmas y notificaciones vía e-mail</li> <li>• Definición de los eventos que disparan las alarmas y notificaciones</li> <li>• Definición de modelos de configuración de los módulos del sistema para permitir una reconfiguración rápida y consistente de la red</li> </ul>	Cumple

**SUICHES ETHERNET CAPA 2**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>REQUERIDO</b>
Fabricante	Especificar
País	Especificar
Modelo de los equipos ofrecidos	Especificar
<b>Características y Funcionalidades:</b>	
Los equipos deben suministrarse completos con todos los puertos, transceiver y fuentes requeridas, deben ser modulares, de manera que permitan en un futuro realizar adiciones o cambios en los puertos	Cumple
Las interfaces eléctricas deberán usar conector RJ45. Todos los puertos podrán operar en configuración full-duplex.	Cumple
Se debe garantizar que es posible el montaje de los suiches y routers en Rack estándar de 19", directamente o a través de un dispositivo que permita realizar el montaje. Se deben suministrar todos los accesorios necesarios para el montaje.	Cumple
Los equipos deben tener protección contra vibraciones y golpes moderados.	Cumple
Los equipos suministrados deben almacenar información de todos los eventos relevantes ocurridos, como son falla y restablecimiento de enlaces, tormentas de broadcast detectadas, intentos de acceso no autorizado, reinicio del equipo, etc.	Cumple
<b>Protocolos Capa Física</b>	
10/100/1000 Base-Tx (802.3u)	Cumple
Auto-negociación (802.3 Sección 28)	Cumple
Entre 16 y 20 Interfaces Eléctricas con conector RJ45, 10/100/1000 Base-Tx	Cumple
<b>Funciones y Protocolos Sistema Operativo</b>	
Rapid Spanning Tree Protocol (802.1w)	Cumple

CARACTERÍSTICA	REQUERIDO
Calidad de Servicio QoS (802.1p) con al menos 4 colas de prioridad.	Cumple
Control de acceso por puerto (802.1x)	Cumple
VLAN (802.1q), con al menos 250 VLAN de 1 a 4096	Cumple
Protocolo SNMP	Cumple
Link aggregation	Cumple
<b>Protocolos y herramientas de Gestión y Troubleshooting</b>	
SNMP v2 y v3	Cumple
Port Mirroring	Cumple
Interfaces de Gestión por líneas de comando (Consola, Telnet, SSH, etc.)	Cumple
Interfaces de Gestión HTTPS	Cumple
Estadísticas de tráfico por puerto	Cumple
Indicadores LED de estado por puerto	Cumple
Update de Firmware mediante Webserver	Cumple
<b>Funciones y Aplicaciones de Seguridad</b>	
SSH/SSL Encryption	Cumple
Permitir control de autenticación centralizada mediante servidor RADIUS, AAA	Cumple
Seguridad de puerto basado en direcciones MAC	Cumple
Storm Filtering / RateLimiting	Cumple
Múltiples niveles de usuario protegidos con contraseña	Cumple

### 3.22.16. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CELDAS, EQUIPOS ESPECIALES Y ACOMETIDAS

En los planos se indican las medidas mínimas de las celdas, las cuales podrán ser ajustadas de acuerdo a los tamaños de los componentes seleccionados, por motivos de limitaciones en el espacio donde serán instalados se debe solicitar autorización.

En el plano, se muestra la disposición física de las celdas, las cuales estarán conformadas, en términos generales, por los siguientes elementos:

Se requiere el diseño, la fabricación, ensamble y suministro de un grupo modular de siete (17) celdas para la EBAR del Municipio de Turbo, y otros trabajos complementarios: Una (1) de medida (CM), una (1) de seccionador bajo carga (CS),

una (1) celda de transformador (CT), una (1) para transferencia y servicios generales de 460 V, una (1) para servicios auxiliares y para el transformador de servicios auxiliares, nueve (9) para los interruptores de los grupos, los variadores y las reactancias de cada grupo, una (3) para el controlador lógico programable (PLC) de cada uno de los bombeos, con un coche de desmonte y retiro de los variadores de dichas celdas.

Las celdas deberán operar en un sistema con un voltaje de servicio de 460 VAC en carga, cuatro hilos, conectado en estrella ("Y"), con el neutro conectado sólidamente a tierra.

El contratista suministrará, transportara, instalara y pondrá en operación todos los elementos y equipos que se enumeran a continuación, los cuales deberán ser montados y cableados completamente en estos tableros.

También, los demás elementos que no sean listados aquí y que sean necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto, dichos elementos deberán ser tenidos en cuenta en la propuesta por parte del proponente y suministrados por el Contratista:

Los elementos que deberá suministrar el fabricante de las celdas son entre otros:

- Diecisiete (17) celdas auto soportadas con las dimensiones que se muestran en el plano adjunto.
- Un transformador trifásico, tipo seco encapsulado en resina, mínimo de 450 KVA de potencia, que cumpla con la condición arrancar y alimentar simultáneamente a través de VDF las motobombas a 460 Vac, más la carga de los servicios auxiliares.
- Una (1) planta diésel de 350 KW, 460 V, con transferencia y módulo de control automático.
- Dos (2) Totalizadores para la transferencia de  $\leq 65$  KA 3x 800 A Regulables, 600 Vac, extraíbles, con contactos auxiliares de abierto y disparo, con bobina de disparo, con unidad electrónica del tipo micrologic 7.0P o su equivalente, con sus respectivos transformadores y accesorios requeridos para su debida operación.
- El sistema de Servicios Auxiliares con su transformador tipo seco, trifásico, de 30 KVA; 460/208-120 Vac.
- Un (1) totalizador  $\leq 50$  KA de 3x 120 A ( Regulable) A, 600 Vac, para el primario del transformador de Servicios Auxiliares, con contactos auxiliares de abierto y disparo, con mecanismo de mando rotativo CCM, que se pueda operar desde el exterior del compartimiento y con enclavamiento de puerta.

- Un (1) Interruptor termo magnéticos para el DPS de 460 V de 3x 50 (-0 A, Regulable) con una capacidad de ruptura mínimo de 50 KA a 600 Vac, con contactos auxiliares de abierto y disparo.
- Un (1) totalizador  $\leq 50$  KA de 3x 200 A ( Regulable) A, 600 Vac, para secundario del transformador de Servicios Auxiliares, con contactos auxiliares de abierto y disparo, con mecanismo de mando rotativo CCM, que se pueda operar desde el exterior del compartimiento y con enclavamiento que no permita abrir la puerta cuando se encuentre energizado.
- Un (1) Interruptor termo magnéticos para el DPS de 208 V 3x 50 (-0 A, Regulable) con una capacidad de ruptura mínimo de 20 KA a 600 Vac con contactos auxiliares.
- Tres (3) totalizadores  $\leq 50$  KA de 3x 200-300 A (Regulable), 600 Vac, para los tres bombeos, respectivamente, con contactos auxiliares de abierto y disparo y bobina de disparo, con mecanismo de mando rotativo CCM, que se pueda operar desde el exterior del compartimiento y con enclavamiento que no permita abrir la puerta cuando se encuentre energizado.
- Nueve (9) totalizadores  $\leq 50$  KA de 3x 65-150 A (Regulable), 600 Vac, para las bombas de los tres bombeos, con contactos auxiliares de abierto, disparo, y bobina de disparo, con mecanismo de mando rotativo CCM, que se pueda operar desde el exterior del compartimiento y con enclavamiento que no permita abrir la puerta cuando se encuentre energizado.
- Diecisiete (17) Interruptores termo magnéticos para los actuadores eléctricos 3x 30 A (25-35 A, Regulable) con una capacidad de ruptura mínimo de 20 KA a 208 Vac con contactos auxiliares.
- Nueve (9) minibreakers con sus respectivos contactos auxiliares abierto y cerrado, con capacidades de cinco (5) A, curva B, para alimentar el control de cada uno de los variadores de velocidad.
- Seis (6) minibreakers con sus respectivos contactos auxiliares abierto y cerrado, con capacidades de cinco (5) A, curva B, para alimentar el control de cada uno de los tableros de PLC y HMI.
- Nueve (9) selectores de llave para bloqueo, uno (1) para cada grupo que solo permita retirar la llave cuando el operador lo quiera bloquear y Nueve (9) selectores de posiciones Local Mantenimiento –Local Operación– Remoto, de izquierda a derecha, cada uno.
- La celda de los interruptores de grupo, se deberán proveer con rejillas de ventilación y Dos (2) extractores de seis (6)” tipo industrial extra silenciosos

dispuestos de tal forma que permitan la circulación del aire por el interior de cada compartimiento, dos (2) por cada grupo.

- Se deberá suministrar dos (2) interconexiones en cable XLPE al 133% con sus conos de alivio interiores, según norma EPM, estas serán instaladas como conexión entre medida y seccionador y entre seccionador y transformador.
- Los pulsadores (push botton) y pilotos deberán ser de alta calidad, se sugieren del tipo OMRON o de igual calidad.
- El analizador de red; deberá ser suministrado para el sistema general de 460 V, con el sistema de comunicaciones Modbus RS 485 (Power Logic System PM 850) ) y accesorios de funcionamiento como son sus transformadores. Se sugiere del tipo el PM-850 o de igual calidad.
- Nueve (9) Variadores de frecuencia de mínimo 60 HP, 91 Amp, 460Vac, Heavy Duty, con sus respectivas reactancias de línea.
- Tres (3) pantallas IHM, Color, 12" Touchscreen tipo industrial, del mismo fabricante para que sea completamente compatible con el PLC, con su respectiva conexión y programación, de acuerdo a la filosofía de control suministrada por LAS EMPRESAS.
- Un (1) juego supresor de transitorios en media tensión en la celda de medida, 12 KV, 10KA.
- Un (1) juego supresor de transitorios en media tensión al lado del primario del transformador, 12 KV, 10KA.
- Accesorios en general, cableado de control, borneras, marcación de cables, marcación de equipos, lámparas para la iluminación interna de cada celda y compartimiento con sus respectivos microsuiches.
- Cable potencia acometida principal en cable XLPE al 133% con sus conos de alivio y demás accesorios, (Cajas primarias, vestida de poste, bajante, herrajes, entre otros).
- Cables de instrumentación 12x16 o 18x18 apantallado e hilo de drenaje con sus accesorios, (Tubería IMC, bandejas porta cables, conduflex, conectores, entre otros) para el cableado de la instrumentación de campo y periféricos.
- Cables de instrumentación 4x16 o 4 x 18 apantallado e hilo de drenaje con sus accesorios, (Tubería IMC, bandejas porta cables, conduflex, conectores, entre otros) para el cableado de la instrumentación de campo y periféricos.

- Cable especial para la comunicación del bus de campo Modbus RS 485.
- Cables Ethernet categoría 6 SFTP con conectores RJ-45. Chaqueta LSZH
- nueve (9) cajas de conexión para potencia y nueve (9) cajas de conexión para control de cada grupo tipo en acero inoxidable, incluye accesorios Ceno, borneras, prensa cables en acero inox o similar, barraje de cobre, terminales de cobre, encintada y demás elementos necesarios para su correcta instalación.
- Cuatro (4) cajas a intemperie de 220/127 se sugiere del tipo TECNA y su acometida de m con un toma especial para intemperie con salida de 220/127 V a.c. esta caja de paso es de sobreponer, en aluminio con acabado exterior pintura electroestática tipo poliéster color gris termoendurecible en polvo exterior y pintura gris tipo martillado interior, producto certificado por el CIDET conforme al RETIE; con dimensiones de 12" x 6" x 6". la caja contiene: bisagra lamina de montaje 1 minibreaker bipolar WMN2C32 con capacidad para 32 (A) y capacidad de interrupción de 10000 (A) a 240 Vac, 1 toma doble 3 hilos con capacidad para 15 A. (IP 44) 1 toma PKF32F434 tetrafilar 3p + 1t con capacidad para 32 (A). (IP 44)
- Diez lámparas dobles; para iluminación de emergencia, se sugiere referencia ILURAM.
- Instalación eléctrica de los servicios auxiliares de la caseta de la estación de bombeo (iluminación interior, exterior y tomas), incluye todos los elementos, Un (1) un tablero de 24 circuitos 5 barras con su respectivo DPS, los aparatos serán de excelente calidad.

El contratista deberá cablear todas las señales internas de los equipos en las celdas a sus respectivas borneras (contactos auxiliares de los interruptores, variadores de velocidad a borneras debidamente identificadas para realizar posteriormente la interconexión entre borneras. Suministrará el cableado entre los tableros y el PLC de todas las señales. También, suministrará el cableado entre el PLC y el Datapanel.

El contratista deberá interconectar los barrajes entre celdas en el momento de la instalación de las celdas.

El Contratista deberá suministrar y conectar la alimentación de potencia y control de los variadores de frecuencia y sus equipos complementarios; desde el barraje al interruptor y desde este al variador, pasando por la reactancia de línea.

Todos los tableros serán entregados completamente cableados, marcados y con letreros en el cableado y en las borneras.

Cada celda deberá tener su marcación de los elementos de maniobra y del nombre del equipo que comanda en placas en graboplay de fondo negro y letras blancas fabricadas con la técnica "Láser" de acuerdo con los nombres especificados en los diagramas unifilares y previa aprobación del tamaño y estilo por parte de Las Empresas.

### 3.22.17. CELDA DE MEDIDA

El Contratista deberá fabricar y suministrar una Celda para la Medida, de operación bajo carga (CM) de media tensión 13.2 KV.

El Contratista deberá suministrar, transportar instalar y poner en funcionamiento la acometida en cable aislado para 15 kV, 1/0, AWG, 133% de aislamiento entre el punto de conexión asignado y la CM.

La CM deberá suministrarse con una placa de datos característico sin omitir detalles técnicos importantes y ubicada en un lugar visible. También, en la puerta se debe instalar una placa metálica con las características de los equipos de medida que están en el interior.

La CM tendrá un módulo para iluminación con interruptor exterior, ubicado adecuadamente junto a la puerta de la celda, para el control de dicha luminaria, con una puerta exterior para cambio directo de bombilla y con malla de cerramiento para impedir el acceso al interior de la celda.

La CM tendrá una ventana de inspección (visor exterior), ubicada en la puerta, con rejilla interior en malla eslabonada que impida el acceso directo al interior de la celda, con vidrio templado homologado por EPM.

La CM tendrá rejilla tupida en malla eslabonada con tapa abisagrada que permita la rápida conducción de presiones producidas por fallas o cortocircuitos, localizadas en la parte posterior alta de la celda.

La CM tendrá dispositivos exteriores para portasellos de la empresa distribuidora de energía.

Se deberán suministrar las interconexiones en cable XLPE al 133% con sus conos de alivio interiores, se acepta del tipo exterior, según norma.

La CM deberá tener tres (3) descargadores monopolares en media tensión  $\leq 12\text{kV}$ , 10kA. (DPS).

La CM se deberá suministrar con **tres (3)** Transformadores de Potencial  $13.200/\sqrt{3}-120/\sqrt{3}$  V. y **tres (3)** Transformadores de Corriente según norma 30/5A, ambos grupos de Clase 0.5, con su respectiva bornera de prueba según norma de EPM. El Contratista realizará los trámites para pruebas y legalización correspondientes ante la de la empresa distribuidora de energía.

Se deberá suministrar en la CM, el contador electrónico multifuncional para tres elementos, con modem, que tenga registro de demanda y telemedida, el Contratista realizará los trámites de legalización correspondientes ante la de la empresa distribuidora de energía.

Se deberán tener en cuenta las Normas de EPM RA8-012, RA8-014 y RA8-030.

De conformidad con la norma RA8-014\_2012-S-E\_Interior

La señalización de peligro de alta tensión deberá ser clara, ubicada en la parte frontal y en lugar visible, en material acrílico y normalizado. según RETIE.

Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.

Dimensiones máximas de la celda, aproximadas: 2200 mm de alto x 1100 mm de ancho x 1200 mm de profundo.

### **3.22.18. CELDA DE SECCIONADOR DE OPERACIÓN BAJO CARGA TRIPOLAR**

El Contratista deberá fabricar el complemento y suministrar una Celda con Seccionador preferiblemente en vacío o en su defecto en SF6, de operación bajo carga (CS) de media tensión 13.2 KV.

La CS tendrá una tensión máxima de servicio de 17.5 KV y una corriente nominal de 630 A.

La CS deberá tener bobina de disparo (24 Vdc), cuatro contactos auxiliares (4) NA y cuatro (4) NC y cuchillas de puesta a tierra ubicada en la parte inferior, con su enclavamiento mecánico.

La CS deberá tener fusibles dimensionados de acuerdo al transformador instalado, y según norma EPM, un sistema de indicación de la presencia de tensión en las fases que incluya un indicador con su señalización correspondiente.

La CS deberá suministrarse con dos placas de datos característico sin omitir detalles técnicos importantes y ubicados en un lugar visible. Una de éstas con las características de los equipos que están en el interior se instalará en la puerta.

La CS tendrá un módulo para iluminación con interruptor exterior, ubicado adecuadamente junto a la puerta de la celda, para el control de dicha luminaria, con una puerta exterior para cambio directo de bombilla y con malla de cerramiento para impedir el acceso al interior de la celda, se deberá suministrar la bombilla del tipo ahorradora.

La CS tendrá una ventana de inspección (visor exterior), ubicada en la puerta, con rejilla interior en malla eslabonada que impida el acceso directo al interior de la celda, con vidrio templado.

Se deberán suministrar las dos (2) interconexiones en cable XLPE al 133% con sus conos de alivio interiores, se acepta del tipo exterior, según norma.

Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.

La señalización de peligro de alta tensión deberá ser clara, ubicada en la parte frontal y en lugar visible, en material acrílico y normalizado. según RETIE.

De conformidad con la norma RA8-014\_2012-S-E\_Interior

Dimensiones máximas de la celda: 2200 mm de alto x 400 mm de ancho x 1200 mm de profundo.

### **3.22.19. CELDA PARA TRANSFORMADOR SECO DE POTENCIA**

El contratista deberá suministrar una celda para el transformador aprobada según norma, la cual contendrá:

- Un (1) transformador seco mínimo de 450 KVA seco cubierto en resina.
- Dos (2) sensores de temperatura tipo PT100 por cada bobina.
- Termómetro de indicación digital con comunicación Rs 485 protocolo Modbus RTU, con cuatro contactos secos dos para alarma y dos para el disparo que actúa sobre el seccionador e informa al PLC la situación presentada.
- Celda de conformidad con la norma EPM-RA8-013.
- De conformidad con la norma RA8-014\_2012-S-E\_Interior
- La señalización de peligro de alta tensión deberá ser clara, ubicada en la parte frontal y en lugar visible, en material acrílico y normalizado. según RETIE.
- Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.
- Dimensiones máximas de la celda: 2200 mm de alto x 2000 mm de ancho x 2000 mm de profundo.

### **3.22.20. TABLERO PARA TRANSFERENCIA, INTERRUPTORES DE 460 V**

- Dos (2) Interruptores de potencia  $\leq 50$  KA, 3 X 800 y 3 X 800 A, 480 Vac, para la red y la planta respectivamente, deberán ser del tipo, automáticos en aire,

abiertos y de aplicación extraíble, de operación manual y eléctrica de pulsador de apertura y de pulsador de cierre, con motor de carga de resorte, con testigo de resorte cargado o descargado y testigo de la posición de los contactos principales, con una (1) unidad de protección tipo electrónica, protecciones instantánea y de corto y largo tiempo, ajustables, con enclavamiento y con todos los accesorios requeridos para el proyecto.

- Tres (3) Totalizadores para los bombeos  $\leq 50$  KA, 3 X 200 A (120-220) A, 480 Vac, con contactos auxiliares de abierto y disparo, con mando rotativo desde el exterior del tablero.
- Uno (1) Interruptor 35 KA, 3 X 50 (30-80) A, 600 Vac., con contactos auxiliares de abierto y disparado, con mando rotativo desde el exterior del tablero, para el primario del transformador de servicios auxiliares.
- Un (1) DPS para los servicios auxiliares de 460 V.
- Un (1) Interruptor 50 KA, 3 50 X (40-60) A, 600 Vac., con contactos auxiliares de abierto y disparado, para el DPS.
- Un (1) analizador de red con comunicación Modbus RS 485 (Power Logic System PM-850) y accesorios de funcionamiento como son sus transformadores de corriente de núcleo abierto, minibreakers de alimentación, borneras. Se sugiere del tipo PM-850 o su equivalente.
- Un (1) relé automático para el control de la planta diésel y la transferencia con comunicación Modbus RS 485 (Power Logic System PM-850) y accesorios de funcionamiento como son sus transformadores de corriente de núcleo abierto, minibreakers de alimentación, borneras.

Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.

Dimensiones máximas de la celda: 2200 mm de alto x 800 mm de ancho x 1200 mm de profundo.

### **3.22.21. TABLERO PARA TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES E INTERRUPTORES DE 208 V**

- Un (1) transformador tipo seco trifásico de 30 KVA; 460 /208-120 Vac.
- Un (1) Interruptor ajustable 35 KA, 3 X 100 (80-120) A, 600 Vac, con contactos auxiliares de abierto y disparado, con bobina de disparo 24 Vdc), con mando rotativo desde el exterior del tablero, para el secundario del transformador de servicios auxiliares.

- Una (1) UPS para el control, tele gestionable, con salidas de 110 Vac para una corriente de 35 A, ( $\leq 4$  kVA).
- Un (1) DPS para los servicios auxiliares de 220 V.

Todos los interruptores automáticos termo magnéticos tendrán contactos auxiliares de estado y disparado.

- Cuatro (4) Interruptores 35 KA, 3 X 50 (40-60) A, 600 Vac, para alimentar unas cajas multi-toma del tipo COOPER industrial en el exterior de la caseta.
- Diecisiete (17) Interruptores 35 KA, 3 X 30 (25-30) A, 600 Vac, para alimentar los actuadores de la válvulas.
- Dos (2) Interruptores 35 KA, 3 X 30 (25-30) A, 600 Vac, para alimentar los puente grúas.
- Un (1) Interruptor 50 KA, 3 X 50 (40-60) A, 600 Vac., con contactos auxiliares de abierto y disparado, con bobina de disparo 24 Vdc), con mando rotativo desde el exterior del tablero, para el DPS.
- Un (1) control para cuatro extractores de aire con  $\varnothing \leq 15$ " en la caseta con sus respectivos cables alimentadores, selectores, push botton y cableado de control, se sugiere arrancador del tipo Tesys U, con modo de operación seleccionable con selector, manual mediante pulsadores Start Stop y automático mediante comandado enviado por el PLC de acuerdo a lógica de control.
- Cuatro (4) Extractores de muro tipo industrial de  $\varnothing$  mínimo 15", controlados según lo arriba anotado, estos deben ser silenciosos y de alta calidad tipo industrial.
- Cuatro (4) cajas multi-toma del tipo COOPER o equivalente industrial IP65, con los siguientes accesorio instalados con sus respectivas protecciones: un toma tipo soldador 3F-50 Amp. tipo industrial con clavija, un toma 220 V 2F pata trabada y un toma 20 Amp. 110V para ser instalada en el exterior de la caseta.

Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.

De conformidad con la norma RA8-014\_2012-S-E\_Interior

Dimensiones máximas de la celda: 2200 mm de alto x 800 mm de ancho x 1200 mm de profundo.

### **3.22.22. TABLEROS PARA EL CONTROL Y POTENCIA DE LOS GRUPOS MOTOR BOMBA, DE CADA UNO DE LOS TRES BOMBEO**

- Nueve (9) Totalizadores para los bombeos uno y dos de  $\leq 35$  KA, 3 X 150 (65-120) A, 600 Vac, con contactos auxiliares de abierto y disparo, con bobina de disparo (24 Vdc), con mando rotativo desde el exterior del tablero, para cada Variador.
- Nueve (9) minibreakers para el control de cada variador con sus respectivos contactos auxiliares de abierto y disparo.
- Nueve (9) DPS para 460 V con su respectivo interruptor.
- Nueve (9) reactancias de línea del 5% para el control de armónicos, uno para cada unidad.
- Se deberán proveer cuatro (4) rejillas de ventilación y dos (2) extractores de 6" tipo industrial extra silenciosos, para cada una de las reactancias de los variadores, y dispuestos de tal forma que permitan la circulación del aire por el interior de cada compartimiento.
- Todos los accesorios de protección, interconexión, control y fuerza requeridos para la correcta instalación de los equipos.
- Nueve (9) variadores de velocidad de 60 HP; 91 Amp, cada uno a 460 Vac, Heavy Duty, con sus operadores digitales y sus reactancias.
- Nueve (9) pulsadores con iluminación tipo led color verde para arranque de grupo motor bomba.
- Nueve (9) pulsadores con iluminación tipo led color rojo para paro de grupo motor bomba.
- Nueve (9) lámparas con iluminación tipo led color Ambar para Falla de grupo motor bomba.
- Nueve (9) Selectores de tres posiciones para "LOCAL MANTENIMIENTO-LOCAL OPERACIÓN, REMOTO".
- Nueve (9) Selectores de llave para bloque de grupo.
- Un carrito adaptable a la altura del variador para el montaje y desmontaje de estos en sus correspondientes estructuras. Con la de operación del carro, se permitirá que el sistema de Variadores sea extraíble, dicho sistema de extracción debe ser aprobado por Las Empresas.

- Borneras, cables, minibreakers, chapas tipo bombín y otros accesorios propios de estas celdas para su correcto funcionamiento.

Se deberán pintar las zonas de aproximación según RETIE.

**Dimensiones máximas de la celda: 2200 x 800 x 1700 mm**

### **3.22.23. TABLEROS PARA EL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) DE CADA UNO DE LOS TRES BOMBEO**

En este numeral se especifican los requisitos técnicos exigidos para efectuar el diseño detallado, la fabricación, el ensamble en fábrica, transporte, montaje, programación, y puesta en servicio del sistema de control para la Estación de Bombeo de Aguas Residuales La Yuquita.

#### **VER LOS ANEXOS:**

- Planos tablero de control\_EBAR LA YUQUITA
- Arquitectura de control\_EBAR LA YUQUITA.
- P&ID\_EBAR LA YUQUITA
- Ubicación de instrumentos\_EBAR LA YUQUITA.
- Programa IHM\_EBAR LA YUQUITA.
- Filosofía de control\_EBAR LA YUQUITA.

El suministro deberá efectuarse de acuerdo con el conjunto de requisitos establecidos en este pliego de condiciones y especificaciones, teniendo en cuenta especialmente la intención y el alcance del mismo. En consecuencia, cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para lograr que los demás componentes del control, puedan operar satisfactoria y confiablemente, deberá ser considerado por EL CONTRATISTA e incluido también como parte del suministro.

Este ítem incluye lo siguiente:

- Diseño detallado, suministro y ensamble del tablero de control para el sistema de bombeo
- Suministro de software de programación del controlador y la IHM (Interfaz hombre-máquina)
- Pruebas en fabrica de los equipos y celda de control
- Transporte hasta el sitio designado en los pliegos
- Programación del controlador
- Programación de la IHM
- Suministro de cable de control y accesorios para la instalación y conexionado entre las celdas de PLC, variadores de velocidad, celda de medida y celda de transformador.

- Cableado y conexionado de las señales de control entre las celdas de PLC, variadores de velocidad, celda de medida y celda de transformador.
- Suministro de cable de control, cable de potencia y accesorios para la instalación y conexionado de los equipos de instrumentación descritos en este pliego.
- Cableado y conexionado de las señales de control provenientes de los equipos de instrumentación descritos en este pliego.
- Pruebas y puesta en servicio, tener en cuenta que para la entrega del sistema la estación deberá operar durante 5 días en automático sin interrupciones por fallas.
- Integrar el sistema de automatización, control, protección y comunicaciones como se indica en el diagrama de Arquitectura Básica (ver Anexos)
- Entrega de documentación solicitada en estas especificaciones.
- El CONTRATISTA deberá suministrar el software de programación el cual deberá poder programarse con los 5 lenguajes de programación (Ladder, Lista de instrucciones, Grafset, texto estructurado, diagramas de bloques) según la IEC 61131-3, adicionalmente, deberá contener simulador.
- EL CONTRATISTA deberá proveer toda la documentación que provee el fabricante de los componentes programables, incluyendo:
  - Manuales de usuario del sistema operacional.
  - Manuales de utilidades para el usuario.
  - Manuales del lenguaje usado en el sistema.
  - Manuales de procedimientos para generación del sistema.
  - Manuales de gestión de archivos.
  - Librerías propias.
- Adicional al software del controlador, El CONTRATISTA suministrara el software de programación para las IHM (Interfaz hombre – máquina). Deben suministrarse dos (2) licencias de software de configuración y programación de la IHM y el PLC. Esta debe ser licenciada a través de software ó mediante USB. El software debe ejecutarse sobre el sistema operativo windows XP, Vista , Windows 7 y versiones superiores.
- EL CONTRATISTA deberá entregar a LAS EMPRESAS, los programas y software del sistema objeto de este contrato en un medio masivo de almacenamiento aprobado por LAS EMPRESAS. Deberá incluir dos copias de todos los programas; diseñados como objeto de este contrato y suministrados por el fabricante.
- Si durante o después de las pruebas de aceptación en fábrica es cambiado algún programa, EL CONTRATISTA deberá proveer las copias corregidas.

Para realizar la programación, se deberán tener en cuenta los planos de instrumentación anexos para cada sistema:

- Planos tablero de control\_EBAR LA YUQUITA
- Arquitectura de control\_EBAR LA YUQUITA.
- P&ID\_EBAR LA YUQUITA
- Ubicación de instrumentos\_EBAR LA YUQUITA.

- Programa IHM\_EBAR LA YUQUITA.
- Filosofía de control\_EBAR LA YUQUITA.

En este gabinete se reciben las diferentes señales entradas-Salidas (I/O) análogas digitales de los diferentes equipos de campo, instrumentos y protecciones. A través del PLC, se ejecutan diferentes rutinas para el control del sistema provenientes de la instrumentación, variadores de frecuencia (VF), equipos de campo y protecciones. En el PLC se procesará toda la información y se enviarán los comandos (digitales y por comunicación), señales de alarmas e indicaciones necesarias para controlar y supervisar los VF de cada grupo motor-bomba, En la IHM se hará la representación de los mímicos del proceso, las alarmas y disparos de las variables, el control remoto y la indicación de los valores de las variables de proceso, de los variadores de velocidad y los actuadores de las valvulas, etc.

El desarrollo del programa del mismo, con la lógica de control, es del alcance de ésta contratación y deberá ser suministrado por EL CONTRATISTA.

- El PLC o su equivalente deberá ser alimentado desde una fuente de 24 V DC, y esta a su vez desde la UPS.
- Todas las señales de las tarjetas de entrada y salida de cada PLC o su equivalente deberán tener conector tipo plug multipunto precableadas y estas ser cableadas a borneras de dos (2) niveles, donde el punto común sea el inferior y las respectivas I/O en el superior de éstas. Las salidas digitales se deberán multiplicar con relés tipo push-in de interposición o transistores tipo bornera para 24 V CD con piloto (led) indicador de estado y circuito de protección, por ejemplo, Finder, Phoenix-Contact o su equivalente, de tal manera que ocupen el mínimo espacio.
- EL CONTRATISTA deberá suministrar e integrar las tarjetas especiales de protecciones de las entradas análogas con su respectivo fusible, estas serán del tipo Phoenix Contact o su equivalente.
- EL CONTRATISTA deberá suministrar y cablear los minibreakers de control necesarios para realizar el agrupamiento y protección de las señales de entrada, salida y alimentación del PLC o equivalente.
- En la celda se deberá instalar un (1) toma doble polarizado para 120 voltios con polo a tierra, que no deberá ser alimentado desde la UPS.
- **El voltaje de control deberá ser 24 VCD**
- Se deberá implementar un bus de campo: modbus-RTU con los instrumentos y equipos, tales como: los VF, el PM 850 o su equivalente, el relé de temperatura del transformador y el relé automático de la transferencia entre otros y conectarlos a los PLC o su equivalente, mediante los puertos. EL

CONTRATISTA deberá suministrar todos los elementos y accesorios necesarios para este propósito, como: Patch Panel y resistencias de fin de lazo debidamente calculado, entre otros. Para el cableado de los buses de campo se deberá utilizar unos cables especiales para comunicaciones del tipo TELDOR ref. 9392002105 calibre 2x2x22 120 Ohmios o su equivalente.

- El bus de campo modbus y todas las señales análogas deberán tener sus respectivas protecciones para sobretensiones.
- La celda deberá llevar un (1) microsuiche, en la puerta frontal, para alarmar e indicar a través del PLC si está abierta o cerrada.
- Se deberán proveer rejillas de ventilación y ventiladores, necesarias y dispuestas de tal forma que permitan la circulación del aire por el interior de este compartimiento.
- Se suministrará e instalará el cable de control de 4 x 18, 9 x18, 18 x18 y 2x2x18 de la mejor calidad, para la instrumentación. La totalidad del cableado requerido para llevar las señales de control, indicación protección y servicios auxiliares, se realizará con cables (19 hilos) de baja tensión del tipo auto-extinguible con nivel de aislamiento de 600 V, THW, calibre No.16 AWG o N°18 AWG mínimo. Todo el cableado será marcado en ambos extremos con elementos de identificación de tipo aluminio pregrabado y debe agruparse y atarse con lazos o amarres plásticos y organizarse en canaletas o ductos con tapa. El arreglo del cableado debe permitir fácil acceso y remoción de los equipos.
- En general se deberá suministrar un PLC. Que deberá incluir: fuente de alimentación 24/48VDC, CPU, comunicación de dos puertos ethernet10/100Mbps, módulo dos (2) puertos seriales, módulo base para 12 tarjetas, las tarjetas entradas 24VDC, tarjetas de salida por relé 2Amp o transistor, tarjetas 8 o 16 entradas 4-20 mA, cable para expansión de rack de un (1) m si se requiere, módulo base expansión 10 o 12 slots, fuente de poder 24VDC  $\leq$  500W para el control, Software para programación de PLC.
- Los anteriores son los valores mínimos; en caso de ser necesario EL CONTRATISTA suministrará todos aquellos equipos, tarjetas, módulos, entre otros, que sean necesarios para la aplicación sin costo adicional al valor presentado en la propuesta. requeridas por el proyecto
- Una fuente externa 110Vac/24VDC-500W
- La distribución en DC con interruptores de 2P, DC, termomagnético 10A, 2 A, con contactos auxiliares de apertura y disparo.

- El cableado de control, el botón pulsador de hongo rojo 1-NC de girar para liberar de la mejor calidad con la capuchón de seguridad con la opción de candado y su respectivo candado original, los relés del tipo Finder o su equivalente a 24 VDC con led, las borneras requeridas con protección para señales análogas y su respectivo fusible, las borneras dobles requeridas por el proyecto, accesorios de borneras y marcación de grupo (cableado y borneras), el cableado de control y accesorios, la marcación de cables y la marcación de equipos.
- Se deberá suministrar para el control de los nueve grupos motor-bomba: nueve (9) Switch selector con llave de tres (3) posiciones fijas 2 NA, nueve (9) Switch Selector de manija negra tres (3) posiciones fijas 2 NA, nueve (9) Botón Pulsador de hongo rojo 2-NC con giro para liberar, con capuchón de bloqueo. Además, nueve (9) pulsador luminoso LED Rojo 24 VDC, nueve (9) pulsador luminoso verde LED Verde 24 VDC y nueve (9) pulsador luminoso LED Amarillo 24 VDC, se incluirá el cableado de potencia y de control.
- Otros: el suministro e instalación de lámpara, el higrostató, la resistencia de calefacción, el tomacorriente y Suiche de puerta, los mini breaker 3X6A 20kA 220V, dos (2) extractor 6" a 120V, las dos (2) Rejillas 6"
- Mesa plegable para el PC, adherida a la puerta.
- Porta planos en lamina adherido a la puerta
- Dimensiones de la celda del PLC: 2200 x 800 x 600 mm

**Las siguientes son las señales mínimas que se cablearán al PLC (se deberán tener en cuenta todas las que sean necesarias para el proyecto)**

#### **3.22.23.1.1. Base de datos PLC bombeo tres**

	<b>Tipo de señal</b>	<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
DI-1.01	Entrada digital	Celda control	Interruptor principal 120 VAC abierto/cerrado
DI-1.02	Entrada digital	Celda control	Interruptor principal 120 VAC disparado
DI-1.03	Entrada digital	Celda control	UPS en falla
DI-1.04	Entrada digital	Celda control	Ausencia de tensión UPS
DI-1.05	Entrada digital	Celda control	Fuente de 24 VDC en falla
DI-1.06	Entrada digital	Celda control	Interruptor principal 24 VDC abierto/Cerrado

	<b>Tipo de señal</b>	<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
DI-1.07	Entrada digital	Celda control	Interruptor principal 24 VDC disparado
DI-1.08	Entrada digital	Celda control	Falla protección contra sobretensiones
DI-1.09	Entrada digital	Celda control	Falla switch de comunicaciones
DI-1.10	Entrada digital	Celda control	UPS Normal/Falla
DI-1.11	Entrada digital	Celda control	Parada de emergencia general
DI-1.12	Entrada digital	Celda control	Selector en Local-Automático
DI-1.13	Entrada digital	Celda control	Selector en Remoto
DI-1.14	Entrada digital	Celda control	Puerta del PLC abierta
DI-1.15	Entrada digital	Celda control	Reset general
DI-1.16	Entrada digital	Celda control	Switch de nivel tanque succión bajo
DI-1.17	Entrada digital	Celda control	Switch de nivel tanque succión alto
DI-1.18	Entrada digital	Celda control	Switch de nivel alto – Colmatación reja 1
DI-1.19	Entrada digital	Celda control	Switch de nivel alto – Colmatación reja 2
DI-1.20	Entrada digital	Celda control	Tensión UPS Normal/Falla
DI-1.21	Entrada digital	Celda control	Reserva
DI-1.22	Entrada digital	Celda control	Funcionando extractor 1 sala de control
DI-1.23	Entrada digital	Celda control	Falla extractor 1 sala de control
DI-1.24	Entrada digital	Celda control	Funcionando Extractor 2 sala de control
DI-1.25	Entrada digital	Celda control	Falla extractor 2 sala de control
DI-1.26	Entrada digital	Celda control	Automático extractores sala de control
DI-1.27	Entrada digital	Celda control	Manual extractores sala de control
DI-1.28	Entrada	Celda control	Reserva

	Tipo de señal	Equipo	Descripción
	digital		
DI-1.29	Entrada digital	Celda control	Reserva
DI-1.30	Entrada digital	Celda control	Reserva
DI-1.31	Entrada digital	Celda control	Reserva
DI-1.32	Entrada digital	Celda control	Reserva
DI-2.01	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Interruptor principal grupo 1 abierto/cerrado
DI-2.02	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Interruptor principal grupo 1 disparado
DI-2.03	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Interruptor misceláneos grupo 1 cerrado o disparado
DI-2.04	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Interruptor control grupo 1 abierto/cerrado
DI-2.05	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Falla Variador
DI-2.06	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 - Funcionando
DI-2.07	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 - Pulsador parada de emergencia
DI-2.08	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Bloqueado
DI-2.09	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Pulsador-Arrancar
DI-2.10	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Pulsador-Parar
DI-2.11	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Pulsador-Reset
DI-2.12	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Switche de humedad Grupo 1
DI-2.13	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Local – Mantenimiento
DI-2.14	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Local – Operación
DI-2.15	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Grupo 1 Remoto
DI-2.16	Entrada digital	Celda variador grupo 1	Reserva
DI-2.17	Entrada	Celda variador grupo	Interruptor principal grupo 2

	Tipo de señal	Equipo	Descripción
	digital	2	abierto/cerrado
DI-2-18	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Interruptor principal grupo 2 disparado
DI-2-19	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Interruptor misceláneos grupo 2 cerrado o disparado
DI-2-20	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Interruptor control grupo 2 abierto/cerrado
DI-2-21	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Falla Variador
DI-2-22	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 - Funcionando
DI-2-23	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 - Pulsador parada de emergencia
DI-2-24	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Bloqueado
DI-2-25	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Pulsador-Arrancar
DI-2-26	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Pulsador-Parar
DI-2-27	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Pulsador-Reset
DI-2-28	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Switche de humedad Grupo 2
DI-2-29	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Local – Mantenimiento
DI-2-30	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Local – Operación
DI-2-31	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Grupo 2 Remoto
DI-2-32	Entrada digital	Celda variador grupo 2	Reserva
DI-3.01	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Interruptor principal grupo 3 abierto/cerrado
DI-3.02	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Interruptor principal grupo 3 disparado
DI-3.03	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Interruptor misceláneos grupo 3 cerrado o disparado
DI-3.04	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Interruptor control grupo 3 abierto/cerrado
DI-3.05	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Falla Variador
DI-3.06	Entrada	Celda variador grupo	Grupo 3 - Funcionando

	Tipo de señal	Equipo	Descripción
	digital	3	
DI-3.07	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 - Pulsador parada de emergencia
DI-3.08	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Bloqueado
DI-3.09	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Pulsador-Arrancar
DI-3.10	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Pulsador-Parar
DI-3.11	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Pulsador-Reset
DI-3.12	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Switche de humedad Grupo 3
DI-3.13	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Local – Mantenimiento
DI-3.14	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Local – Operación
DI-3.15	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Grupo 3 Remoto
DI-3.16	Entrada digital	Celda variador grupo 3	Reserva
DI-3.17	Entrada digital	Celda seccionador	Seccionador Abierto/Cerrado
DI-3.18	Entrada digital	Celda seccionador	Fusible seccionador Normal Falla
DI-3.19	Entrada digital	Celda interruptor	Interruptor totalizador principal 460 V Cerrado/Abierto
DI-3.20	Entrada digital	Celda Interruptor	Interruptor totalizador principal 208 V Cerrado/Abierto
DI-3.21	Entrada digital	Celda Interruptor	Interruptor primario transformador S A. Cerrado/Abierto
DI-3.22	Entrada digital	Celda Interruptor	Interruptor secundario transformador S A Cerrado/Abierto
DI-3.23	Entrada digital	Celda servicios auxiliares	Interruptor totalizador DPS 460 V Cerrado/Abierto
DI-3.24	Entrada digital	Celda servicios auxiliares	Interruptor totalizador DPS 208 V
DI-3.25	Entrada digital	Celda servicios auxiliares	Interruptor principal 120 VAC Cerrado/Abierto
DI-3.26	Entrada digital	Celda Transformador	Alarma Temperatura relé transformador subestación
DI-3.27	Entrada digital	Celda Transformador	Disparo Temperatura relé transformador subestación

	<b>Tipo de señal</b>	<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
DI-3.28	Entrada digital	Celda servicios auxiliares	Trasferencia en circuito Normal/Planta
DI-3.29	Entrada digital		Reserva
DI-3.30	Entrada digital		Reserva
DI-3.31	Entrada digital		Reserva
DI-3.32	Entrada digital		Reserva
DO-1.01	Salida digital	Celda Interruptor ppal	Bobina de disparo interruptor PPAL
DO-1.02	Salida digital	Celda Interruptor ppal	Reserva
DO-1.03	Salida digital	Celda control	Reserva
DO-1.04	Salida digital	Celda control	Reserva
DO-1.05	Salida digital	Celda control	Reserva
DO-1.06	Salida digital	Celda variador grupo 1	Bobina de disparo interruptor grupo 1
DO-1.07	Salida digital	Celda variador grupo 1	Reset grupo 1
DO-1.08	Salida digital	Celda variador grupo 1	Enclavamiento eléctrico grupo 1
DO-1.09	Salida digital	Celda variador grupo 1	Orden de arranque grupo 1
DO-1.10	Salida digital	Celda variador grupo 1	Orden de paro grupo 1
DO-1.11	Salida digital	Celda variador grupo 1	Orden de paro emergencia grupo 1
DO-1.12	Salida digital	Celda variador grupo 1	Reserva
DO-1.13	Salida digital	Celda variador grupo 1	Reserva
DO-1.14	Salida digital	Celda variador grupo 1	Reserva
DO-1.15	Salida digital	Celda variador grupo 2	Bobina de disparo interruptor grupo 2
DO-1.16	Salida digital	Celda variador grupo 2	Reset grupo 2

	Tipo de señal	Equipo	Descripción
DO-2.01	Salida digital	Celda variador grupo 2	Enclavamiento eléctrico grupo 2
DO-2.02	Salida digital	Celda variador grupo 2	Orden de arranque grupo 2
DO-2.03	Salida digital	Celda variador grupo 2	Orden de paro grupo 2
DO-2.04	Salida digital	Celda variador grupo 2	Orden de paro emergencia grupo 2
DO-2.05	Salida digital	Celda variador grupo 2	Reserva
DO-2.06	Salida digital	Celda variador grupo 2	Reserva
DO-2.07	Salida digital	Celda variador grupo 2	Reserva
DO-2.08	Salida digital	Celda variador grupo 3	Bobina de disparo interruptor grupo 3
DO-2.09	Salida digital	Celda variador grupo 3	Reset grupo 3
DO-2.10	Salida digital	Celda variador grupo 3	Enclavamiento eléctrico grupo 3
DO-2.11	Salida digital	Celda variador grupo 3	Orden de arranque grupo 3
DO-2.12	Salida digital	Celda variador grupo 3	Orden de paro grupo 3
DO-2.13	Salida digital	Celda variador grupo 3	Orden de paro emergencia grupo 3
DO-2.14	Salida digital	Celda variador grupo 3	Reserva
DO-2.15	Salida digital	Celda variador grupo 3	Reserva
DO-2.16	Salida digital	Celda variador grupo 3	Reserva
AI-1.01	Entrada análoga	Campo	Nivel tanque de succión
AI-1.02	Entrada análoga	Campo	Presión impulsión general
AI-1.03	Entrada análoga	Campo	Reserva
AI-1.04	Entrada análoga	Campo	Presión impulsión grupo 1
AI-1.05	Entrada	Campo	Presión impulsión grupo 2

	Tipo de señal	Equipo	Descripción
	análoga		
AI-1.06	Entrada análoga	Campo	Presión impulsión grupo 3
AI-1.07	Entrada análoga	Campo	Reserva
AI-1.09	Entrada análoga	Celda variador grupo 1	Realimentación frecuencia Grupo 1
AI-1.10	Entrada análoga	Celda variador grupo 2	Realimentación frecuencia Grupo 2
AI-1.11	Entrada análoga	Celda variador grupo 3	Realimentación frecuencia Grupo 3
AI-1.12	Entrada análoga	Celda control	Reserva
AO-1.01	Salida análoga	Celda variador grupo 1	Reserva
AO-1.02	Salida análoga	Celda variador grupo 2	Reserva
AO-1.03	Salida análoga	Celda variador grupo 3	Reserva
AO-1.04	Salida análoga	Celda control	Reserva
AO-1.05	Salida análoga	Celda control	Reserva
AO-1.06	Salida análoga	Celda control	Reserva
AO-1.07	Salida análoga	Celda control	Reserva
AO-1.08	Salida análoga	Celda control	Reserva

### 3.22.23.1.2. Programación del PLC

En la programación de los controladores, EL CONTRATISTA debe considerar lo siguiente:

- No proteger los programas de control desarrollados con contraseñas ni ningún tipo de bloqueo.
- Utilizar los lenguajes de programación para PLC's establecidos en el estándar de programación IEC 61131-3, de acuerdo con los lineamientos de EPM.
- Suministrar el número de licencias de software requeridas por las EMPRESAS, detalladas en este pliego de condiciones.

- Entregar la última versión diseñada, probada y aprobada del programa de cada controlador lógico programable al interventor o inspector técnico de LAS EMPRESAS.
- Establecer los enlaces de comunicación entre los controladores lógicos programables que hacen parte de este proceso de licitación, con los equipos de control e instrumentación existentes en las instalaciones de LAS EMPRESAS.
- Elaborar y entregar a LAS EMPRESAS el mapa de direcciones o el registro de direcciones de las variables de cada controlador programado, acorde con los lineamientos establecidos por LAS EMPRESAS.
- Elaborar, programar, probar y entregar a LAS EMPRESAS, las librerías y los bloques de función de: escalización de variables analógicas, comunicación del bus de campo Modbus RTU y TCP/IP y de supervisión y control especificados en este pliego de condiciones.
- Elaborar y entregar las tablas de conexionado de las señales, con sus respectivos tags, a las tarjetas de entradas y salidas (módulos I/O) de los controladores y de los equipos por comunicación serial en los respectivos puertos periféricos.
- Capacitar al personal designado por LAS EMPRESAS en la programación de los controladores lógicos programables adquiridos en este proceso de contratación. El CONTRATISTA deberá entregar el contenido de la capacitación, el cual estará sujeto a aprobación por parte de LAS EMPRESAS.
- El CONTRATISTA debe programar, probar y poner en marcha el PLC's, considerando todos los lineamientos y requerimientos exigidos por LAS EMPRESAS y garantizando la correcta y óptima operación de los procesos a supervisar y controlar.
- El CONTRATISTA desarrollará todos los módulos o bloques de función, comunicación y supervisión y control que se detallan y, aquellos que no se detallan pero que sean necesarios desarrollar para garantizar la correcta operación y funcionamiento de los procesos a controlar, deberán ser desarrollados, programados, probados y entregados, sin que esto incurra en extra costos para LAS EMPRESAS.
- El CONTRATISTA elaborará todas las librerías de cálculos de señales provenientes de la instrumentación, que posteriormente se enviarán al SCADA.
- El CONTRATISTA debe garantizar que la programación debe estar elaborada con base en librerías para la optimización de código y tiempos de respuestas.
- El CONTRATISTA debe garantizar que el ingeniero que realizará la programación de los PLC debe contar con título profesional, como mínimo, en una de las siguientes ingenierías: Ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, ingeniería de control y/o ingeniería de instrumentación y control. Con tarjeta profesional vigente y certificado por el fabricante de la marca ofertada en la programación de PLC's. Cómo mínimo, debe contar con una experiencia comprobada mediante certificados, de 3 años realizando funciones de programación de PLC's, en la selección, montaje y puesta en marcha de

instrumentación, en manejo de variables como temperatura, caudal, presión y nivel, manejo de variadores de velocidad y analizadores de red y manejo de buses de campo (modbus, profibus, entre otros) aplicados a procesos de agua. La hoja de vida y los certificados del ingeniero de programación, deberán ser adjuntados con la oferta que el proponente entregue el día de cierre de propuestas.

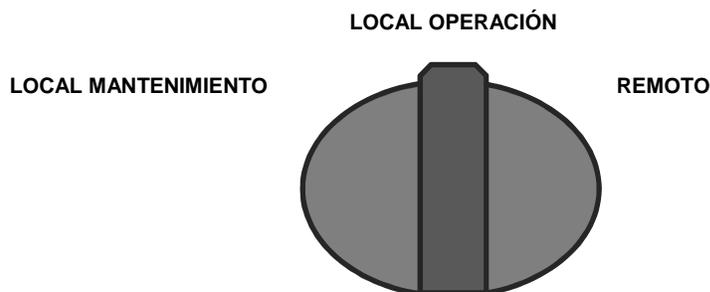
### **3.22.23.1.3. Filosofía de control sistemas de bombeo**

Ver el anexo Filosofía de control Bombeo\_EBAR la Yuquita.

Cada grupo motor bomba tendrá tres modos de operación, seleccionable desde selector en su respectiva celda y un modo para la operación segura seleccionable en la HMI:

### 3.22.23.1.4. Modos de operación

Cada grupo motor bomba tendrá tres modos de operación, seleccionable desde selector en su respectiva celda y un modo para la operación segura seleccionable en la HMI:



### 3.22.23.1.5. Remoto

Modo en el cual las ordenes de Arranque y Paro del bombeo se darán de acuerdo al medidor de nivel del tanque de succión, con la señal de nivel Mínimo se paran las Bombas, con señal de Nivel Máximo Arranca una bomba y con la señal de Alarma Nivel Arrancan las dos bombas, o con comandos provenientes del DASIP o la IHM cualquiera que sea el caso el PLC mediante un contacto seco (contacto Cerrado arranca el variador, contacto abierto para el variador) o por la red Modbus, de acuerdo a la filosofía de control programada en el PLC la cual se suministrara por parte de EPM. En este modo de operación, actúan todas las protecciones Eléctricas, Mecánicas e Hidráulicas y la secuencia de control automática.

También se podrá recibir el registro con la frecuencia de referencia por la red modbus.

### 3.22.23.1.6. Local operación

Modo en cual el bombeo recibe las ordenes de Arranque y Paro desde los pulsadores iluminados ubicados en el tablero de control de cada grupo, uno de color Verde para Arranque del grupo motor-bomba, uno color Rojo para parar el grupo motor-bomba y uno color Ambar que indica falla. En este modo de operación, actúan todas las protecciones Eléctricas, Mecánicas e Hidráulicas y la secuencia de control automática, se podrá escribir la frecuencia de referencia de los variadores desde la IHM, el valor de esta escritura se protegerá con un rango definido para la máxima y la mínima frecuencia que se pueda ingresar.

Se podrá iniciar cualquiera de ellas (una a la vez) solo hasta que se alcance el valor de nivel "LOW" en el tanque succión, en tal caso llegara una orden de parada normal.

### **3.22.23.1.7. Local mantenimiento**

En este modo de funcionamiento, el bombeo recibe las órdenes de Arranque y Paro desde el OPERADOR DIGITAL del variador de velocidad, la funcionalidad de cada motobomba solo estará supeditada a las fallas propias del variador y el nivel del tanques de succión, de tal forma que no tendrán efecto sobre el control las otras protecciones hidráulicas, tales como la señal de presión de impulsión, incluso no se requiere en absoluto el PLC, la llave de bloqueo de cada grupo opera en cualquier modo de operación.

### **3.22.23.1.8. Modo de operación segura.**

Este caso aplica a cada bomba solo si el selector de modos de operación se encuentra en “LOCAL OPERACIÓN” o en “REMOTO”. Este modo se activa en la HMI por cada bomba, deshabilita la función física del selector y los pulsadores del tablero (excepto si se lleva el selector a la posición “LOCAL MANTENIMIENTO”) y nuevamente habilita el selector y los pulsadores del tablero cuando se sale de este modo de operación.

En la HMI se activa un panel el cual se llama “OPERACIÓN SEGURA”, en este se encuentra un selector virtual por cada grupo que me activa este modo, este solo se dejara activar siempre que el selector físico no se encuentre en “LOCAL MANTENIMIENTO”, adicionalmente tendremos los pulsadores de “ARRANQUE” y “PARO” de cada grupo, que solo actuaran cuando se active el modo de operación seguro, los pulsadores del tablero no actúan cuando el modo de operación seguro está habilitado, se podrá escribir la frecuencia de referencia de los variadores desde la IHM, este modo de operación se deshabilita pasado un tiempo o cuando se sale del respectivo display. Para este caso la funcionalidad será idéntica a la de “LOCAL OPERACIÓN”.

### **3.22.23.1.9. Condición de seguridad modos de operación**

Se podrá arrancar un grupo con el selector en la posición “LOCAL OPERACIÓN” y luego pasarlo a la de “REMOTO o viceversa y el control tomara la función de la posición seleccionada sin restricciones.

Si se arranca un grupo con el selector en la posición “LOCAL MANTENIMIENTO” y se pasa a la de “LOCAL OPERACIÓN” o viceversa, en estos casos se debe dar la orden de paro normal del grupo y sacar una alarma.

### **3.22.23.1.10. Comunicaciones del bus de campo**

La comunicación con el PLC será en bus de campo con el protocolo Modbus RTU mediante la interface RS 485 y/o 422, se conectaran al bus de campo los siguientes equipos:

Los variadores de velocidad.

Los relés de protección de temperatura del transformador.  
 El analizador de red.  
 El módulo de control de la transferencia.

Se deben incluir en el tablero todos los accesorios para la comunicación Modbus de los elementos del bus de campo, el panel Modbus será para conectores RJ45 de 12 puestos con resistencia de final de lazo, o mejor y los cables para la comunicación serán los adecuados de alta calidad.

### **3.22.23.1.11. Control de los variadores**

Los variadores serán comandados por el PLC mediante contactos secos de relés de interposición tipo bornera con indicación y circuito de protección y se usaran las señales del bus de campo para monitoreo.  
 También será posible escribir la frecuencia de referencia desde el CCA

### **3.22.23.1.12. Señales de control digitales de los variadores**

Todas las señales de entradas y salidas del variador de velocidad deberán ser cableadas al PLC.

Entradas al V/V:

- Arranque Paro (S1).
- Fallo Externo (S3).
- Bloqueo de Base V/V (S8).
- Local/Remoto (S4).
- Reset V/V (S5).

Salidas Digitales del V/V:

Se deben configurar y disponer en bornera mediante salidas de cada variador y relés de interposición tipo bornera con indicación led y circuito de protección, las siguientes señales para el PLC:

- Confirmación de Funcionando/parado (M1-M2 ).
- Falla (MC-MA ).
- Alarma temperatura Variador (M3-M4 ).

### **3.22.24. ACOMETIDAS Y OTROS ELEMENTOS**

La alimentación primaria de la EBAR se conectará desde un sistema trifásico en el nivel de media tensión de 13.200 VAC a una distancia aproximada de 50 m desde el poste de alimentación al bombeo o punto de conexión asignado. El diseño deberá ser realizado, radicado y aprobado por LAS EMPRESAS, las normas utilizadas serán las que rigen en esta misma, el RETIE, etc., los

elementos mínimos, nuevos y de primera calidad que se deben suministrar para este trabajo son:

- Un (1) suministro según norma EPM. RA2 – 017 de aisladero trifásico, con cajas primarias, pararrayos, montaje de puesta a tierra, con varilla de cooperweld de 2.40 m, en el poste primario, la tubería 4" pesada, debe incluir juego de boquilla y zunchada al poste, y demás elementos necesarios.
- Herrajes para tres (3) cajas de distribución según norma RS3-005, norma EPM.
- Materiales para 50 m de canalización subterránea, en tubería de 4", 4 curvas en PVC de 4" y la respectiva franja plástica de aviso de "PELIGRO MEDIA TENSIÓN".
- El cable tipo 1/0 XLPE al 133% 15 KV, para la acometida desde el poste de entrada en 13.2 KV a la celda de medida, de este a la celda de seccionador, y de este último al primario del transformador.
- Los conos premoldeados para 15 KV externos e internos requeridos para el proyecto, los cuales deben ser premoldeados, preensanchados ó encogibles en frío con sus respectivas bornas terminales, se aceptan todos los conos premoldeados del tipo externo.
- Acometida trifásica con neutro y tierra, desde el secundario del transformador de servicios auxiliares hasta el totalizador en el tablero de la transferencia. Según cálculos de diseño revisados y corregidos por el contratista.
- Las acometidas en cable encauchetado extraflexible calibre 4x10 AWG, 600 V, para los 17 actuadores de aproximadamente 50 m.
- Cincuenta (50) lámparas doble tubo, luz blanca referencia T5, herméticas y en policarbonato con todos sus accesorios de montaje y puesta en servicio.
- Siete (7) lámparas dobles para iluminación de emergencia.
- Dos (2) cajas multitomas del tipo COOPER industrial o su equivalente para intemperie a 220 VAC, con tomas trifásico tipo soldador con clavija de seguridad, bifásico y dos monofásicos.
- Seis (6) tomas dobles de 110 VAC con cajas 2x4 del tipo Rawel o equivalentes
- Un (1) suiche doble con su caja del tipo Rawel o equivalente.

- Una (1) caja de 24 circuitos 3Ø de empotrar, con totalizador de 75 Amp., con todos sus interruptores y sus accesorios requeridos.
- Ocho (8) Interruptores monopolares termomagnéticos de 20 A K60
- Nueve (9) interruptores monopolares termomagnéticos de 30 A K60
- Un (1) interruptor tripolar termo magnético de 75 A/≥65kA.
- Un (1) programador horario digital.
- Un sistema de control en caja IP65 conformado por: fotocelda de excelente calidad, Contactor de marca reconocida y certificada y borneras para la alimentación de las lámparas Wall pack de 175W (seis (6)), que se instalaran perimetralmente en la caseta.
- Cuatro (4) Equipos extintores de CO2. Capacidad de 15 lb., con su respectiva señalización, y sistema de anclaje a la pared.

### **3.23. PUENTE GRÚA**

Se requiere el suministro transporte, instalación y puesta en marcha de dos (2) puente grúas, totalmente ensamblados, con todos los accesorios estándar de acuerdo a las siguientes especificaciones, hacen parte del suministro.

#### **3.23.1. General**

El Contratista deberá suministrar los planos del diseño, manufactura, suministro, pruebas en fábrica, supervisión durante instalación, puesta en marcha y pruebas de carga en sitio del puente grúa.

Los puente grúas solicitados serán del tipo de puente corredizo de doble viga, con motores eléctricos para los movimientos de los ganchos, carro y puente, controlados mediante control remoto inalámbrico para todos los movimientos de la grúa desde cualquier nivel, o botonera colgante.

Los materiales empleados en la fabricación de los equipos deberán ser nuevas y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y donde se indique, de la clasificación y grados designados. Todos los materiales deberán ser adecuados para su propósito.

Los trabajos serán ejecutados y terminados de una manera minuciosa siguiendo las mejores prácticas modernas en la fabricación de maquinaria de alta calidad. Los trabajos deberán ser hechos por obreros expertos en dichos trabajos. Las piezas similares y las piezas de repuesto deberán ser intercambiables hasta donde sea posible. Las tolerancias, ajustes y acabados deberán estar de acuerdo con las

prácticas más adecuadas en la fabricación de equipo de alta calidad. Las partes soldadas, que requieren procesos posteriores de maquinado deberán tratarse térmicamente antes del maquinado para aliviar esfuerzos internos y evitar futuras deformaciones.

El fabricante realizara el diseño, suministro, fabricación, transporte y entrega de los puente grúas de acuerdo con las normas y especificaciones de los códigos de la Federación de Fabricantes de Estructuras Metálicas, FEDESTRUCTURAS, AISC, ASTM, AWS, DIN o cualquiera que sea equivalente

Los puente grúas deben garantizarse para soportar, sin fallas, ni deformacion permanente de sus partes, una sobrecarga del 25% de la carga nominal especificada.

Los puente grúas serán de accionamiento eléctrico en todos sus movimientos; alce, traslación y desplazamiento. Serán actuados desde un solo control central maniobrado por un solo operador y con velocidad ajustable.

Todos los motores o motorreductores serán conectados a una red trifásica a 220v, 60HZ.

Todos los motores o motor reductores deberán ser dimensionados para el manejo de sobrecargas normales hasta un 25% de la carga de diseño.

### **3.23.2. Condiciones de Operación y Funcionamiento**

Los puente grúas serán construidos para operar bajo techo y de acuerdo con las dimensiones indicadas más adelante. Los puente grúas deberán ser de operación eléctrica en sus tres (3) movimientos. Se desplazara sobre rieles instalados sobre las vigas metálicas en l soportadas en las ménsulas de carga de las columnas de la casa de bombas. Los rieles y elementos de anclaje serán especificados por el proponente.

La capacidad de alce y dimensiones serán las siguientes:

Para el puente grúas de la estación de bombeo entre las secciones A y B; será para una capacidad de carga de 3 (tres) toneladas. Con una luz entre eje de rieles de 6,15m.

Para el puente grúas del sistema de desarenado entre las secciones B y C; será para una capacidad de 7,5 (siete y media) toneladas, con una luz entre eje de rieles de 8,15 m.

La deformación con carga nominal multiplicada por 800 será inferior al valor de la luz. Además, con carga del 125% no habrá deformación permanente. La deformación expresada en mm.

### **3.23.3. Detalles Técnicos**

Los esfuerzos permisibles para los miembros estructurales deberán estar de acuerdo con las normas del AISC 11 Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Construcción de Estructuras de Acero para Edificios”, Última edición, excepto para las vigas del puente grúa cuyos refuerzos serán los permitidos por el Código pero reducidos en un diez por ciento (10%).

#### **3.23.3.1.1. El mecanismo de alce**

El mecanismo de alce será eléctrico del tipo de cadena con sistema de engranajes planetarios de tornillo sinfín. El mecanismo de alce deberá estar provisto de freno de seguridad y dispositivo de protección para sobrecarga. Las cadenas tanto de accionamiento como de alce deberán ser de alta calidad, calibradas y guiadas convenientemente en sus poleas para evitar que salten o se salgan. La carcasa de soporte del mecanismo deberá ser de acero forjado o fundido, de alta resistencia. El mecanismo de alce deberá ser para trabajo pesado apropiado para operaciones de manejo, montaje y mantenimiento de maquinaria pesada; de alto rendimiento y fácil accionamiento sin que se requiera esfuerzo excesivo, para cargar hasta 1.25 la carga nominal.

#### **3.23.3.1.2. Las Vigas**

Las vigas deberán ser de acero estructural integral, podrán ser soldadas y de sección en doble T, en I o tipo cajón. Deberán ser diseñadas para resistir la totalidad de las cargas laterales que actúan sobre el puente. Las uniones de las vigas del puente a los bastidores laterales de rodaje deberán hacerse con pernos y platinas de ensamble que aseguren perfecto alineamiento y rigidez en las uniones.

#### **3.23.3.1.3. El Carro**

El carro del puente grúa deberá ser de acero estructural, de construcción soldada y rígida, diseñado para permitir una distribución igual de la carga sobre las ruedas sin producir deflexiones excesivas. Deberán proveerse topes en los extremos del carro para evitar que se salga de la viga. Deberán proveerse medios para evitar una caída mayor de 25 mm en caso de rotura del eje de una rueda.

El carro dispondrá de motor reductor para su desplazamiento.

#### **3.23.3.1.4. Mecanismos de Traslación**

Los mecanismos de traslación deberán ser diseñados y construidos para dar un funcionamiento suave y continuo y será actuado eléctricamente desde el control central de maniobra, para cargar hasta 1.25 la carga nominal.

El mecanismo de traslación del puente deberá estar provisto de un freno efectivo en ambas direcciones de movimiento, fácilmente desembragable antes de operar el mecanismo de traslación.

El mecanismo de traslación del puente deberá estar acoplado por lo menos a una rueda en cada lado, a través de engranaje y ejes.

#### **3.23.3.1.5. Bastidores de rodaje**

Los bastidores de rodaje deberán ser fabricados de acero estructural en construcción soldada, con apoyo doble para el eje de cada rueda, con refuerzos adecuados para darles rigidez y distribuir la carga uniformemente en las ruedas. El montaje de las ruedas deberá hacerse sobre cojinetes antifricción y del tipo de eje fijo o de eje giratorio.

#### **3.23.3.1.6. Ruedas**

Las ruedas del puente grúa deberán ser de doble pestaña. Todas las ruedas deberán ser de acero forjado o laminado, torneadas y rectificadas con exactitud a su diámetro nominal. El ancho de la banda de rodamiento de las ruedas de doble pestaña deberá ser 10 o 12 mm mayor que el de la cabeza del riel, o el ancho del perfil utilizado como línea de rodadura. Las ruedas deberán ser diseñadas para soportar la máxima carga nominal bajo condiciones normales de operación sin presentar desgaste excesivo.

#### **3.23.3.1.7. Ejes**

Los ejes deberán ser de acero laminado o de acero forjado tratado térmicamente, torneados y rectificadas con precisión. Los ejes rotantes deberán ir montados a las ruedas con ajuste forzado equivalente a la clase FN2 de la norma USA B4.1 "Preferred Limits and Fits for Cylindrical Parts". Las ruedas de tracción irán montadas a sus ejes móviles por medio de cuñas y ajustes forzados. Los ejes deberán ser dimensionados y soportados en tal forma que el desgaste y las deflexiones bajo cargas normales se reduzcan a un mínimo.

#### **3.23.3.1.8. Gancho de Alce**

El gancho de alce deberá ser del tipo de seguridad, con trinquete resortado y de acero forjado revenido o acero aleado. El gancho deberá montarse sobre cojinetes antifricción hermético; el montaje deberá permitir giro del gancho en sus soportes.

#### **3.23.3.1.9. Engranajes**

Los engranajes podrán ser del tipo de tornillo sinfín o de diente recto. Los engranajes deberán ser de acero al carbono forjado o aleado. Maquinados a partir de piezas macizas, con endurecimiento superficial y rectificadas. La rueda de engranaje para el tornillo sinfín será de bronce fosforoso. Todos los engranajes

deberán diseñarse teniendo en cuenta que la carga máxima se transmite a través de un solo diente. Los engranajes deberán tener la circunferencia primitiva concéntrica con la circunferencia del agujero para el eje.

#### **3.23.3.1.10. Cojinetes**

Todos los cojinetes serán del tipo antifricción de rodillos o de bolas. Los cojinetes de las ruedas de los carros y del puente serán de rodillos intercambiables. Los cojinetes de ejes serán colocados tan cerca como sea posible de la línea de aplicación de la carga. Los cojinetes deben ser fácilmente reemplazables y soportados a la estructura en forma apropiada. Todos los cojinetes serán garantizados para un mínimo de 5000 horas de trabajo.

#### **3.23.3.1.11. Cuñas y cuñeros**

Todas las uniones entre ejes y engranajes o ruedas deberán estar provistas de cuñas y cuñeros de sección rectangular de tamaños apropiados dentro de los límites de compresión y corte de los materiales en contacto.

#### **3.23.3.1.12. Acoples**

Todos los acoples rígidos serán de brida o de abrazaderas diseñadas para transmitir la totalidad de la resistencia del eje y montados sobre el mismo con ajuste forzado y cuña.

#### **3.23.3.1.13. Lubricación**

Todas las partes móviles deberán estar provistas de graseras y retenedores para mantener las superficies deslizantes lubricadas adecuadamente.

#### **3.23.3.1.14. Tornillos y tuercas**

Todos los tornillos y tuercas para el equipo mecánico serán de cabeza hexagonal. Las tuercas sujetas a vibraciones y a cambios frecuentes de carga deberán ser aseguradas con contratueras.

#### **3.23.3.1.15. Tableros de control y Motores**

Los motores serán de inducción, ya sea con rotor bobinado o con rotor jaula de ardilla, de velocidad variable, con protección térmica en el embobinado.

En todos los casos el par de giro de los motores será transmitido al engranaje reductor a través de un acoplamiento elástico.

Los motores serán adecuados para 220 V,  $\pm 10\%$  60 Hz, 3 fases con aislamiento tipo F o su equivalente según la IEC 60034.

La protección de la carcasa será de tipo TEFC (totalmente cerrados o con ventilación con ventilador externo).

El control de Velocidad de los Motores de la grúa permitirá la inversión del movimiento y variar las velocidades en forma continua entre los valores máximos y mínimos.

El control de velocidad en los motores de izaje y en los motores de traslación se hará utilizando variadores de frecuencia.

Tendrán una masa centrífuga adicional para una aceleración extremadamente suave y excelentes características de frenado. Todos tienen cambio de polos para 2 velocidades con relación 1 a 4 o variador de velocidad.

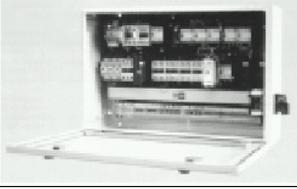
Datos técnicos:

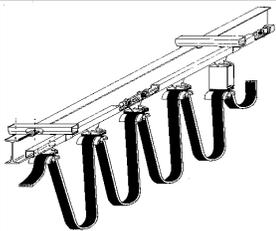
Trifásicos Voltaje 220 Vac.

60 hz.

Protección IP55 o IP 66 sobre pedido

Temperatura ambiente de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$

TABLERO DE CONTROL PARA EL PUENTE GRÚA	ESTACIÓN DE MANDO PRINCIPAL
Tablero de Control para todos los movimientos del puente grúa que incluye todos los elementos de control y protecciones. Voltaje de servicio: 208 V	Botonera de control con 6 pulsadores: 4 de una velocidad, 2 de doble velocidad y parada de emergencia; con cable redondo y guaya para alivio de tensión, como mínimo, preferiblemente suministrar botonera del tipo inalámbrico.
	

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL	
Cable plano	Cable de Potencia y control	Cable de Potencia	
Número de carros porta cables	Carros Porta Cable Móviles ubicados cada 2 metros + 1 Carro Fijo +1 Carro de Arrastre		
Zona de parqueo	125 mm por carro		
Montaje de soportes de suspensión del perfil de rodadura	Se montan cada 2 metros y en zona de aparcamiento cada metro.		
Altura del bucle	1 metro		

### 3.23.3.1.16. Placa de identificación

El puente grúa deberá llevar una placa en español que indique el nombre del fabricante, la dirección, el número de serie, el año de fabricación y la capacidad

nominal. El texto de la placa de identificación deberá ser aprobado por las Empresas.

#### **3.23.3.1.17. Ensamblaje de fábrica**

Las partes y los mecanismos de movimientos serán ensamblados y ensayados en fábrica, para asegurar que todas las partes estén ajustadas adecuadamente y operen correctamente. Las uniones de campo entre varios componentes deberán ser ajustadas, chequeadas y marcadas en el taller, para asegurar su correcta unión durante el montaje en la obra. Las partes de los puentes grúa deberán ser empacadas en unidades de tamaño práctico para el fácil transporte y manejo. Ninguna parte del equipo será enviada desde el taller del fabricante hasta que no haya sido aprobada, excepto en aquellos casos en los cuales las Empresas autoricen su envío por escrito.

#### **3.23.3.1.18. Pintura**

Antes del envío del puente grúa todas las superficies expuestas y sin acabado especial deberán limpiarse de óxido, polvo, aceite, escorias, rebabas y materias extrañas y se les debe aplicar una capa de pintura anticorrosiva. Todas las superficies acabadas sujetas a oxidación serán cubiertas con un componente apropiado anti-oxidante. La maquinaria deberá ser suministrada con la pintura utilizada normalmente por el fabricante. La limpieza y pintura final de todas las superficies, excepto aquellas que traigan el acabado desde la fábrica, serán ejecutadas por otros en la obra después del montaje.

#### **3.23.3.1.19. Ensayos de campo**

:

Todo el equipo a ser suministrado bajo estas especificaciones se someterá a una operación preliminar y a ensayos finales antes de su aceptación. El ensayo preliminar de operación será ejecutado antes de que el equipo sea usado con la máxima carga nominal. Los ensayos del puente grúa serán dirigidos y ejecutados por personal de las Empresas. El fabricante podrá enviar si así lo desea, personal para presenciar los ensayos de campo.

Los ensayos de campo incluirán, pero no se limitarán únicamente, a los siguientes:

El puente grúa alzada, bajada, sostendrá en cualquier posición y transportará la carga especificada, accionado por un solo operario desde control centralizado.

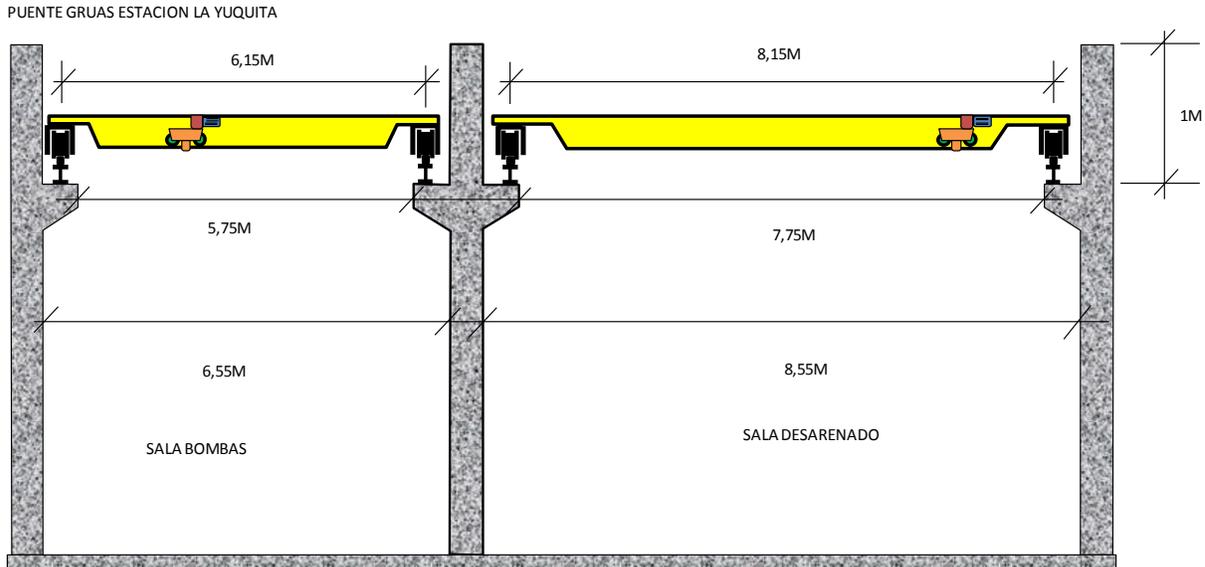
El puente grúa alzada, bajada, sostendrá en cualquier posición y transportará una carga de ensayo igual a 1.25 la carga nominal.

Deflexión mínima permitida.

Deflexión con carga nominal.

### 3.23.3.1.20. Esquema puente grúas

Estos son esquemas ilustrativos, en ningún momento serán tomados como planos de diseño, el diseño de detalle hace parte del suministro.



## 3.24. INFORMACIÓN TÉCNICA

EL CONTRATISTA deberá suministrar la documentación del usuario, esta documentación incluye: Manual del usuario del sistema y Manual de operación.

### 3.24.1. Planos eléctricos y de control

Se deberán entregar 2 juegos de planos eléctricos y de control impresos a color en pasta dura color azul y letras doradas, se deberá entregar una copia de los planos en memoria USB en formato PDF y DWG. Los planos eléctricos y de control deberán cumplir los siguientes requisitos.

- Deberán ser elaborados en CAD de diseño eléctrico que puede ser de la casa de autodesk o solidworks.
- El software de diseño utilizado deberá tener las propiedades de direccionamiento automático de planos en lo que tiene que ver con remisión de hilos, hojas y elementos.
- El software de diseño deberá contar con las librerías y módulos de los fabricantes, deberá poder generar lista de materiales, remisión de hilos y tablas de cableado de manera automática.
- Los planos deberán estar elaborados siguiendo secuencias lógicas y estructuradas.
- El juego de planos eléctricos deberá ser dibujado y documentado bajo los estándares IEC 61082-1, IEC 61082-2, IEC 61082-3, IEC 61082-4 e IEC 6017.

No se aceptaran planos con direccionamiento que este fuera de estos estándares.

### **3.24.2. Entrenamiento**

EL CONTRATISTA que resulte favorecido y como requisito del pago final deberá realizar un entrenamiento técnico con personal competente y calificado, para los funcionarios de EPM que harán la operación y el mantenimiento de la estación, de bombeo programada de forma diaria, con una intensidad máxima de 4 horas en dos jornadas (mañana y tarde). La temática deberá ser acordada con LAS EMPRESAS.

La fecha será acordada con LAS EMPRESAS. EL CONTRATISTA deberá expedir un certificado de asistencia para los funcionarios asistentes.

El entrenamiento se entenderá como incluida en el precio de la oferta y toda la logística necesaria, será responsabilidad del CONTRATISTA. Este se deberá realizar en el municipio de Turbo, en las instalaciones designadas por del CONTRATISTA.

### **3.24.3. Información Técnica Final y Manual de Operación**

EL CONTRATISTA deberá presentar al final la información requerida con las características y las dimensiones generales, los pesos estimados, y otros datos técnicos de los equipos ofrecidos DOS (2) EN MEDIO FÍSICO Y DOS (2) EN MEDIO MAGNÉTICO.

Los planos completos e información de la ingeniería básica y de detalle, esto es, deberá presentar una descripción de los equipos ofrecidos, en particular sobre aspectos relacionados con su configuración general, formas de construcción, requerimientos de montaje y cualquier otra información que permita realizar los mantenimientos de forma segura. También, entregará los planos de “ruteado” de lo construido.

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos certificados de producto y entregar diligenciado el formato de declaración del constructor y validar el certificado RETIE para la parte ejecutada. Además (en caso de aplicar), deberá realizar todos los trámites ante la empresa de energía correspondiente para legalización de la instalación (los costos de estos trámites deben ser considerados en la propuesta).

EL CONTRATISTA deberá entregar un manual de usuario del sistema. Estos manuales serán usados por LAS EMPRESAS para el mantenimiento del sistema suministrado por EL CONTRATISTA. Los manuales deberán contener la información suficiente para que puedan ser usados como manuales de capacitación del personal que va a operar los equipos.

EL CONTRATISTA deberá entregar un manual de operación de la estación de bombeo, el cual contiene toda la información estratégica de la operación y control automático del bombeo.

- Descripción detallada de todas las secuencias de la interfaz hombre – máquina.
- Descripción de todas las funciones principales como alarmas, registros periódicos, etc.
- Descripción de todo mensaje y alarma que el sistema genera y una explicación de los mensajes indicados y cual acción debería ser tomada por el operador del sistema.

Los siguientes son algunos de los apartes del contenido a desarrollar en dicho manual de operación:

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS
3. DESCRIPCIÓN
  - 3.1. CELDA DE MEDIDA
  - 3.2. SECCIONADOR BAJO CARGA
    - 3.2.1. Abrir el Seccionador General Bajo Carga
    - 3.2.2. Cerrar el Seccionador General Bajo Carga
  - 3.3. TRANSFORMADOR DE POTENCIA
    - 3.3.1. Accesorios transformadores
  - 3.4. TRANSFERENCIA, INTERRUPTORES GENERAL 460 V (secundario Trafo)
    - 3.4.1. Descripción del sistema de respaldo
    - 3.4.2. Abrir/Cerrar el Interruptor General Planta
    - 3.4.3. Abrir/Cerrar Cerrar el Interruptor General Red
    - 3.4.4. Planta de Emergencia.
  - 3.5. TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES
    - 3.5.1. Elementos del Tablero de Servicios Auxiliares
    - 3.5.2. Analizadores de Redes
  - 3.6. CELDA DE POTENCIA DE LOS GRUPOS
    - 3.6.1. Características interruptores Tripolares de los grupos motor-bomba
    - 3.6.2. Operación totalizadores Bombeo Mangos – Llanaditas
  - 3.7. Variadores de Velocidad
    - 3.7.1. Características de Operación de los Variadores.
    - 3.7.2. Características de Control de los Variadores
    - 3.7.3. Funciones de Protección de los Variadores
  - 3.8. SISTEMA DE BOMBEO
    - 3.8.1. Funcionamiento del Sistema.
      - 3.8.1.1. Riesgos de este Sistema
      - 3.8.1.2. Confiabilidad.
    - 3.8.2. Características de los Motores
    - 3.8.3. Características de las Bombas
    - 3.8.4. Características hidráulicas del Bombeo
      - 3.8.4.1. Protecciones del Bombeo

- 3.8.4.2. Parámetros de Control del Bombeo
- 3.8.5. Características a Programar en el Variador
- 3.8.5.1. Operador Digital
- 3.9. CELDA DE PLC
- 3.9.1. EI PLC
- 3.9.2. EI IHM
- 3.9.2.1. Página Principal
- 3.9.2.2. Página de Alarmas
- 3.9.2.3. Página de Datos
- 3.9.2.4. Temperatura Grupos
- 3.9.3. Reset General.
- 3.9.4. Prueba Lámparas.
- 3.10. UNIDAD DE COMUNICACIONES
- 4. OPERACIÓN.
- 4.1. MODOS DE OPERACIÓN.
- 4.2. CONDICIONES GENERALES PARA EL ARRANQUE DEL BOMBEO
- 4.3. LOCAL MANTENIMIENTO.
- 4.3.1. Características en Local Mantenimiento
- 4.3.2. Llenado de la Tubería de Impulsión
- 4.3.3. Procedimiento Llenado Tubería de impulsión.
- 4.3.4. Prueba de Giro del Motor
- 4.4. LOCAL OPERACIÓN
- 4.4.1. Características en Local Operación
- 4.4.2. Condiciones de arranque
- 4.4.3. Secuencia de Arranque Local-Operación.
- 4.4.4. Secuencia de Parada Local-Operación.
- 4.4.5. Falla en el Arranque
- 4.4.6. Paro de Emergencia
- 4.4.7. Paro Normal.
- 4.5. REMOTO.
- 4.5.1. Características en Remoto
- 4.5.2. Automatismo de Operación
- 4.5.3. Niveles Operativos del tanque.
- 4.5.4. Rotación en la operación de las Bombas.
- 4.6. MANIOBRAS ESPECIALES
- 4.7. OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS
- 4.7.1. Referencia de Equipos
- 4.7.2. Condiciones y precauciones operativas
- 4.7.3. Posición Operativa de las Válvulas
- 5. ANEXOS
- 5.1. Pruebas de Campo del Bombeo
- 5.2. Datos Técnicos
- 5.2.1. Diseño Dimensional
- 5.3. Datos de los medidores Hidráulicos.

## INDICE TABLAS

Tabla 1. Características de Trabajo de los Variadores de Frecuencia.

Tabla 2.	Ajuste de Parámetros en el Variador
Tabla 3.	Niveles Operativos del Bombeo.
Tabla 4.	Rotación de Operación de las Bombas
Tabla 5.	Tipos y Convenciones de Válvulas
Tabla 6.	Secuencia operativa de las válvulas
Tabla 7.	Prueba bombeando por la Impulsión General hacia el Tanque
Tabla 8.	Datos Técnicos de las Bombas
Tabla 9.	Dimensiones y Características de los Motores
Tabla 10.	Dimensiones y Características mecánicas de los Motores
Tabla 11.	Dimensiones y Características de las Motobombas
Tabla 12.	Dimensiones y Características mecánicas de las Motobombas

## INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Tableros Bombeo
Ilustración 2	Sistema Hidráulico Bombeo
Ilustración 3	Tablero Totalizador y Servicios Auxiliares
Ilustración 4	Operación compartimento de servicios auxiliares.
Ilustración 5	Analizador de Redes.
Ilustración 6	Interruptores de los Grupos Motor –bomba.
Ilustración 7	Variadores.
Ilustración 8	Operador Digital del Variador.
Ilustración 9	Bombeo
Ilustración 10	Características del bombeo.
Ilustración 11	Celdas de PLC
Ilustración 12	Imagen Principal del Bombeo (IHM)
Ilustración 13	Alarmas del IHM
Ilustración 14	Monitoreo de Datos de Cada Grupo (IHM)
Ilustración 15	Imagen Temperatura (IHM)
Ilustración 16	Válvulas del bombeo (IHM)
Ilustración 17	Operación del Bombeo (IHM)
Ilustración 18	Esquema de Interconexión (Válvulas)
Ilustración 19	Válvula de Descargue
Ilustración 20	Válvulas y Cheques Grupos
Ilustración 21	Medidor de Caudal
Ilustración 22	Válvula de la Impulsión de los Bombeos
Ilustración 23	Válvula de la Impulsión General.
Ilustración 24	Dimensiones Motor
Ilustración 25	Dimensiones mecánicas del Motor
Ilustración 26	Dimensiones Motobomba
Ilustración 27	Dimensiones mecánicas de las Motobombas