**UNIDAD ESTRATEGICA DE NEGOCIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**
**DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE**
**DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

EMCALI
EICE – ESP

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE MEDICION DE CAUDALES PARA LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO Y ESTACION DE BOMBEO NAPOLES DE EMCALI E.I.C.E.

**Santiago de Cali, Septiembre de 2009**

UENA-Dirección Agua Potable
Automatización e Instrumentación
Calle 3oeste No 10-26, teléfono 899 63 31 –5213258
Telefax 8933972

## Contenido

1. ANTECEDENTES....4
2. INTRODUCCIÓN....6
3. OBJETIVO GENERAL....7
4. OBJETIVOS ESPECIFICOS....7
5. ALCANCE....8
Suministro, montaje e instalación de macromedidores....8
Análisis hidráulico....9
Red de datos y comunicación....9
Determinación de la incertidumbre inicial....9
Mantenimiento....9
Sistema de gestión de macromedición....10
Gestor de bases de datos....10
Sistema SCADA....10
1 DEFINICION DEL PLAZO....10
2 LUGAR DE EJECUCION....10
3 PRESUPUESTO OFICIAL DEL CONTRATO....10
4 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO....11
5 ESPECIFICACIONES TECNICAS....11
Caudalímetros electromagnéticos....12
5.1.1 Características técnicas de los medidores electromagnéticos:....12
5.1.2 Requisitos para el tubo de flujo....13
5.1.3 Requisitos para el Transmisor (Convertidor de señal)....14
5.1.4 Aseguramiento metrológico....15
5.1.5 Documentación....16
5.1.6 Garantía....16
5.1.7 Condiciones de Suministro e instalación del medidor....16
5.1.8 Rotulado....17
Equipos de verificación metrológica y/o respaldo....17
5.1.9 Características técnicas de los medidores ultrasónicos:....18
5.1.10 Tuberías de instalación....19
5.1.11 Sondas....19
5.1.12 Características físicas y de manejo del trasmisor....19
5.1.13 Otros requisitos....20
5.1.14 Empaque....20
5.1.15 Rotulado....20
10.3 Red de datos....21
10.3.1 Trabajos de integración del software supervisorio SCADA....24
10.3.1.1Desarrollo interfase Operador :....24
10.4 Incorporación de equipos existentes....25
10.5 Montaje Mecánico de Accesorios de Tubería y Macromedidores....26
10.5.1Planta Puerto Mallarino....26
10.5.2Planta Río Cauca....29

10.5.3 Planta Río Cali....31
Tubería de Salida Barrio Nacional....31
10.5.4 Planta La Reforma....33
10.5.6Aspectos generales ....36
Alarmas de Proceso....39
Portal de Reportes....40
Proceso de Datos....40
Aspectos de ingeniería....40
10.7 CAPACITACION....41
10.7.1 Calidad de la Capacitación....42
10.8ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES....42
10.8.1 Protección de trasientes....42
Normas listadas....43
Aspectos listados a los cuales aplican las normas anteriores....44
NORMAS TECNICAS QUE DEBEN SER CUMPLIDAS POR LOS EQUIPOS A SUMINISTRAR....45
Instalaciones y Protecciones Eléctricas:....45
10.8.1 Materiales: ....45
10.8.2 Características eléctricas y mecánicas de los equipos:....46
10.8.3 Consumo y disipación de calor:....46
10.8.4 Gabinetes, dispositivos de anclaje y soporte:....46
10.8.5 Características Genéricas del Equipamiento....46

## 1. ANTECEDENTES.

La Unidad Estratégica de Acueducto y Alcantarillado tiene instalado en sus plantas de tratamiento, la medición de los caudales que ingresan a la red de distribución de acueducto la cual se realiza siempre a la salida de las plantas, actualmente se tienen 15 caudalímetros de los cuales 8 son de principio presión diferencial que cayeron en obsolescencia tecnológica debido a que algunos de estos sistemas fueron instalados cuando se construyeron las plantas y con el paso de los años las tecnologías han evolucionado. Se hace necesario su cambio con el fin de brindar una mejor precisión y fiabilidad en las mediciones de los usuarios.

El Sistema de Acueducto, cuenta con cinco plantas de potabilización que son: Puerto Mallarino, Río Cauca, Río Cali, La Reforma y la Rivera, surten a sectores específicos de la ciudad. Las tres primeras plantas son las que purifican el agua para el consumo de la mayoría de los habitantes de la ciudad. Las plantas de Puerto Mallarino y Río Cauca, toman el agua del Río Cauca, por lo que están ubicadas en el oriente de la ciudad, cerca del río. La planta Río Cali se encuentra en el centro-occidente de la ciudad, mientras que La Reforma se halla ubicada en los cerros al occidente de la ciudad. Las estaciones de bombeo y tanques cubren una amplia zona de la ciudad.

La planta de tratamiento de Puerto Mallarino, la más importante del sistema, entrega cerca del 59 % del volumen total de agua potable suministrada. De ella se desprenden tres líneas troncales denominadas tuberías de transmisión: Norte, Sur y Oriente. Y para cada una de ellas se tiene instalado un caudalímetro. En las Tuberías de Transmisión Norte (TTN) y Sur (TTS) actualmente existe instrumentos de presión diferencial cuyo elemento primario es un tubo Dall con un transmisor de presión SMAR modelo LD301. Para la medición de caudales en la Tubería de Transmisión Oriente (TTO) actualmente existe un caudalímetro electromagnético de marca Yokogawa.

La planta de tratamiento Río Cauca es la segunda planta en tamaño del sistema operado por EMCALI, la cual entrega cerca del 20.1 % del volumen total del agua potable suministrada. De ella se desprenden dos líneas troncales denominadas: Norte y Sur, cada una de las cuales tiene instalado un caudalímetro. Los caudalímetros instalados en las dos troncales son del tipo presión diferencial cuyo elemento primario es un Venturi conectado con un transmisor de presión SMAR modelo LD301.

El elemento primario de Planta Rio Cauca de este caudalímetro es un Venturi fabricado por la firma TRI-FLO Inc. El material del cuerpo y los conos son de acero al carbón; mientras que la garganta está construida con acero inoxidable (SUS304). Cumpliendo de esta forma con lo establecido en la norma ISO 5167.

La Planta de tratamiento de Rio Cali entrega el 16.9 % del total del agua producida en el sistema, por lo que esta se podría considerar como la tercera planta en importancia. Aquí, es importante tener en cuenta que esta planta fue la primera que entró en operación, y a lo largo de los años, ha tenido una serie de ampliaciones y modificaciones que han llevado a que hoy existan 7 salidas, cada una con su correspondiente caudalímetro. Las siete salidas son: Nacional, Centro, Normal, Refuerzo Norte, Refuerzo Sur, Bellavista II, Bellavista III. De los siete caudalímetros existentes cinco son electromagnéticos, uno es un Venturi y uno es un tubo Dall.

La planta La Reforma provee de agua a los sectores de ladera que se encuentran ubicados en las zonas de Nápoles y Siloé, a través de dos tuberías de transmisión de 24 pulgadas (610 mm) cada una. Es la planta más joven del sistema, ya que el crecimiento de la ciudad hacia esos sectores ha sido relativamente reciente. Los caudalímetros instalados a la salida de esta planta son de presión diferencial: un tubo Dall y tubo Pitot.

La Planta de Tratamiento La Ribera la cual abastece el sector de Pance, posee un caudalímetro tipo Woltmann Horizontal de 8 pulgadas a través de una línea principal.

Cuando se evalúan las pérdidas de agua en un sistema de acueducto, uno de las variables a considerar es el volumen inyectado al sistema de distribución, por cuanto es el que determina el suministro de agua a la red que posteriormente será comparado con el consumo por parte de los usuarios del servicio para el cálculo del Índice de Agua No Facturada (IANC). Por lo tanto la importancia de este tema para poder tener la información unificada y el desarrollo de una infraestructura tecnológica que garantice los análisis y el procesamiento en cuanto a confiabilidad del sistema.

## 2. INTRODUCCIÓN

Las presentes especificaciones están referidas al suministro, montaje e instalación de los macromedidores de salidas de las plantas de tratamiento de agua potable e igualmente a la instalación de los accesorios para la instalación de otros medidores de Flujo para la verificación de estos y así poder realizar lo siguiente:

a. Determinar el suministro óptimo de agua para mantener el equilibrio del servicio en las diferentes plantas de la ciudad.
b. Entregar el volumen del agua suministrada a la ciudad con una menor incertidumbre, con el fin de poder calcular el agua no contabilizada y sus componentes, hacer seguimiento a su evolución y comportamiento.
c. Mejorar las condiciones hidráulicas que garanticen la mejor ubicación de los macromedidores en Planta.

El tema más sensible para un enfoque adecuado de las actividades y las inversiones dirigidas a la recuperación de pérdidas está en la macromedición del volumen suministrado, especialmente a las plantas, razón por la cual mediante el presente proyecto se pretende llegar a un buen nivel tecnológico que asegure la confiabilidad en la medición.

El sistema de macromedición optimizado consiste en la infraestructura física del punto de medición, los equipos y la logística de recolección, procesamiento y divulgación de los datos que generen información a nivel de mediciones de unidades hidráulicas menores tendientes a establecer programas específicos de control pérdidas en estas áreas.

El presente proyecto pretende integrar en cada uno de estos aspectos la información para obtener los reportes de caudal por unidades hidráulicas en términos de precisión y continuidad. Adicionalmente se prevé la optimización de los puntos existentes de medición actual realizando trabajos de mejoramiento eléctrico, de recolección de datos y de integración a los Centro de Control locales de cada Planta y a la base de datos que contiene EMCALI EICE ESP actualmente en las áreas operativas.

## 3. OBJETIVO GENERAL

Optimizar el sistema de medición de caudales de salida de las Plantas Pto Mallarino, Planta Rio Cauca, Planta Rio Cali, Planta La Reforma y Estación de Bombeo Nápoles. Lo anterior lo podremos conseguir realizando el cambio de los macromedidores de Presión diferencial y desarrollando un sistema de medición permanente, en tiempo real y confiable a partir de la medición directa con transmisión hasta un centro de control local y transmitiéndolo a las bases de datos existentes para su control efectivo, igualmente implantar un plan de verificación y mantenibilidad de todos los equipos de Caudal.

## 4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar los análisis necesarios en las Plantas de tratamiento de Puerto Mallarino, Rio Cauca, Rio Cali, La Reforma y Estación de Bombeo Nápoles de las condiciones hidráulicas existentes para lograr la mejor ubicación del macromedidor a suministrar que este dentro de las condiciones técnicas mínimas exigidas por EMCALI EICE ESP.

- Reducir la incertidumbre en la medición de caudal mediante el suministro e instalación de los macromedidores en las Plantas de tratamiento de Puerto Mallarino, Rio Cauca, Rio Cali, La Reforma y estación de bombeo Nápoles, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas solicitadas por EMCALI EICE ESP.

- Aseguramiento metrológico con el suministro e instalación de los macromedidores de verificación en las plantas de tratamiento de Puerto Mallarino, Rio Cauca, Rio Cali, Reforma y Estación de Bombeo Nápoles, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas solicitadas por EMCALI EICE ESP.

- Aseguramiento metrológico que implemente el Plan de Verificación de los macromedidores instalados nuevos y existentes en las plantas de tratamiento de Puerto Mallarino, Rio Cauca, Rio Cali, Reforma y Estación de Bombeo Nápoles, dotando a las áreas operativas de herramientas para garantizar el seguimiento de ellos hacia el futuro.

- Implementar la red de datos para la macromedición en las plantas de tratamiento de Puerto Mallarino, Rio Cauca, Rio Cali, Reforma y Estación de Bombeo Nápoles, que asegure la gestión de la operación y del mantenimiento.

- Asegurar los controles del dato de caudal en los Sistemas de Adquisición de Datos (SCADA) y el sistema de control de calidad de los datos ingresados a la base de datos para poder realizar la gestión del dato de macromedición teniendo en cuenta los sistemas existentes.

- Capacitar a los técnicos y profesionales para la operación y mantenimiento de los equipos y en el seguimiento de la gestión de los datos de macromedición.

## 5. ALCANCE

Para cumplir con los objetivos descritos en la optimización del sistema de medición de caudal se requiere lo siguiente:

**Suministro, montaje e instalación de macromedidores**

Planta Puerto Mallarino: suministrar, instalar y montar macromedidores electromagnéticos de 42” en la Tubería de Transmisión Norte (TTN) y la Tubería de Transmisión Sur (TTS) e Instalar los accesorios para el montaje de medidores de verificación en todas las transmisiones.

Planta Rio Cauca: suministrar, instalar y montar macromedidores electromagnéticos de 40” en la salida Norte y de 42” en la salida Sur e Instalar los accesorios para el montaje de medidores de verificación en todas las salidas.

Planta Rio Cali: suministrar, instalar y montar macromedidor electromagnético de 10” en la salida del Barrio Nacional e instalar y montar macromedidor electromagnético de 24” en la Salida Centro, instalación de los accesorios para el montaje de medidores de verificación en todas las salidas.

La Reforma: suministrar, instalar y montar macromedidores electromagnéticos de 24”en la salida del Barrio Siloé y de 20” en la Salida Nápoles e Instalar los accesorios para la Instalación de medidores de verificación en todas las salidas.

Estación de bombeo Nápoles: suministrar, instalar y montar macromedidor electromagnético de 20" en la salida e Instalar los accesorios para el montaje de medidor de verificación en la salida.

### Análisis hidráulico

Desarrollar un análisis hidráulico por cada sitio de instalación de medición objeto de esta licitación, para definir la mejor ubicación posible tanto del macromedidor electromagnético respectivo como del medidor ultrasónico de verificación, con el fin de asegurar la confiabilidad de la medición.

### Red de datos y comunicación

Suministrar e implementar la red de datos para la comunicación de los macromedidores, desarrollando la interface de comunicación de los macromedidores nuevos y antiguos, utilizando protocolos aceptados por EMCALI (modbus -Profibus), hacia los Centros de Control Locales de cada una de las plantas y Estación de Bombeo Nápoles. Lo anterior incluye las excavaciones en todas las plantas y Estación de Bombeo Nápoles para cablear la red de datos, las alimentaciones a los equipos, el sistema de Puesta a Tierra, dispositivos de enlace del macromedidor con la red, tablero de alojamiento de los equipos, protecciones de trasientes, accesorios de montaje, etc

### Determinación de la incertidumbre inicial

Realizar una prueba inicial donde se comparen los caudales medidos con los medidores electromagnéticos contra los caudales medidos por los medidores ultrasónicos bajo condiciones controladas, para cada uno de los sitios donde se instalarán los medidores de verificación ultrasónicos, estableciendo un punto inicial de referencia para las próximas verificaciones, por lo tanto, el contratista deberá entregar todos los documentos sustentados bajo la Norma de metrología ICONTEC GTC-51 o equivalente, que demuestren esta certificación de análisis y cálculo para todos los equipos instalados.

### Mantenimiento

Suministrar un equipo como herramienta de verificación que compruebe el estado del caudalímetro, el cual debe constar como mínimo de: chequeo de linealidad y cero, salida digital y analógica, propiedades del sensor, que permita la impresión de la información verificada, que venga con el programa correspondiente,

adaptador, cargador de baterías para vehiculo, cables de conexiones, lap top e impresoras; y capacitar al personal de EMCALI EICE en su utilización. Se debe desarrollar interface para que los datos de autodiagnóstico migren al sistema de gestión de mantenimiento ADSUM para cada uno de los macromedidores suministrados. Se deben programar las rutinas de mantenimiento y crear reportes de calibración.

Suministro de dos (2) Kits de repuestos electrónicos donde se incluya tarjeta de potencia, tarjeta microcontroladora, tarjeta acondicionadora del sensor y tarjeta de comunicación.

**Sistema de gestión de macromedición**

**Gestor de bases de datos**

Integración en el software de gestión de bases de datos actual SIDAP (Sistema de Información de Agua Potable) de la red de datos de macromedición, desarrollo de indicadores de gestión del dato, desarrollo de una forma de validación de la información de macromedición, desarrollo de los informes de gestión del dato, control de cambios, análisis de datos.

**Sistema SCADA**

Desarrollar las configuraciones necesarias en los PLC y sistemas SCADA de las plantas, para la visualización de ventanas de acceso para análisis históricos, generación de reportes, generación de alarmas, exportación de los datos, control de cambios, administración de perfiles, curvas de tendencia, consignas de operación

## 1 DEFINICION DEL PLAZO

Trescientos treinta (360) días calendario a partir de la firma del acta de inicio.

## 2 LUGAR DE EJECUCION

Planta de Tratamiento de agua potable de Puerto Mallarino, Planta Rio Cauca, Planta Rio Cali, Planta La Reforma y Estación de bombeo Nápoles.

## 3 PRESUPUESTO OFICIAL DEL CONTRATO

El costo total del proyecto es de $1.734.327.742 (Mil Setecientos treinta y cuatro millones trescientos veintisiete mil setecientos cuarenta y dos pesos m/cte)

## 4 CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

| Ene-10 | Feb - 10 | Mar - 10 | Abr - 10 | May - 10 |
|---|---|---|---|---|
| $867.163.871 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 |

| Jun-10 | Jul - 10 | Agos – 10 | Sept - 10 | Oct - 10 | Nov - 10 | Dic - 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.079 | $78.833.081 |

## 5 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para desarrollar la obra, el Contratista debe primero elaborar el diseño detallado; por lo tanto, deberá realizar al menos las siguientes actividades iníciales:

1) Recopilación de la información necesaria y revisión de las especificaciones funcionales.

2) Desarrollo de los estándares para la codificación de los equipos, equipos, cables y ductos.

3) Preparar los planos generales y detallados de los diferentes sitios que muestren la disposición de todos los equipos y las principales dimensiones.

4) Listados de información detallada de los elementos y módulos que compondrán las partes principales.

Con base a lo anterior, el Contratista preparará un conjunto de planos e información detallada, que someterá a aprobación del Supervisor del contrato. Debe incluir por lo menos lo siguiente:

- Arquitectura detallada de los diferentes sistemas de comunicación de cada Planta.
- Especificaciones detalladas de los equipos (“Hardware”) y programas (“Software”).
- Planos detallados de localización de equipos y accesorios
- Las Especificaciones Funcionales del sistema de comunicaciones.
- Planos detallados de adecuación y/o modificación de los diferentes sitios.

- Planos detallados de montaje y accesorios mecánicos.
- Planos de conexionado y marquillado.
- Listado de señales.
- Protocolos de pruebas en fábrica y de puesta en servicio.

### Caudalímetros electromagnéticos

A continuación se relacionan los sitios donde se instalaran los equipos Electromagnéticos:

-Macromedidor de 42" Tubería de Transmisión Norte (TTN) Planta Puerto Mallarino.

-Macromedidor de 42" Tubería de Transmisión Sur (TTS) Planta Puerto Mallarino.

-Macromedidor de Salida Sur de 42" Planta Rio Cauca.

-Macromedidor Salida Norte 40" Planta Rio Cauca.

-Macromedidor de 10" Salida Barrio Nacional Planta Rio Cali.

-Macromedidor de 24" Salida Centro (solo instalación)

-Macromedidor de 24" Salida Siloé Planta La Reforma.

-Macromedidor de 20" Salida Nápoles Planta La Reforma.

-Macromedidor de 20" Estación de Bombeo Nápoles.

Estos equipos deben incorporarse a la red de datos de macromedición que se van a desarrollar en cada una de las plantas.

**Características técnicas de los medidores electromagnéticos:**

- Rango específico de trabajo entre 0 y 10 m/s

- Precisión: +/- 0.25% de la lectura efectuada.

- Rangeabilidad: ajustable, conservando las siguientes precisiones sobre la lectura +/-0.25% (0.5 - 10 m/s) y +/-1% (0.1 - 0.5 m/s).

- Registrador "datalogger" interno con intervalo de tiempo programable desde mínimo 5 minutos ó mejor, no se aceptan dataloggers externos.

- Autochequeo de la señal: El equipo debe permitir hacer un diagnóstico de las condiciones de operación del instrumento y generar señales de aviso.

- Mínimo dos (2) relés programables para alarmas: caudal alto o bajo, o para tubo parcialmente lleno. El equipo puede tener alarmas sin relevo.

- Estabilidad: 100% durante los primeros 5 años y 99% hasta los 10 años de vida de servicio del equipo entendida como la conservación de sus características de precisión durante este periodo de tiempo.

- Señales de salida:

    - Puerto de comunicación Modbus-Profibus.
    - Salida análoga de 4 - 20 mA, galvánicamente aislada y con compensación de temperatura, podrá ser usada como pasiva o como activa.
    - Salida por frecuencia: Frecuencia full escala de 2 Hz a 1 kHz

- Fluido de trabajo: Agua tratada.

- El equipo deberá ser diseñado para funcionar hasta una temperatura de trabajo máxima de 50°C a presiones hasta de 150 PSI.

- Debe tener al menos 3 totalizadores independientes para volumen.

### Requisitos para el tubo de flujo

- El elemento primario o tubo del medidor electromagnético deberá ser una pieza enteriza con recubrimiento interior, debe incluir las bridas para la conexión a la tubería de proceso y deberá ser igual al diámetro de la tubería de montaje.

- El material del recubrimiento interno deberá ser caucho natural, o sintético resistente a la abrasión y que esté aprobado por organismos internacionales para el uso en aplicaciones de agua potable para consumo humano tales como NSF. El revestimiento interno debe garantizar su rigidez mecánica ante eventos como sobre presiones, presión negativa (de vacío) y variaciones de temperatura para lo cual deberá ser fundido o vulcanizado directamente sobre el interior del tubo de medida y extenderse hasta las caras de las bridas sin causar perturbaciones internas.

- El tubo de medida deberá estar completamente soldado, conformando una única pieza, serán inaceptables cuerpos partidos con junta ajustada por tornillo y otro mecanismo similar. El material de construcción será acero inoxidable o fundición de aluminio. El material de los electrodos deberá ser acero inoxidable 316 L o superior.

- El grado de protección del elemento primario deberá ser IP68. La caja de conexión deberá ser sellada.

- El tubo de medida deberá tener extremos con brida taladradas según norma ANSI B 16.1 Clase 125 que esté de acuerdo con cada uno de los montajes existentes.

**Requisitos para el Transmisor (Convertidor de señal)**

- El medidor debe tener claves de entrada con códigos de acceso para el personal autorizado para efectuar calibraciones, reconfiguraciones, verificaciones y programación del equipo, así como para descarga de datos.

- La unidad electrónica será de manejo remoto con grado de protección IP68, su encerramiento será en aluminio extruido con recubrimiento de pintura epóxica o en otro tipo de material que asegure la protección IP solicitada. La unidad deberá permitir la comunicación en protocolo MODBUS RTU y/o PROFIBUS a través de puerto serial.

- El firmware del equipo debe permitir el diagnóstico y pruebas y mostrar códigos de error en pantalla.

-El transmisor debe ser de construcción modular lo cual debe permitir el cambio rápido de dichos módulos en caso de daño y deben ser completamente intercambiables entre transmisores de la misma generación y con diversos tubos de flujo.

- El equipo deberá tener auto limpieza eléctrica de los electrodos incorporada. No se aceptan dispositivos externos para el sistema de limpieza.

- El equipo deberá tener la posibilidad de bloquear el acceso de personal no autorizado a los parámetros de programación así como al borrado de los totalizadores

- La entrada al “logger” debe ser digital. La unidad electrónica deberá contar con una memoria “logger” de por lo menos 30.000 registros de tal manera que los totalizadores de volumen, datos de caudal puedan ser almacenados,

conservados y protegidos para seguridad. Esta memoria deberá ser integrada a la unidad central de tal manera que no haya partes en movimiento o adosadas y evitar daños en la electrónica.

- Deberá incorporar display de cristal líquido con retro iluminación que permita su lectura aún en ambientes oscuros. El operador deberá poder realizar la configuración del instrumento sin necesidad de ninguna herramienta o equipo adicional.

  - El display deberá presentar los valores de caudal instantáneo, total positivo, total negativo y total absoluto así como deberá alertar al usuario de la presencia de algún error en la medida, alguna falla en el hardware o en el firmware.

  - Se debe poder configurar el equipo externamente sin abrirlo y sin equipos adicionales

  - Punto de lectura. Este es un dispositivo intermedio entre el medidor y el dispositivo de lectura que permite la conversión del formato de datos del medidor al formato de datos del dispositivo de lectura. Este dispositivo de punto de lectura no es obligatorio ya que pueden existir medidores que se conecten directamente al dispositivo de lectura, siendo esta la única excepción.

  - El equipo deberá poder presentar mensajes de error explícito por tipo de error.

  - La alimentación eléctrica del equipo deberá ser a 24 V DC adicionalmente se debe suministrar un sistema de suplencia eléctrica que ocupe poco volumen y que entregue más autonomía en casos de suspensión del servicio público de energía eléctrica. El sistema de suplencia deberá asegurar una autonomía del caudalímetro de mínimo 12 horas por medio de baterías secas libres de mantenimiento.

### Aseguramiento metrológico

- Los medidores deben presentar certificado de calibración en 5 puntos expedido por laboratorio acreditado por organismo competente en la norma ISO 17025. Se debe presentar original y copia traducida al español.
- Se regirá por la norma técnica de servicio NTC-1063-1-2-3 Calibración y Verificación Metrológica de Macromedidores teniendo en cuenta que todos los equipos deben tener el certificado de calibración tal y como se especifica en la norma con la trazabilidad del patrón, además de considerar la verificación

metrológica y las especificaciones del laboratorio donde serán expedidos los certificados; además, deberán entregarse todos y cada uno de los informes solicitados allí para cada uno de los medidores.

### Documentación

- Por cada equipo suministrado se debe incluir como mínimo la siguiente información, en idioma español .
    - Manual de operación y mantenimiento.
    - Catálogos y manuales para operación e instalación del equipo y que incluyan información de todos los menús de entrada, datos de salida
    - Certificado de Capacitación en operación e instalación por el fabricante.
    - En documento adicional se debe compilar los diferentes procedimientos a seguir en caso de presentarse los diferentes tipos de error. Los procedimientos deben ser claros y en lenguaje sencillo para ser seguidos por los operadores.

### Garantía

- El Contratista debe asegurarse que el macromedidor cumple con lo especificado y que no presenta defectos apreciables en su terminado ni en su construcción

- El Contratista dará garantía de la calidad de los equipos, de la instalación y protección de los mismos, por un término de 10 años. El Contratista se hará cargo de todos los costos asociados al montaje y desmontaje en caso de falla atribuible al equipo o a la instalación,( falta de protección, protección insuficiente, etc)

- Se debe verificar el 100% de los equipos entregados. Junto con la entrega de los equipos.

### Condiciones de Suministro e instalación del medidor

Deberá contemplarse todos los aspectos relacionados con el suministro e instalación de todo aquello que incluya el acoplamiento y la alineación del tramo del medidor con el resto de la tubería, la unión y sellado de las bridas, las conexiones a tierra, los cableados eléctricos y conexiones al transmisor o a la pantalla de monitoreo, y de todos aquellos accesorios que permitan que el equipo quede funcionando totalmente. Adicionalmente, deberá tenerse en cuenta que el

convertidor de señal debe ser IP68, se debe montar la unidad electrónica en un armario con protección IP68, y la unidad electrónica se debe poder conectar mediante cableado al tubo de medida (mínimo 50 metros). En caso de daño en la trasmisión o PLC.

Estos equipos deben contar con un sistema de auto chequeo, de no ser así se debe proporcionar el software y los elementos necesarios para esta tarea. El autochequeo debe incluir análisis de corriente, voltaje, y temperatura de la bobina para asegurar que la fuerza B sea la misma siempre, falta de batería, verificación de puesta a tierra.

**Rotulado**

Los macromedidores deben contener la siguiente información, contenida en una placa grabada de acero inoxidable:
- Nombre del fabricante o marca registrada
- Referencia del equipo
- Números de serie
- Nombre o logo símbolo de EMCALI EICE ESP.
- Características metrológicas
- Características eléctricas

**Equipos de verificación metrológica y/o respaldo**

El contratista suministrará dos (2) equipos de medición ultrasónico de dos caminos (4 sensores) los cuales podrán ser del tipo intrusivo o externo. Los sensores serán instalados mínimo a un (1) diámetro del macromedidor electromagnético y deberá garantizarse la no perturbación del flujo en la instalación de dichos sensores. El Contratista debe realizar la instalación de los accesorios de conexión donde irán montados las sondas (están podrán ser montadas y desmontadas fácilmente mediante tornillos o bridas, utilizando Válvulas de bola cuando el sensor sea de tipo intrusivo, o instalar accesorios de fijación para la ubicación de sensores externos) en todas las salidas de las plantas (3 de Pto, 2 de CAUCA, 7 de rio Cali 2 de reforma, Estación de Bombeo Nápoles) para realizar el seguimiento inicial de los macromedidores estacionarios nuevos y antiguos, y realizará una campaña de verificación de todos los equipos durante mínimo una semana y calculará la incertidumbre de medición de cada una de las salidas, la cual debe entregar un informe donde relacione todas las condiciones hidráulicas establecidas, tipos de equipo utilizado. Las actividades mínimas a desarrollar serán: 1. Instalación de los sensores ultrasónicos con las condiciones adecuadas para el buen funcionamiento de dicho equipo en cada una de las áreas de las plantas en mención. 2. Análisis comparativo de los resultados de los datos de incertidumbre entre los dos equipos teniendo en cuenta las perturbaciones

externas (bombeo, operación de válvulas, etc.) y las precisiones de ambos equipos. 3. Procedimientos de ajuste a los equipos estacionarios. 4. Verificación de los chequeos de linealidad y zero, salida digital y analógica y propiedades del sensor. 5. Cálculo de incertidumbre final de ambos equipos. 6. Informe final y recomendaciones

En caso de utilizarse sensores externos el equipo ultrasónico debe permitir la medición del espesor de la tubería metálica.

El equipo ultrasónico debe tener como mínimo las siguientes consideraciones técnicas:

**Características técnicas de los medidores ultrasónicos:**

**Principio de trabajo:** tiempo de tránsito

**Rango específico de trabajo:** entre 0.1 y 10 m/s, bidireccional y con escala ajustable.

**Precisión**: ± 1 % de la lectura efectuada. El valor de la precisión incluye los efectos combinados de linealidad, histéresis, banda muerta y Repetibilidad

**Repetibilidad:** ± 0.25 % de la lectura efectuada.

**Memoria** : Interna (propia del equipo) con capacidad mínima de 30000 registros de medición programables desde mínimo 5 minutos ó menos hasta 60 minutos, de fácil intercambio y con posibilidad de lectura o conexión a un PC, o en su defecto un sistema que lo reemplace.

El equipo de grabación o logger deber ser interno del equipo, y debe tener al menos dos salidas análogas 4-20 mA protegidas. Protocolo modbus-profibus

Debe garantizarse la confiabilidad en la transmisión de los datos de las sondas del equipo medición al logger.

Los datos registrados por el equipo deben poder descargarse mediante la utilización bien sea de un programador portátil, un adaptador serial, un computador portátil y directamente desde el centro de control local, Los datos registrados en el software deben poderse extraer a una hoja electrónica tipo Excel para el manejo y edición de datos.

No debe existir distorsión entre el Display y la memoria.

**Intervalo de tiempo de registro del logger** programable desde 5 minutos hasta 60 minutos.

**Autochequeo de la señal**: El equipo debe permitir hacer un diagnóstico de la calidad de la señal bien sea mediante información de la distancia de sondas o visualización del eco y potencia del sonido.

**Relés parametrizables**: mínimo tres (3) relés para alarmas de caudal alto y bajo o desviaciones o daños de funcionamiento del aparato.

**Estabilidad:** 100% durante la viada útil del equipo (5 años) entendida como la conservación de sus características de precisión durante este periodo de tiempo.

**Fluido de trabajo**: Agua tratada o cruda con 0-10 g/l de partículas en suspensión para sondas invasivas.

**Temperatura de operación de fluido**:
Sondas invasivas -20°C hasta mínimo 60°C

Adicionalmente, el contratista deberá cumplir las normas que se refieren a macromedidores, medidores de flujo y ultrasónicos

**Tuberías de instalación.**

El equipo de inserción debe funcionar en todo tipo de tuberías: metálicas, asbesto cemento, PVC, ó tipo CCP (Tubería de concreto reforzado externo, cilindro de acero y recubrimiento interno en mortero; debe poderse utilizar en tuberías con diámetros entre 10" y 56".

**Sondas.**

**Sondas Intrusivas**
Las sondas deben ser IP 68. Las sondas intrusivas deben penetrar de tal forma que se garantice la comunicación entre emisor - receptor. Se deben incluir todos los accesorios de instalación como cables entre sensor y unidad central en la longitud necesaria, registros, niples, asesoría de instalación que incluya en su momento planos de instalación de las sondas en tuberías del diámetro indicado. Las piezas externas de la sonda deben tener protección IP 68.

**Características físicas y de manejo del trasmisor**

Los equipos de medición deben cumplir como mínimo con las siguientes características:
- Pantalla gráfica e iluminada para despliegue (display) LCD (back lit) o normal/ invertido con protección adicional antireflejos.
- Presentación de datos de calibración o parámetros de diagnóstico, flujo, totalizador de volumen, mensajes de error, atenuación de la señal.
- Entrada de datos por teclado y desde un programador, computador portátil o PC.
- Menú de entrada de datos de aplicaciones, calibración y selección de unidades de ingeniería con teclas de selección de los datos por ubicación sobre el valor deseado.
- Alimentación con corriente continúa entre 12 V y 36 V.

El equipo debe ser entregado con el software a utilizar debidamente instalado, con dos licencias como mínimo, para los PC's de EMCALI E.I.C.E. incluyendo el manual de operación y capacitación en el manejo de dicho software.

## Otros Requisitos

Por cada equipo suministrado se debe incluir como mínimo la siguiente información, en idioma español:
- Manual de operación.
- Manual de mantenimiento
- Certificado de calibración
- Capacitación en operación e instalación
- Planos de instalación eléctricos, mecánicos y de la red de datos
- Manual de operación y capacitación del software
- Lista de repuestos adecuados del equipo y los precios correspondientes.
- Todos los menús de entrada, datos de salida y manuales deben presentarse en idioma español o inglés.

## Empaque

El equipo debe entregarse en una caja adecuada al tipo de transporte, y una caja adicional debe destinarse para la entrega de los accesorios.

## Rotulado

Los macromedidores tanto electromagnéticos como ultrasónicos deben contener la siguiente información, contenida en una placa grabada de acero inoxidable:

- Nombre del fabricante o marca registrada
- Referencia del equipo
- Números de serie
- Nombre o logosímbolo de EMCALI EICE ESP.
- Características metrológicas
- Características eléctricas

### 10.3 Red de datos

El sistema de red de comunicaciones estará conformado por todo el hardware y software para la comunicación y almacenamiento de datos de todos los macromedidores de las Plantas teniendo en cuenta las interfases de cada uno de ellos a cada una de los Centro de Control Locales de ella.

El Contratista desarrollara e implementara una red de datos con los protocolos aprobados por EMCALI EICE ESP en cada una de las planta para los equipos de macromedición nuevos y antiguos descritos anteriormente, igualmente tener en cuenta los equipos de verificación de caudal.

El contratista debe tener en cuenta la arquitectura actual que existe en las plantas, reconociendo los SCADA, PLC, para que la red de macromedición se incorpore a esta configuración.

La programación de los equipos del sistema de red de comunicaciones debe permitir almacenar los datos y el tiempo de grabado. Además de caudal se podría aumentar al volumen acumulado. Adicionalmente, el dato de caudal grabado deberá ser el caudal cada lapso de tiempo especificado ó el producto del promedio de caudales calculadas en el periodo de tiempo definido para la grabación de datos, como también el volumen acumulado en las unidades que determine la Empresa, debe ser programado en el equipo por parte del contratista, acorde con las condiciones de caudal tomadas en una prueba previa a la puesta en marcha definitiva del equipo.

El contratista deberá entregar el Software instalado y funcionando, todas las claves de los programas realizados para EMCALI y de los módulos usados en los programas, en los equipos que se le solicite, anexando las licencias (Sólo se aceptara Hardware key) que se requieran a nombre de EMCALI EICE ESP, ó a nombre de quien ésta lo considere por tiempos determinados.

El software deberá disponer del listado de puntos de registro de caudal para extraer los datos a las bases de datos y los respectivos datos en los periodos que le sean solicitados en presentación numérica ó gráfica.

El contratista deberá entregar todos los aditamentos, elementos y accesorios requeridos para la conexión de los equipos con los que se va a gestionar la información externa tanto para las conexiones a los equipos del sistema de comunicaciones.

En todo caso, se deberán entregar los archivos instalados con sus respectivas licencias, en caso de que sea necesario.

Los equipos que se suministran dentro de este contrato tienen la finalidad de permitir un monitoreo continuo de caudales instantáneos, volúmenes acumulados y autodiagnóstico en todos los puntos de medición de caudal, incluyendo el consumo interno de Puerto Mallarino diferentes sitios de las plantas.

Los equipos del sistema de comunicaciones (TIEMPO REAL Y CON PROTOCOLO DEDICADO) para el registro de caudal requeridas en esta propuesta deben cumplir mínimo con las siguientes especificaciones o similar: Unidades por microprocesador completamente integradas y diseñadas específicamente para el funcionamiento sin vigilancia permanente dentro de ambientes que tienen grandes rangos de temperaturas, alta humedad, alto ruido eléctrico y altas vibraciones.

- Fuente de alimentación: 6 a 30VDC.

- Deben incluir interfaces análogas, digitales, y de comunicaciones protegidas externamente contra trasientes para interactuar directamente con todos los transductores, actuadores, y equipos de comunicaciones estándar sin la necesidad de la intervención de dispositivos de acondicionamiento.

- Las unidades no requerirán de ningún ventilador y serán resistentes al polvo, agua e insectos.

- El sistema operativo para realizar la programación de los equipos (TIEMPO REAL Y CON PROTOCOLO DEDICADO)'s deberá ser Microsoft Windows.

- El contratista debe entregar funcionando la versión más reciente del software de programación. Debe ser entregada licenciada, instalada y configurada además debe realizar una capacitación certificada por el Fabricante.

- El sistema operativo de los equipos de comunicación (TIEMPO REAL Y CON PROTOCOLO DEDICADO) para el registro de caudal será incluido con el software, los cuales deben ser entregados licenciados, instalando, configurando y funcionando por el contratista.

- La memoria "Flash" programable y borrable será empleada para contener el programa fuente, los datos históricos y registros, no se debe requerir ninguna batería para mantener el contenido de esta memoria hasta por 5 años desde el cese de la energía.

- Los sectores de la memoria "Flash" asignados para el sistema operativo y el almacenaje del programa de usuario serán protegidos contra la escritura siempre que el programa esté funcionando.

- Batería de backup interna con capacidad de 6000 horas, debe ser posible que se substituya la batería sin uso de cautín.

- Memoria SRAM de 1.5 MB con batería de backup, los datos grabados se mantendrán con la batería que está instalada en el equipo, por 6000 horas desde la interrupción de la energía. La memoria de acceso aleatorio "SRAM" será empleada para las bases de datos, datos de comunicación, y almacena variables temporales, totalizadores y cualquier otro dato usado según la programación realizada en la RTU.

- Reloj interno de tiempo real con resolución de un segundo en: Segundos, Minutos, Horas, Día, Mes, Año.

- Un hardware detector de ausencia de energía, detectará la falta de energía o apagón inminente, y parará el procesador antes de la pérdida de energía para asegurar un paro seguro y recomenzar de manera ordenada. Empleará una histéresis del 10% para eliminar la posibilidad de recomenzar múltiples veces con el regreso de energía fluctuante.

- Dos puertos seriales configurables independientemente en cuanto a velocidad, largo de la palabra, bits de parada, tamaño de los datos, protocolo de comunicaciones dedicado, para ser conectados a un radio y para descarga local de datos.

- La alimentación del equipo deberá ser por baterías internas o externas libres de mantenimiento y con una autonomía de mínimo 12 horas, queda en caso de que la memoria tenga una batería de larga vida el contratista en conjunto con Encala EICE ESP un mes antes de finalizar el contratos deberá cambiar esta batería por una nueva y entregar la remplazada a los

- La seguridad de comunicaciones se garantizará con CRC (Código cíclico redundante).

- Temperatura: ambiente de -20 a +60 grados centígrados.

### 10.3.1 Trabajos de integración del software supervisorio SCADA

El Software Rsview como Supervisor se encuentra actualmente instalado en las Plantas a excepción de Planta Rio Cauca que actualmente esta en implementación para los cuales el contratista debe integrarlo a los sistemas actuales.

Debe tenerse en cuenta que actualmente existen servidores ubicados en el Centro administrativo Municipal (CAM) que integran información de instrumentación de los procesos . El Contratista debe efectuar una reconfiguración del sistema de tal forma que los datos de caudales se puedan observar en cada una de las partes administrativas.

#### 10.3.1.1Desarrollo interfase Operador :

El contratista deberá efectuar todos los trabajos necesarios para completar las siguientes tareas:

- Desarrollo de pantallas de macromedición en las plantas.
- Creación de una plantilla para mostrar información detallada de cada estación, esta pantalla será activada cuando el operador haga clic en el nombre de cada una de los medidores de caudal.
- Todos los mímicos y pantallas nuevos en el supervisorio deben ser compatibles con lo desarrollado actualmente en los supervisorios RSVIEW ó de la forma que apruebe EMCALI EICE ESP.
- Desarrollo de las nuevas alarmas en el sistema supervisorio deben ser compatibles con el sistema (color, severidad y filtrado).
- Desarrollo de los despliegues de tendencias en el nuevo supervisorio
- Cambiar y actualizar las pantallas existentes de RSVIEW con el fin de crear enlaces necesarios para navegar por las nuevas pantallas.
- Definir nuevos usuarios y contraseñas de acuerdo a la lista que será suministrada por EMCALI EICE ESP.
- Definir grupo y permisos de acuerdo a los estándares de EMCALI EICE ESP.

Los parámetros que deben tenerse en cuenta en los sitios donde hay medidor existente y para los nuevos son los siguientes:

La solución DEBE cumplir e incluir como mínimo y entre otras actividades, pero sin limitarse a ellas, los siguientes aspectos principales:

a) Registro de datos, supervisión en tiempo real y protocolo dedicado.

b) Las Unidades terminales de comunicación de los sitios de concentración de señales deben tener la tarjetas adecuadas para recibir entrada de pulsos de alta y baja velocidad, realizar la gestión del dato y la gestión del mantenimiento ser 100% compatible, con los equipos que tenemos actualmente. deberán usar interfaces y adaptadores en aquellos sitios que se requiera previa autorización del supervisor del contrato

c) El contratista deberá garantizar un almacenamiento de red en cada una de las plantas definidos según los sistemas actuales.

d) El Contratista en el costo de la oferta debe incluir los planos de todos los suministros e instalaciones, con su correspondientes acometidas e instalaciones eléctricas, instalaciones electrónicas, redes, cableados exteriores e interiores de racks y demás que el contratista crea necesario;

### 10.4 Incorporación de equipos existentes

Parte de los equipos de medición que no se van a cambiar y que están ubicados a las salidas de las plantas registran el caudal y volumen mediante tecnología electromagnética y diferencial de presión. Como estos equipos también hacen parte del programa de macromedición y están incorporados en el balance de caudal - volumen de la Planta, deben poderse incorporar en las etapas de procesamiento, edición y presentación de resultados. Los registros de estos medidores serán considerados por EMCALI EICE ESP para la generación de los informes respectivos Para lo cual se debe considerar el acoplamiento de la señal con protocolo de comunicación “modbus y/o profibus” directamente a los centro de control locales con entradas apropiadas para este fin.

Los macromedidores existentes que no se van a cambiar es necesaria su incorporación en la red de datos que se va a implementar con este proyecto, por lo tanto a los siguientes equipos se les debe suministrar la interface necesaria para ingresarlo a la red de datos de macromedición:

-Macromedidor Electromagnético Tubería de Transmisión Oriental (TTO) Planta Pto Mallarino (marca Yokohawa).

-Macromedidor Electromagnético Refuerzo Sur Planta Rio Cali (marca Badger Meter).

-Macromedidor Electromagnético Salida Normal Planta Rio Cali (marca Badger Meter).

-Macromedidor Electromagnético Salida Bellavista III Planta Rio Cali (marca Siemens).

-Macromedidor Presión Diferencial Bellavista II (marca Smar).

-Macromedidor Electromagnético Refuerzo Norte (marca Siemens).

### 10.5 Montaje Mecánico de Accesorios de Tubería y Macromedidores.

El contratista dentro de la Ingeniería de detalle que deberá desarrollar en este contrato deberá tener en cuenta los siguientes aspectos para el montaje mecánico de los diferentes macromedidores:

#### 10.5.1Planta Puerto Mallarino

**Tubería de Transmisión Norte**

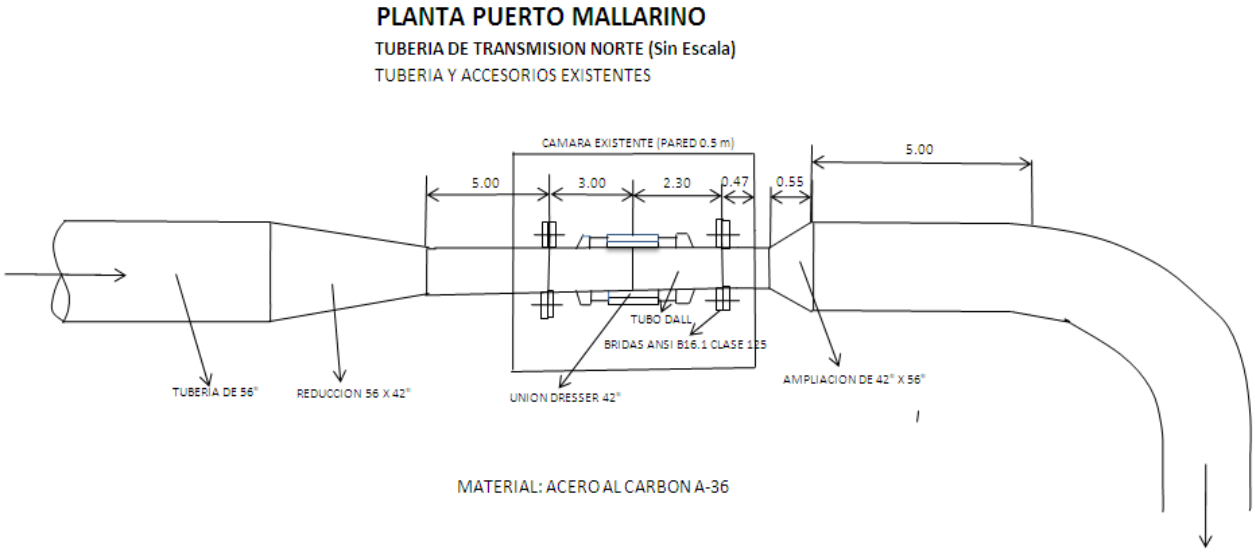



**Figura 1. Cámara de medición existente TTN (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 42” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Cambio de niple de 42” por aproximadamente 5 metros de largo situado aguas arriba del medidor actual entre la reducción de 56” x 42” y la brida de entrada a la cámara. Para el cambio de este niple debe considerarse la demolición y posterior reparación del muro de la cámara de aproximadamente 30 cm de espesor. En el posterior montaje de este niple deberá tenerse en cuenta el diseño e instalación de soportes adecuados tipo silleta para la tubería.

- Desmonte del tubo Dall que se encuentra dentro del niple de 42” x aproximadamente 2.30 m de largo situado dentro de la cámara de medición.

- Construcción y montaje de niple de 42” con un largo que garantice los cinco (5) diámetros desde la entrada del macromedidor para instalación aguas abajo de este.

- Construcción y montaje de reducción de 42” x 56” con 7° de inclinación para instalar después del niple de 42” aguas abajo del macromedidor.

- Todos los accesorios que se instalen para esta tubería deberán tener como mínimo media pulgada (½”) de espesor y serán construidos en acero al carbón A-36.

- Las bridas existentes son norma ANSI.B16.1 Clase 125

- Suministro y montaje de adaptador para tubería de 42”

**Tubería de Transmisión Sur**

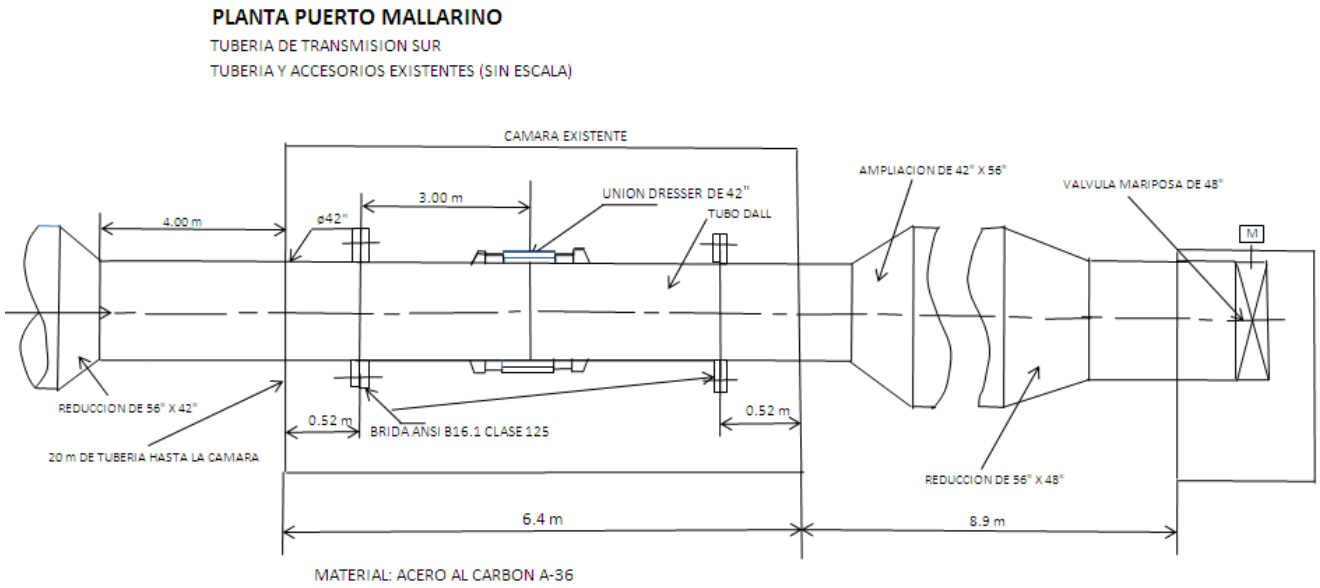



**Figura 2. Cámara de medición existente TTS (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 42” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Todos los accesorios que se instalen para esta tubería deberán tener como mínimo media pulgada (½”) de espesor y serán construidos en acero al carbón A-36.

- Montaje mecánico de niple de 42”, adaptador de 42” y macromedidor al interior de la cámara.

- Desmonte del tubo Dall que se encuentra dentro del niple de 42” x 2.4 metros de largo situado en la cámara de medición.

- A la salida de la cámara aguas abajo del macromedidor se debe instalar una reducción de 56” x 42” x 7° de inclinación, ubicada de tal forma que se cumplan los cinco(5) diámetros que hay que dejar, medidos desde la brida de salida del macromedidor. Para la instalación de esta reducción, es necesario excavar para ubicar la reducción existente posteriormente se corta y se instala le nueva reducción con su niple soldado de 42” correspondiente.

### 10.5.2Planta Río Cauca

**Tubería Salida Norte**

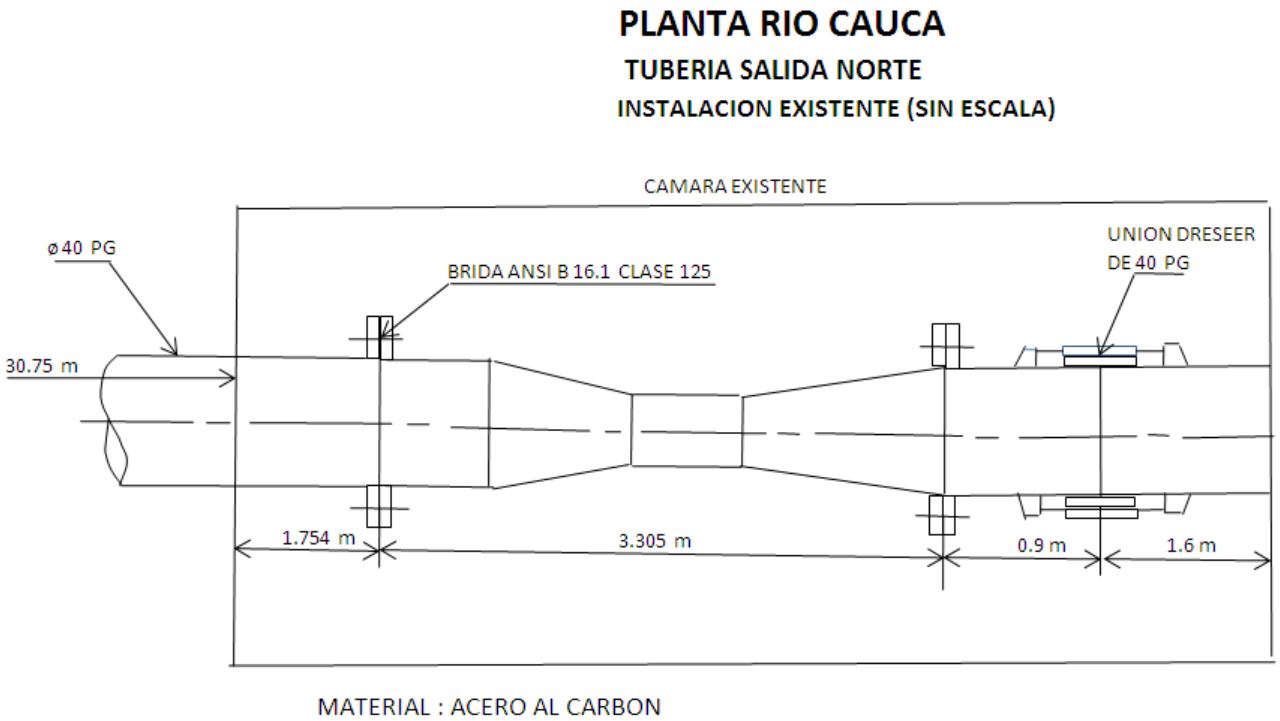



**Figura 3. Cámara de medición existente Salida Norte (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 40” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Desmonte del tubo venturi de 40” de diámetro por 3.305 metros de largo.

- La ventosa de la tubería existente deberá volverse a instalar en el mismo sitio sobre la nueva tubería.

- Montaje mecánico de macromedidor de 40”, tubería de 40” y adaptador de 40”

**Tubería Salida Sur**

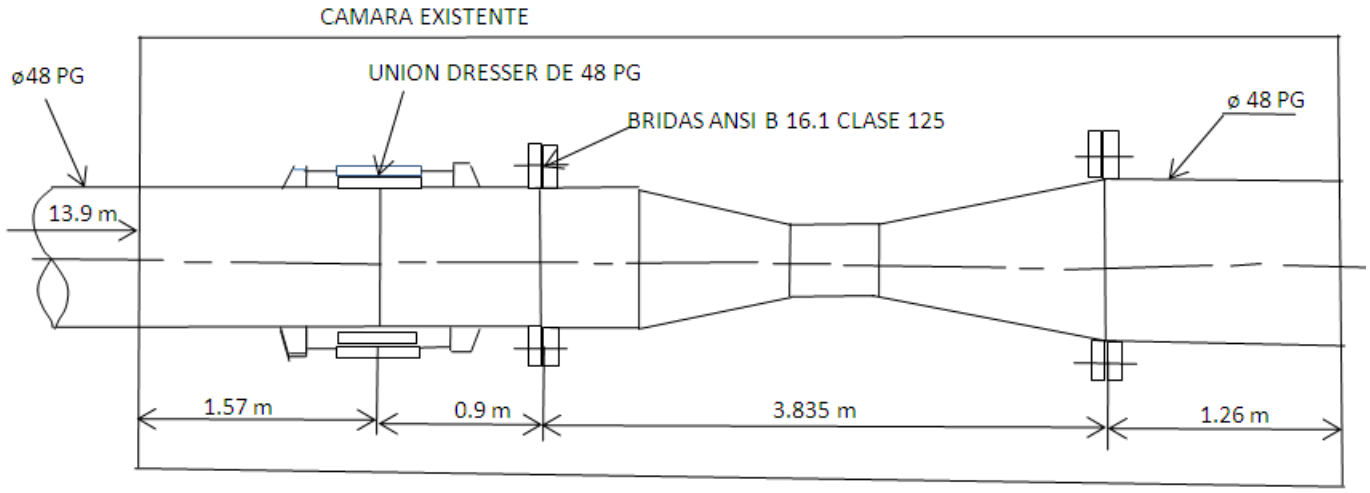



**Figura 4. Cámara de medición Salida Sur (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 42” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Construcción y montaje de dos (2) reducciones de 48” x 42” con inclinación de 7° para la instalación del macromedidor de 42”.

- Desmonte del tubo venturi de 48” de diámetro por 3.835 metros de largo.

- La ventosa de la tubería existente deberá volverse a instalar en el mismo sitio sobre la nueva tubería.

- Montaje mecánico de reducciones de 48” x 42 “, tubería de 48”, macromedidor de 42” y adaptador de 48”.

### 10.5.3 Planta Río Cali

**Tubería de Salida Barrio Nacional**

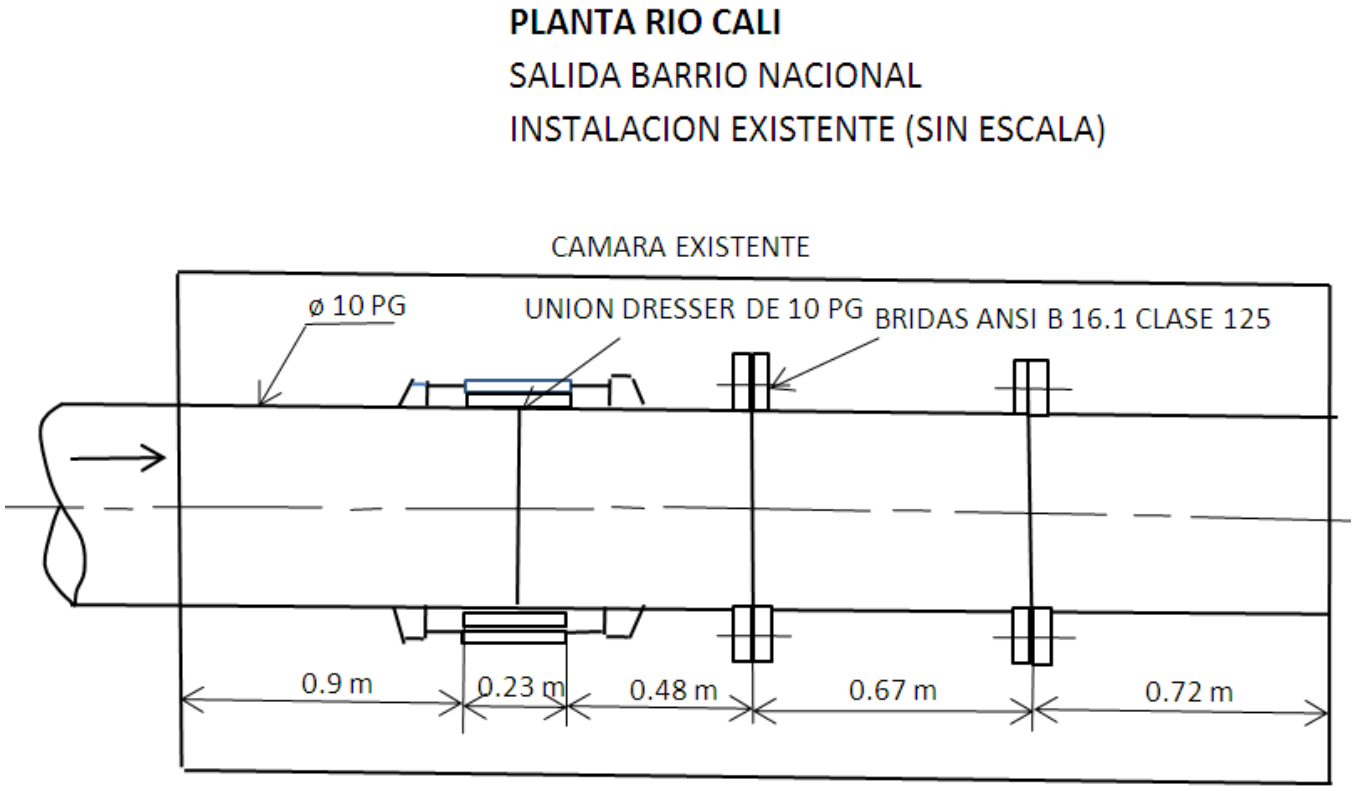



**Figura 5. Cámara de medición Salida Barrio Nacional (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 10” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Desmontar el medidor existente del tipo tubo Dall

- Montaje de macromedidor de 10” y accesorios mecánicos

**Tubería de salida centro.**

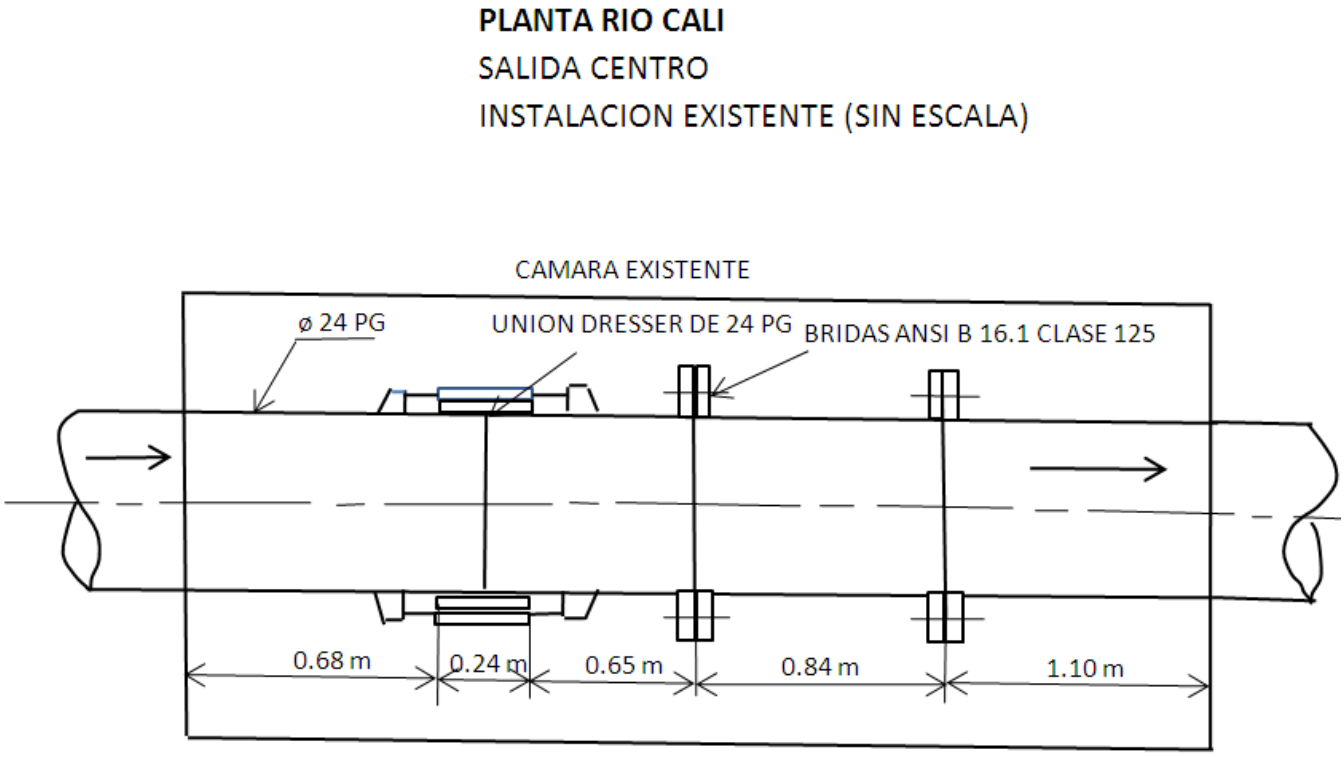



**Figura 6. Cámara de medición Salida Centro (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 24” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Desmontar el medidor existente del tipo tubo Dall

- Montaje de macromedidor de 24” y accesorios mecánicos de 24”

### 10.5.4 Planta La Reforma

#### 10.5.4.1 Tubería de Salida Siloé

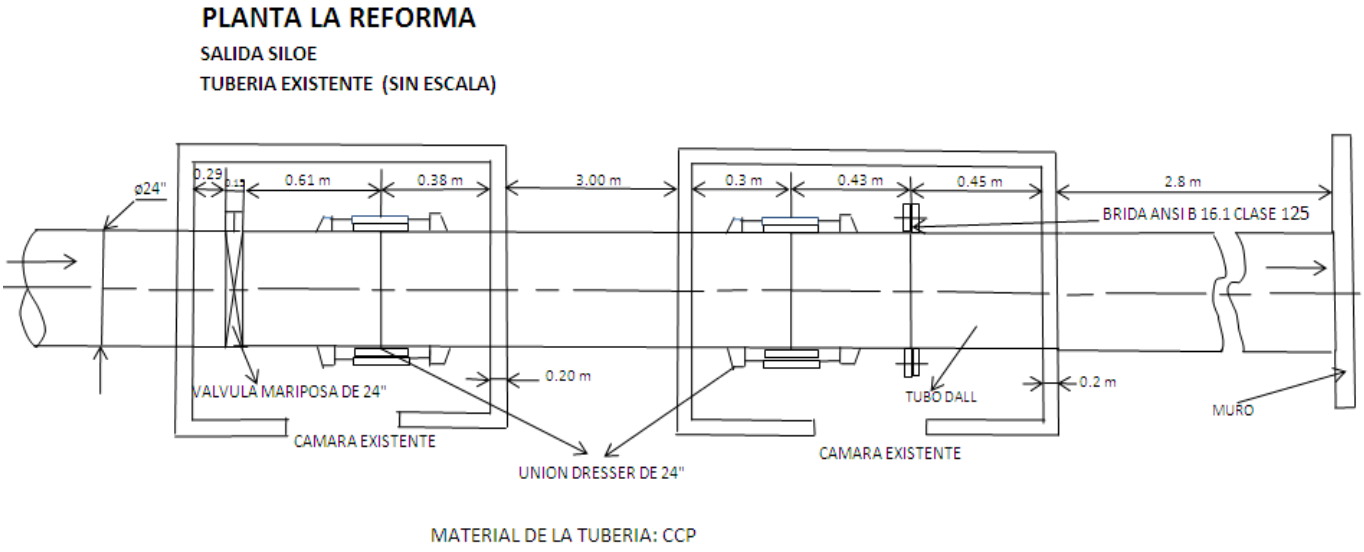



**Figura 7. Cámara de medición Salida Siloé (medidas aproximadas)**

- El macromedidor que se instalará será de 24” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Desmonte del tubo Dall que se encuentra dentro del niple de 24” situado en la cámara de medición

- La tubería existente es CCP (American Pipe) de 24”

- Montaje de macromedidor de 24” y accesorios mecánicos de 24”

- Suministrar e instalar válvula mariposa de 24” con actuador eléctrico a 220 voltios para la salida de la tubería después de la cámara de medición. Esta válvula deberá instalarse sobre tubería CCP (American Pipe) de 24” y deberá quedar a una distancia que exceda los 5 diámetros medidos desde la entrada del macromedidor.

- Construcción de Cámara (según Normas de EMCALI) para válvula mariposa de 24”.

Las especificaciones de la válvula serán las siguientes:

La válvula de mariposa será de doble excentricidad, cumplirá la norma AWWA C-504 o su equivalente en hierro dúctil, apropiadas para las presiones de trabajo. Las bridas cumplirán la norma ANSI B16.1 Clase 125

Debe ser diseñada para prevenir cualquier distorsión permanente del Cuerpo, cubierta o asientos. Además debe estar diseñada y construida para permitir la remoción fácil y el reemplazo de las partes operativas sin el uso de herramientas especiales o la remoción de las válvulas de la tubería.

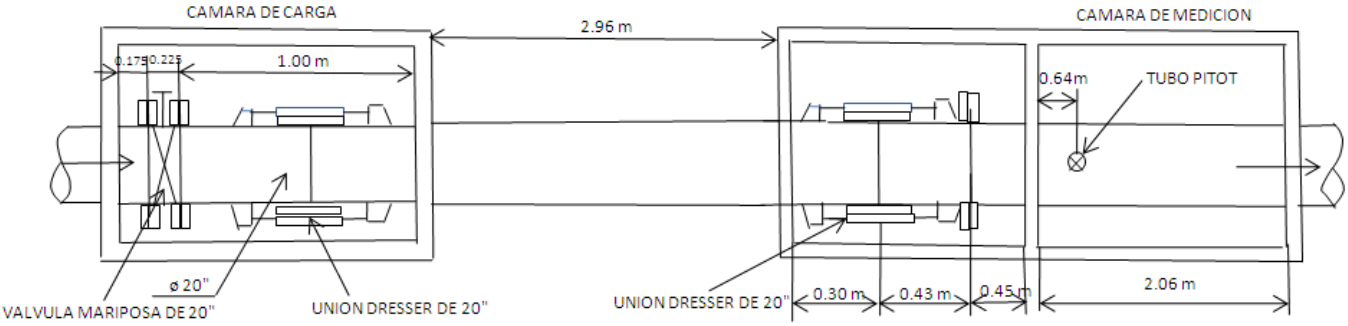
El sello de la válvula debe ser de fácil reemplazo y en material EPDM (Etileno -propileno -termopolímero) ó de mejor calidad.

El actuador eléctrico deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tipo de Actuador :Eléctrico
- Motor eléctrico : Trifásico 220/440 V, 60 Hz
- Temperatura de trabajo : -25 a 60°C
- Protección ambiental : IP-68
- Pintura : ESPC idónea para 1000 horas de resistencia a nube salina o equivalente.
- Protección por alto torque : Si
- Calefactor : Si.
- Indicador local : Si, de posición de ventanilla local estándar
- Controles electrónicos : Detector de par con ajuste de 40% a 100% del par nominal en ambas direcciones. Entrada analógica de posición de 4 – 20 mA
- Interfases de comunicación: Si. El protocolo de comunicación deberá ser el mismo del macromedidor que quedará instalado en la cámara de medición.

### 10.5.4.2 Tubería de Salida Nápoles

**PLANTA LA REFORMA**
SALIDA NAPOLES
TUBERIA EXISTENTE (SIN ESCALA)



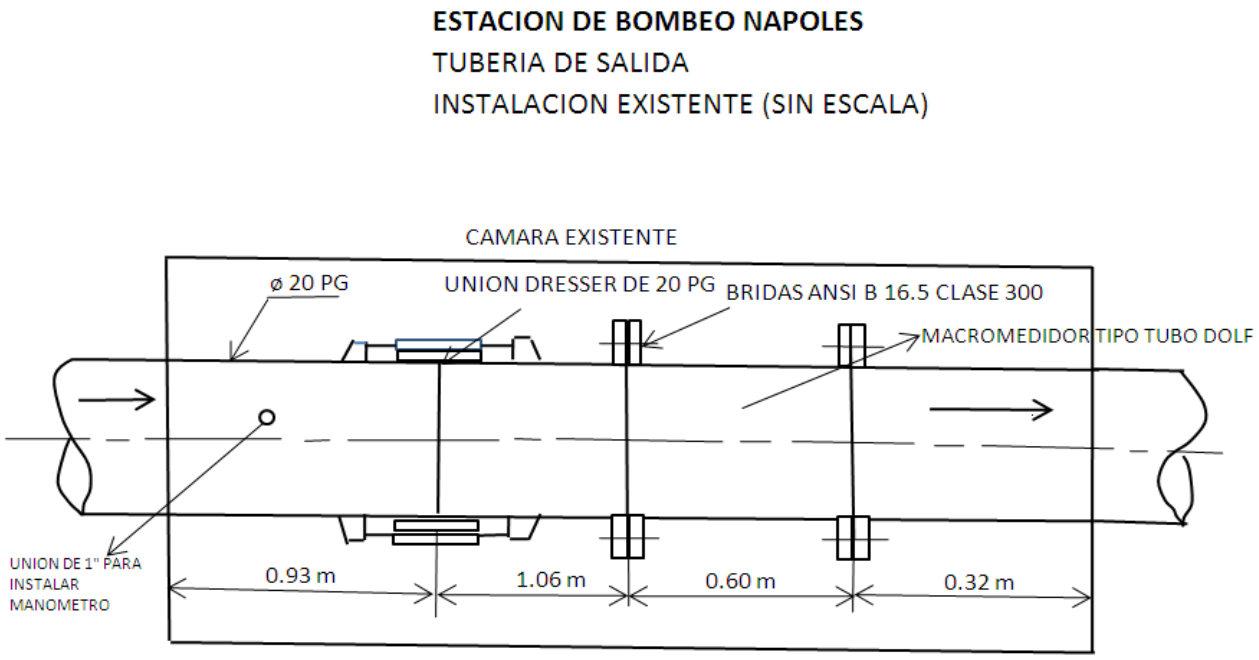

MATERIAL DE LA TUBERIA: CCP

- El macromedidor que se instalará será de 20” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Montaje de macromedidor de 24” y accesorios mecánicos de 20”

- La tubería existente es CCP (American Pipe) de 20”

### 10.5.5 Estación de Bombeo Nápoles




- El macromedidor que se instalará será de 20” de diámetro y deberá conservarse una distancia en tramo recto de diez diámetros aguas arriba y cinco aguas abajo medidos desde la brida de entrada del macromedidor para el caso aguas arriba y la brida de salida para el caso aguas abajo.

- Desmontar el medidor existente del tipo tubo Dall

- Montaje de macromedidor de 20” y accesorios mecánicos de 20”

- Las bridas actuales son ANSI B16.5 Clase 300

### 10.5.6Aspectos generales

Los siguientes aspectos generales del montaje mecánico deberán tenerse en cuenta y serán aplicables a todos los puntos de macromedición:

- En todas las tuberías donde se monte el macromedidor electromagnético deberán dejarse cuatro puntos de inserción o “ CLAMP ON” para la instalación de sensores para medición ultrasónica de caudal con medidor de dos caminos. Cada CLAMP ON consta de niple, reducción bushing y válvula de bola de cierre rápido de 1-1/2” todo construido en acero inoxidable

- Los niples y accesorios que se instalarán en las cámaras de medición serán fabricados en acero, para soportar presiones hidrostáticas entre 862 kPa (125 PSI) y 1030 kPa (150 PSI), extremo brida- extremo liso, con salida vertical de 1" en acero, para conexión de registro de incorporación o derivación de cobre o bronce corregido para varilla pitométrica, el cual se deberá ser suministrado con el niple.

- Deberán tenerse en cuenta para facilitar el montaje y desmontaje del macromedidor y accesorios en cada cámara la utilización de uniones de desmontaje autoportantes o uniones del tipo brida universal para bridas tipo ANSI B16.1 Clase 125.

- Los accesorios de tubería deberán venir recubiertos de acuerdo con lo siguiente:

- La preparación de superficie deberá ser grado SCPC-SP5 metal blanco con perfil de anclaje entre 2.5 y 3.5 mils.

- La pintura de base tanto interior como exterior será imprimante epóxico rojo Ref. 137008 de SIKA o su equivalente en PINTUCO con espesor de 3 mils.

- La pintura de acabado exterior será coaltar epóxico negro Ref. 786502 de SIKA o su equivalente en PINTUCO con espesor de 4 mils.

- La pintura de acabado interior será autoimprimante epóxico HSFZ serie 100 de SIKA o su equivalente en PINTUCO con espesor de 8 mils, esta pintura deberá ser adecuada para tuberías que transportan agua potable.

- La pintura de los accesorios incluye también los accesorios y tubería que se encuentran en las cámaras y que no se van a cambiar.

- La cámara de medición de la Planta Río Cauca deberá impermeabilizarse completamente incluyendo las paredes laterales, piso y tapas superiores; la impermeabilización incluye lavado con chorro de agua a presión, aplicación de revestimiento tipo Sikatop 121 o equivalente y aplicación de pintura epóxica tipo Sikaguard 62 o equivalente. Igualmente para esta cámara se deberá suministrar e instalar una bomba de achique sumergible trifásica de 2" con arranque automático por flotador; el suministro e instalación incluye bomba, arrancador, flotador, tubería de descarga, etc.

- En las cámaras de medición de las Plantas Puerto Mallarino, Río Cali y Estación de Bombeo Nápoles deberá efectuarse mantenimiento al interior

de las cámaras el cual incluirá limpieza con chorro de agua a presión y pintura epóxica.

- Las soldaduras deberán ser continuas de acuerdo a las normas de la ASME, deberá utilizarse para su aplicación equipo semiautomático o de tecnología superior, el metal de aporte deberá ser mínimo de 82.000 lb/pulgada cuadrada de resistencia a la tensión y se deberán efectuar pruebas de resistencia a la tensión, prueba de radiografías y pruebas de penetración de acuerdo a las normas aplicables. El soldador deberá estar plenamente Certificado por el SENA o entidad competente y la Certificación deberá estar vigente.

- El contratista deberá tener en cuenta en su propuesta la utilización de herramientas especiales como grúa telescópica, pistolas de impacto, planta eléctrica, torre de iluminación, vibrocompactadora y bombas de achique con sus accesorios.

- En el caso que haya que montar mas de un macromedidor en una planta de tratamiento, deberá tenerse en cuenta utilizar una cuadrilla de montaje para cada macromedidor con herramientas independientes con el fin de trabajar simultáneamente y de esta forma programar una sola parada en la planta de tratamiento respectiva.

## 10.6 GESTION DE MACROMEDICION

Los datos obtenidos de la macromedición deberán integrarse al sistema SIDAP (Sistema de Información de Agua Potable) a través de una base de datos ORACLE de almacenamiento y Gestión de la información o Gestor de Bases de datos que se encarga de gestionar en línea toda la información del Sistema de producción de Agua Potable proveniente del SCADA actual y de Diversas áreas de Operación y Calidad del Sistema de Agua Potable, garantizando Almacenamiento, seguridad, estabilidad , así como la realización de Backups y Auditoria de los Datos; adicional a ello SIDAP permite actualmente mediante las redes corporativas, la consulta de la información a los diferentes usuarios autorizados, así como la interconexión o interfase con la Plataforma Tecnológica Integral PTI del Corporativo (Sistema OpenSmartflex) si se quisiera.

El contratista debe desarrollar en el SIDAP la Gestión de macromedición que deberá permitir :

La extracción y Procesamiento de datos de cada uno de los Macromedidores de las Plantas mencionadas en este contrato:

α. Desarrollando el Algoritmo de control para la elaboración de la Validación Automática del Informe Diario, mensual de Macromedición de Caudal.
β. Elaboración de Algoritmo para la verificación de todos los macromedidores con el cálculo de la incertidumbre inicial de todos equipos de medición de caudal.
χ. Elaboración de Algoritmo para la verificación de todos los macromedidores de su estado de condiciones propias del sensor.
δ. Estandarización del procedimiento de Validación en todas las Plantas.

Elaboración del informe de verificación de todos los macromedidores con el cálculo de la incertidumbre inicial de todos equipos de medición de caudal.

Dicho informe debe contener los caudales registrados directamente de los equipos (datos brutos) y el reporte oficial de totalización de volúmenes y caudales por macromedidor y totalizado por unidad hidráulica.

Previo a la edición del informe, se debe contar con los análisis de series de tal forma que se detecten los valores fuera de rango con respecto de las variaciones esperadas de la curva de consumo diaria horaria y se realice de manera automática el ajuste, señalando los rangos de registro para los que se aplican los ajustes, los cuales deberán ser revisados contra los registros de operación por falla y contra las planillas de reporte de daños en la red de acueducto para verificar si las variaciones anormales pueden tener explicación en eventos de este tipo.

**Alarmas de Proceso.**

El sistema debe permitir enviar de manera automática y en tiempo real alarmas por:

- Pérdida de energía principal (alimentación principal)
- Falla de comunicación con entre el sistema de transmisión inalámbrica y el equipo de medición
- Por niveles alto o bajo en el flujo. (según niveles prefijados por el Grupo de Perdidas)
- Por errores enviados por la señal de autodiagnóstico.
- Por saturación de la memoria

### Portal de Reportes.

Para el desarrollo de reportes se debe desarrollar en el software que actualmente tiene EMCALI E.I.C.E debe permitir acceso a una gran variedad de reportes, los cuales deben ser adaptables a cualquier tipo de fuente de información.

Deben permitir:

- Una sola solución para toda la empresa.
- Reportes personalizados para cada usuario, para múltiples ubicaciones y formatos
- Compatibilidad con varios formatos.
- Integración con diferentes aplicaciones.
- Arquitectura integrada para ver, analizar, consultar y autorizar para desarrollo colaborativo de reportes.

Se deben crear reportes que sean compatibles con formato propio de EMCALI EICE ESP para las labores de consulta por parte de EMCALI, la principal función del software de reportes dentro del proyecto debe radicar en tener la información a disposición de varios usuarios.

### Proceso de Datos.

Realizar el registro de caudales de las diferentes Plantas, permitiendo calcular los caudales medios o la máxima y mínima de los puntos críticos de servicio para obtener el indicador de caudal.

## Aspectos de ingeniería

- Todo el nuevo desarrollo informático y de Instrumentacion desarrollado debe estar disponible en las plantas para el grupo de Instrumentación para futuros desarrollos.
- El contratista debe hacer todas las configuraciones necesarias para la red existente de hardware con el fin de asegurar completa conectividad con los sistemas actuales.
- El contratista debe incluir toda la configuración necesaria en los “switches / firewalls” existentes y nuevos.
- El contratista deberá suministrar EMCALI EICE ESP un diseño detallado de toda la red para aprobación antes de iniciar cualquier configuración de los equipos existentes.

- Se deberán tomar en cuenta consideraciones de seguridad y autenticación de usuarios, y dichos desarrollos deben ser aprobada por EMCALI EICE ESP.

## 10.7 CAPACITACION.

El objetivo de la capacitación debe ser preparar a los ingenieros y/o técnicos de forma tal que puedan resolver cualquier problema de hardware o software que se presente en los equipos que aquí se licitan, calcular futuras ampliaciones, optimizaciones y hacer gestión efectiva de Planeación, administración, operación y mantenimiento del sistema

Para lo anterior, el contratista deberá incluir en la oferta la visita de 4 personas mínimo delegados de EMCALI EICE ESP, que realizara una visita técnica a las instalaciones de la casa matriz donde se desarrolle y evidencie la construcción, trazabilidad y demás controles de calidad en fabrica, igualmente que el personal de EMCALI EICE ESP pueda presenciar la calibración de por lo menos uno de los equipos desarrollado en compra.

Igualmente el Contratista debe realizar capacitaciones y entrenamientos que estimen necesarios certificados por el fabricante.
El índice de los temas mínimos que deberán ser abordados en las capacitaciones será el siguiente:
Descripción general de los medidores de caudal Instalados.
-Generalidades
-Facilidades del Sistema de red de macromedición
-Aspectos técnicos, de mantenimiento, simulación y operativos del Sistema
-Estructura general del Sistema de red de macromedición en cada una de las plantas
-Esquema general.
-SISTEMA DE COMUNICACIONES.
-Base de datos.
-Generador de reportes.
- Instrumentación.
-Programación de los controladores.
-Configuración de cada equipo.
-Supervisorio

El contratista deberá realizar un entrenamiento para operación y mantenimiento del de todos los equipos contenidos en este proyecto deberá ser de un nivel básico y su contenido programático suficiente para capacitar (15) QUINCE funcionarios EMCALI EICE en dos grupos tanto ingenieros como técnicos, en labores de mantenimiento correctivo y preventivo a nivel del sistema de red de

macromedición y equipos específicos. Así como deberá entrenarlos hasta adquirir la destreza en el manejo de instrumentos y equipos de prueba necesaria para la reparación de todos los equipos y unidades del sistema, como también en mediciones, pruebas y ajustes del sistema.

### 10.7.1 Calidad de la Capacitación.

El Contratista deberá enviar EMCALI EICE por lo menos con 30 días de anticipación al inicio de cada curso, las hojas de vida de los instructores y el contenido de los cursos, para su aprobación definitiva por parte EMCALI EICE ESP.

## 10.8ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

### 10.8.1 Protección de trasientes

Los parámetros que deben tenerse en cuenta en los sitios donde hay medidor existente y para los nuevos son los siguientes:

Ejecutar los trabajos de instalación de los protectores de trasientes para la red de datos, red Eléctrica, previas necesarias para la adecuación del medidor de verificación, válvulas, y accesorios necesarios.

a) El contratista deberá incluir en el valor de la propuesta: la recopilación de información necesaria para el diseño de detalle, la construcción, el suministro, la instalación, la adecuación y la puesta en marcha de las respectivas sistemas de tierra externa a las cajas o la mejora de las existentes y la instalación de protecciones de trasientes a los equipos a instalar y a los ya existentes

b) Es responsabilidad del contratista evaluar las condiciones de puesta a tierra actuales mediante estudio de la conductividad del suelo

c) En los sitios de medición donde hay sistema de tierras existentes el contratista deberá hacer las adecuaciones necesarias para cumplir los requerimientos de los fabricantes de los equipos a instalar y ofrecer una resistencia mínima de 5 ohm, el hecho de que exista el sistema de puesta a tierra no libera de responsabilidad al contratista en lo que respecta a la protección eléctrica y electroestática de los equipos.

d) El contratista deberá incluir en el alcance de su Oferta el suministro e instalación de los dispositivos de protección contra sobre tensiones y puesta a tierra para proteger a las fuentes de alimentación de los equipos y para las interconexiones realizadas con otros equipos a nivel eléctrico.

e) El sistema de puesta a tierra deberá estar conformado por un conductor de cobre AWG #2 sólido o trenzado, estañado y desnudo, deberá estar enterrado y debe encerrar el área de la caseta utilizada. Se debe utilizar barras de cobre tipo *cooperweld* enterradas de manera de garantizar que la impedancia del sistema de puesta a tierra sea menor a 5 ohm. Las conexiones exteriores deberán realizarse con soldadura exotérmica.
f) Cada rack/gabinete deberá tener una barra de aterrizamiento interna (RGB) a fin de recopilar las conexiones de tierra de los equipos presentes en el rack/gabinete. Este RGB deberá ser de cobre sólido, cobre estañado o acero estañado. El RGB deberá unirse entonces al MGB mediante un conductor de cobre AWG #2 o mayor.

## Normas listadas

ANSI A10.14 Requirements for Safety Belts, Harnesses, Lanyard, and Lifelines for Construction and Demolition Use.

ANSI C62.1 Surge Arresters For AC Power Circuits.

ANSI T1-313 Electrical Protection for Telecommunications Central Offices and Similar Type Facilities.

ANSI Z308.1 Minimum Requirements For Workplace First Aid Kits.

ANSI Z359 Requirements for Personal Fall Arrest Systems, Subsystems and Components.

ANSI Z87.1 Occupational And Educational Eye And Face Protection.

ANSI Z89.1 Protective Headwear For Industrial Workers –Requirements.

ANSI/IEEE 80 IEEE Guide For Safety In AC Substation Grounding.

ANSI/IEEE 81 Guide For Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, And Earth Surface Potentials Of A Ground System (Part 1).

IEEE C62.41 IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits.

IEEE C62.45 IEEE C62.45 IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits.

IEEE Green Book; *IEEE STANDARD 142* Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

UL 467 Grounding and Bonding Equipment.

UL 497A Secondary Protectors For Communication Circuits.

UL 1449 Transient Voltage Surge Suppressors.

PROTECCIONES ELECTROESTATICAS Y NORMAS ELECTRICAS
Es mandatario el cumplimiento en su totalidad" de las normas IEC 61643-22, 61643-21, 61643-12, 61312-2, 61662, 62305-1, 62305-2, ITU-T Recomendaciones K.20:2003, K.21:2003 , K45:2003, K.11:1993, K.12:2000, K.39:1996, K.44:2003

RETIE IEC 61131-3

**Aspectos listados a los cuales aplican las normas anteriores**

- Tierras eléctricas externa, buses principales y secundarios de tierra.
- Fuentes de Potencia y suplencias.
- Supresores de Trasientes externos e internos pararrayos electroestáticos.
- Instalación de equipos de comunicaciones, suplencias.
- Servicios eléctricos de instalación de todos los equipos.
- Cableado y ruteo de cables.
- Alimentación de AC, DC paneles de potencia, circuitos y protecciones eléctricas, sistemas de cargadores, sistemas de baterías, generadores, trasferencias.
- Cableados de datos y control, redes, etc.

El **CONTRATISTA** deberá disponer, durante la etapa de ejecución de las obras y si las circunstancias lo ameritan, del personal profesional y de terreno necesario para la atención de los requerimientos que EMCALI EICE ESP solicite. Estos costos deberán ser incluidos en los gastos administrativos del Contrato.

El **CONTRATISTA** deberá garantizar que contará con el equipo suficiente y adecuado para atender el desarrollo normal de la obra en el plazo propuesto. Todos los vehículos y equipos deben estar en óptimas condiciones de operación durante el transcurso de la obra.

El **CONTRATISTA** estudiará los documentos y planos existentes de interés para los trabajos y el adecuado funcionamiento del sistema en el Archivo Técnico y Plano teca, de la Gerencia de UEN de Acueducto y Alcantarillado y/o en Plantas (Calle 13 No. 18ª-10 Departamento de Ingeniería).
Los costos generados por la utilización y disponibilidad del equipo necesario, de acuerdo con la programación que presente el Contratista y aprobada por el

Interventor de EMCALI EICE ESP, deben estar incluidos dentro de los valores unitarios en la oferta. EMCALI EICE ESP no reconocerá costos adicionales por uso, disponibilidad de equipo o cualquier otro concepto

El **CONTRATISTA** deberá desarrollar la digitalización de toda la información de Redes de Acueducto, Alcantarillado, Básica y Temática que resulte de la realización de la obra, según las de EMCALI EICE ESP, asociada con la información alfanumérica (tablas de atributos), de datos de Acueducto, Alcantarillado, Datos básicos y Temático.

El diseño de la base de datos asociada a la información y las especificaciones de incorporación de la información deberá contener como mínimo la información solicitada en cada uno de los productos que se vayan a entregar EMCALI EICE ESP. Para poder liquidar el contrato, cada uno de los puntos deberá tener un recibo a satisfacción del Grupo de Gestión de Perdidas, el cual evaluara los parámetros de Integridad, Consistencia, Validez, Exactitud Temática y Completitud, los cuales deberán ser cada uno mayores o iguales al 95%.

El **CONTRATISTA** deberá visitar las Plantas para verificar los trabajos a realizar con el objeto de complementar la información requerida para los trabajos ha ejecutar en lo que tiene que ver con el mejoramiento del sistema hidráulico y los rediseños del sistema electrónico y de comunicación.

## NORMAS TECNICAS QUE DEBEN SER CUMPLIDAS POR LOS EQUIPOS A SUMINISTRAR

Los equipos ofrecidos, deben tener en cuenta los requisitos de estas especificaciones, y la(s) norma(s) técnica(s) internacional(es) que cumplan estas especificaciones. En la oferta se debe suministrar copia de esa(s) norma(s) o especificar su cumplimiento mediante catalogo o información técnica equivalente del equipo.

### Instalaciones y Protecciones Eléctricas:

Los equipos solicitados deberán incluir todas las protecciones correspondientes que les ofrezcan una alta seguridad contra sobre tensiones y sobre corrientes originadas por campos e descargas atmosféricas, acoplamiento de líneas de abastecimiento de energía.
El CONTRATISTA durante el diseño de detalle deberá especificar claramente estas protecciones describiendo las características más sobresalientes.

El contratista debe cumplir con la norma RETIE.

#### 10.8.1 Materiales:

Todos los materiales utilizados para la fabricación, montaje e instalación de los equipos solicitados en la presente licitación deberán estar debidamente tropicalizados para las

condiciones ambientales de Bogotá y su área de influencia.

### 10.8.2 Características eléctricas y mecánicas de los equipos:

La estructura mecánica de los equipos deberá ser modular para facilitar la extensión del sistema por etapas y todas las unidades o nódulos deberán estar montados en estantes.

### 10.8.3 Consumo y disipación de calor:

Todos los equipos de los SMC deben ser y con estado de bajo consumo y la estrategia de comunicación debe ser tal que permita que un banco de baterías mantenga la suplencia por 48 horas sin estar conectado a la red eléctrica. Se deberá indicar cual es el consumo de potencia y corriente y la disipación de calor para cada módulo de los equipos.

### 10.8.4 Gabinetes, dispositivos de anclaje y soporte:

- Generalidades: El Contratista deberá suministrar los dispositivos de anclaje, soporte, gabinetes y demás equipos necesarios para la total instalación de Sistema según se requiera.

- Gabinetes: Los gabinetes deberán ser cerrados tipo gabinete e incluir las repisas o sub-gabinetes para el montaje de las unidades si es necesario.

- Facilidades: Los gabinetes deberán proveer facilidades para lo siguiente:

-La terminación de todos los cables que entren o salgan del gabinete.

-Terminaciones del cableado eléctrico entre los gabinetes.

- Cableado general del Gabinete: Los gabinetes deberán suplirse ya alambrados de fábrica para todos los circuitos eléctricos.

- Estructura del Gabinete: La estructura del gabinete deberá ser del tipo auto soportado.

- Separación entre gabinetes: Los gabinetes no deberán poseer accesorios, tapas y/o otros componentes laterales que puedan impedir la instalación contigua de ellos.

- Herramientas especiales: No se deberán requerir herramientas especiales o particulares para la instalación de los equipos.

- Identificación: Los gabinetes deberán venir adecuadamente rotulados y equipados con etiquetas de designación para la identificación rápida y positiva de los equipos.

### 10.8.5 Características Genéricas del Equipamiento

- Generalidades: Todo el equipo especificado en este documento deberá estar conformado por módulos, de tal manera que todos los circuitos puedan ser fácilmente

reemplazables. Con el objeto de facilitar la investigación de fallas o los posibles ajustes internos, se requieren tarjetas extensoras que permitan realizar los trabajos correspondientes sin necesidad de extraer una tarjeta ó unidad de circuito fuera del gabinete, El contratista deberá incluir en e el valor de su Oferta los accesorios y piezas necesarias para tal fin.

- Identificación de los Módulos: El panel frontal de cada módulo enchufable deberá tener una leyenda para indicar el tipo de equipo, función del módulo

- Conectores: Los conectores utilizados para la interconexión de los circuitos eléctricos de los módulos enchufables y de las repisas del equipo deberán permitir una conexión automática cuando se enchufen en los módulos.

- Exclusividad de los módulos: Los módulos enchufables deberán estar diseñados de tal manera que no sea posible insertar módulos de tipos diferentes en la misma ranura del enchufe.

- Fijación de los módulos: Los módulos enchufables deberán tener la característica de quedar positivamente fijados cuando se montan en una repisa o sub-gabinete del equipo.

Diseño Físico: El diseño de detalle del equipamiento debe ser tal que todas las operaciones normales, mantenimiento y servicio puedan ser realizadas por una sola persona. Los componentes y unidades a reemplazar durante la localización de una falla o la realización de labores de mantenimiento deberán ser fácilmente transportables y de igual forma de fácil acceso cuando el equipamiento se encuentra en su posición habitual dentro de un gabinete. Las herramientas especiales para labores de instalación, operación y mantenimiento deberán ser evitadas en lo posible.