

PRODUCTO 13: REHABILITACION SUBTRAMO SUR (2018)

Memoria de Instrumentación y control

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	8
1.1 INTRODUCCIÓN	8
1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	14
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
3 ESTUDIOS DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL SUB TRAMO SUR	20
3.1 INTRODUCCIÓN	20
3.2 OBJETIVOS DE LA MEMORIA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL	20
3.3 CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS	21
3.3.1 CRITERIOS GENERALES	21
3.3.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS	22
3.4 NORMAS APLICABLES	25
3.4.1 NORMAS GENERALES	25
3.4.2 NORMAS TÉCNICAS SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	26
3.5 PARÁMETROS Y CONDICIONES AMBIENTALES	28
3.6 DIAGNOSTICO DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE EL TRAMO 3	28
3.6.1 OBJETIVOS	28
3.6.2 ALCANCES	28
3.6.3 DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y TELECOMUNICACIONES DE LAS CÁMARAS DE MACRO MEDICIÓN.	29
3.6.4 CONCLUSIONES.	75
3.6.5 RECOMENDACIONES.	76
3.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	77
3.7.1 SISTEMA ELÉCTRICO.	77
3.7.2 INSTRUMENTACIÓN.	86
3.7.3 SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.	94
3.7.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES	107
3.7.5 SISTEMA DE FUERZA.	131
3.7.6 PROTECCIONES CONTRA TRANSITORIOS	133
3.7.7 CABLEADO	134
3.8 SERVICIOS TÉCNICOS	142

3.8.1	INSTALACIÓN	142
3.8.2	PRUEBAS	143
3.8.3	DOCUMENTACIÓN	148
3.8.4	CAPACITACIÓN	149
3.9	LISTADO DE EQUIPOS Y SERVICIOS	149
3.10	GLOSARIO DE TERMINOS	150
4	MANUALES DE OPERACIÓN, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1 SISTEMA MICROONDAS BANDAS NO LICENCIADAS..	¡Error! Marcador no definido.
TABLA No. 2 SISTEMA CELULARES GPRS Y SATELITAL	¡Error! Marcador no definido.
TABLA No. 3 SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA No. 4 SISTEMA UHF/MICROONDAS BANDA LICENCIADA	¡Error! Marcador no definido.
TABLA No. 5 CUADRO RESUMEN DE COORDENADAS Y ALTURAS DE LOS SITIOS	117
TABLA No. 6 CUADRO RESUMEN ALTURAS DE ANTENAS Y DISTANCIAS.....	119
TABLA No. 7 CUADRO RESUMEN CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN.....	120
TABLA No. 8 ZONA SUR – SITIOS A INTERCONECTAR CON CCM.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1 LOCALIDADES Y SECTORES HIDRÁULICOS SERVIDOS POR EL TRAMO 3 DE LA TUBERÍA TIBITOC-CASABLANCA	17
FIGURA No. 2 ESQUEMA GENERAL DE OBRAS DE REHABILITACIÓN TRAMO 3 TUBERÍA TIBITOC-CASABLANCA	19
FIGURA No. 3 TOPOLOGÍA SISTEMA DE RADIO COMUNICACIONES.....	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FOTO No. 1 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.	29
FOTO No. 2 TABLEROS DE COMUNICACIONES, MEDICIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	30
FOTO No. 3 FLUJOMETRO Y SONDAS.	31
FOTO No. 4 TABLERO DE CONTROL Y DE DISTRIBUCIÓN.	31
FOTO No. 5 INTERIOR DE TABLERO CONTROL RTU.....	32
FOTO No. 6 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.	32
FOTO No. 7 FALTA TAPA DE SEGURIDAD Y BOMBA DE ACHIQUE.	33
FOTO No. 8 CÁMARA REFUERZO TUNAL – SAN FRANCISCO	33
FOTO No. 9 FLUJOMETRO Y TABLERO DE CONTROL RTU.	34
FOTO No. 10 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.	35
FOTO No. 11 FILTRACIÓN DE AGUA EN LA CÁMARA.	36
FOTO No. 12 UBICACIÓN CÁMARA V44.	36
FOTO No. 13 INTERIOR CÁMARA V44	37
FOTO No. 14 CÁMARA AV. VILLAVICENCIO CON CALLE 63S.....	38
FOTO No. 15 TRANSMISOR INDICADOR DE FLUJO.....	39
FOTO No. 16 TABLERO CONTROL RTU Y DISTRIBUCIÓN.....	40
FOTO No. 17 TAPA CÁMARA DE SENSORES.	40
FOTO No. 18 MÓDULO DE COMUNICACIONES.	41
FOTO No. 19 CÁMARA REDUCIDA Y BOMBA DE ACHIQUE.....	41
FOTO No. 20 UBICACIÓN CÁMARAS.	42
FOTO No. 21 CÁMARA DE SENSORES.....	42
FOTO No. 22 TABLEROS RTU, FLUJOMETRO Y DISTRIBUCIÓN.....	44
FOTO No. 23 ACOMETIDA Y TAPA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA.....	44
FOTO No. 24 TABLEROS FLUJOMETROS Y COMUNICACIONES RTU.....	45
FOTO No. 25 TABLERO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	45
FOTO No. 26 BATERÍA.	46
FOTO No. 27 POZO BOMBA DE ACHIQUE Y FLOTADOR.....	46
FOTO No. 28 SISTEMA RTU	47
FOTO No. 29 UBICACIÓN CÁMARAS.	48
FOTO No. 30 CÁMARA DE SENSORES.....	48
FOTO No. 31 TABLEROS RTU, FLUJOMETRO Y DISTRIBUCIÓN.....	49
FOTO No. 32 FLUJOMETRO Y TAPA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA.....	50
FOTO No. 33 BATERÍA Y TRASFORMADOR CON CONEXIÓN IMPROVISADA.....	51
FOTO No. 34 POZO BOMBA DE ACHIQUE Y FLOTADOR.....	52
FOTO No. 35 SISTEMA RTU	53
FOTO No. 36 UBICACIÓN CÁMARA V43.	54
FOTO No. 37 INTERIOR CÁMARA V43	54
FOTO No. 38 VISTA EXTERIOR CÁMARA 10	55
FOTO No. 39 CÁMARA DE SENSORES.....	56

FOTO No. 40 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FLUJO, CONTROL RTU Y CARGADOR DE BATERÍAS.....	57
FOTO No. 41 TAPA SIN SEGURIDAD ELECTRÓNICA Y CÁMARA CON FILTRACIÓN.....	58
FOTO No. 42 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y TABLERO DE FLUJOMETRO.....	60
FOTO No. 43 ACOMETIDA Y TOTALIZADOR.....	60
FOTO No. 44 TABLERO DE FLUJOMETRO.....	61
FOTO No. 45 PARQUE DEL BARRIO VILLA DEL RIO.....	62
FOTO No. 46 CÁMARA DE SENSORES.....	63
FOTO No. 47 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL RTU.....	64
FOTO No. 48 CÁMARA INUNDADA.....	66
FOTO No. 49 TABLERO DE CONTROL RTU INUNDADO.....	66
FOTO No. 50 FALTA FLUJOMETRO Y BATERIA.....	68
FOTO No. 51 UBICACIÓN CÁMARA.....	69
FOTO No. 52 CÁMARA DE SENSORES.....	69
FOTO No. 53 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y FLUJOMETRO.....	70
FOTO No. 54 INTERIOR TABLERO CONTROL RTU.....	71
FOTO No. 55 INSTRUMENTOS DETERIORADOS.....	72
FOTO No. 56 UBICACIÓN CÁMARA.....	73
FOTO No. 57 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FLUJOMETRO Y CONTROL RTU.....	74
FOTO No. 58 INTERIOR TABLERO DE CONTROL RTU Y FLUJOMETRO.....	74
FOTO No. 59 INTERIOR CÁMARA DE MEDIDA.....	75
FOTO No. 60 TIPO DE TABLERO RECOMENDADO.....	77
FOTO No. 61 TABLERO INTERIOR IP68 PROPUESTO.....	78

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS AUTOMATISMO Y CONTROL SUBTRAMO SUR

ANEXO 1	LISTA DE SEÑALES
ANEXO 2	CUADROS DE CARGAS
ANEXO 3	TABLAS DE REGULACIÓN
ANEXO 4	TABLAS DE CABLEADO
ANEXO 5	MEMORIAS DE CALCULO CARGADOR DE BATERÍAS
ANEXO 8	PLANOS
ANEXO 9	FACTIBILIDAD CONDENSEA
ANEXO 10	FACTIBILIDAD RADIOENLACES
ANEXO 11	VISITAS A LOS SITIOS
ANEXO 12	FICHAS TÉCNICAS
ANEXO 13	COTIZACIONES Y CATÁLOGOS
ANEXO 14	MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
ANEXO 15	REPUESTOS

1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Empresa de ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE BOGOTÁ. E.S.P. – EAAB, adjudicó a la Firma CONSULTORÍA TÉCNICA LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE SAS – CONTELAC SAS, el Contrato de Consultoría No. 1-02-25400- 00923-2015, cuyo objeto es realizar los “Estudios y Diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del tramo 3 de la Línea Red Matriz Tibitoc – Casablanca y sus Obras Complementarias”.

De acuerdo con los términos de referencia, el logro del objetivo general de los trabajos debe hacerse dentro del marco de las siguientes condiciones particulares:

- Desarrollo de la totalidad de estudios y diseños requeridos para la construcción, puesta en funcionamiento y operación de la nueva conducción del tramo 3 de la línea red matriz Tibitoc-Casablanca a nivel de detalle constructivo para la infraestructura y sus obras complementarias, dentro de las cuales se incluyen las conexiones necesarias a las diferentes redes existentes con las cuales esta interconectada la tubería existente dentro del sistema de la red matriz Tibitoc-Casablanca, como también realizar los diseños detallados para nuevas derivaciones que se requieran.
- Definición de la longitud óptima de cada sub-tramo recomendado y entrega para cada uno de ellos del proyecto de diseño detallado completo que permita realizar sus obras y ponerlo en funcionamiento a través de un contrato de construcción independiente de los otros, o armonizado e integralmente estructurado por etapas.
- Elaboración de los estudios, diseños completos y detallados, y los documentos para contratar la construcción y puesta en funcionamiento y operación de la nueva conducción del Tramo 3 de la Línea Tibitoc – Casablanca.
- En el caso del sub-tramo Norte de la nueva conducción del tramo 3 se deberá contar con todo lo anterior, para que se pueda contratar su construcción, en armonía con el cronograma de la construcción de la Troncal de Transmilenio, considerando que es prioridad para la EAAB y para el IDU y el Distrito Capital, la pronta construcción de este sub-tramo.
- Armonización del proyecto objeto de esta consultoría con los proyectos de infraestructura, en especial: Transmilenio Avenida Boyacá, intersecciones viales a desnivel y puentes peatonales desarrollados por el IDU, Tren de Cercanías sobre el Corredor de la Avenida del antiguo Ferrocarril del Sur, proyecto del Metro de la ciudad de Bogotá. Para esto, se recolectará toda la información disponible de estos proyectos,

para identificar las posibles interferencias y afectaciones que dichos proyectos puedan tener sobre el proyecto de la nueva tubería. A través de la EAAB se deberá asegurar la debida coordinación institucional con el IDU, la Secretaria de Movilidad y demás entidades del Distrito Capital que sea pertinente, a fin de lograr un diseño armónico con dichos proyectos de infraestructura.

Dentro del marco anterior, los diseños detallados para la construcción de la nueva conducción del tramo 3 de la línea red matriz Tibitoc – Casablanca, su puesta en marcha, su operación y las definiciones relacionadas con la actual tubería PCCP 78” de la misma línea matriz, tienen los siguientes objetivos específicos indicados en los Términos de Referencia y que se resumen a continuación:

- Recopilar la información y revisar los estudios realizados que estén relacionados directa o indirectamente con el Proyecto. Incluye, entre otros, el inventario y el análisis de la información recopilada acerca de la tubería PCCP 78” existente y los estudios realizados previamente para su rehabilitación y reducción de la vulnerabilidad, así como la investigación de proyectos viales y de movilidad y demás proyectos de infraestructura cuyo desarrollo pueda interferir con el proyecto, entre otros con los proyectos Línea 1 del Metro, Línea 2 del Metro, Tren de Cercanías, Transmilenio Av. Boyacá, etc.
- Plantear y analizar las alternativas a nivel de factibilidad que permita definir la mejor opción para la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Tibitoc – Casablanca y realizar recomendaciones precisas para la EAAB y el Distrito Capital sobre la ejecución y financiación del proyecto. En este marco el estudio plantea las alternativas de construcción de los nuevos tramos empleando la técnica convencional de reemplazo con una tubería excavada en zanja convencional y las técnicas de construcción “sin zanja” aplicables al proyecto. Deberá plantear las alternativas para la totalidad de la línea y para cada sub tramo, evaluar los costos y demás factores que contribuyan a dilucidar cuál es la mejor alternativa, presentar los resultados a la EAAB y seleccionar el tipo de solución que se llevará a diseño definitivo dentro del alcance establecido en estas condiciones técnicas.
- Seleccionar la tecnología de construcción, los equipos y los materiales del sistema de la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Tibitoc – Casablanca que asegure, ya sea en el método de construcción con zanja convencional o con los métodos de construcción “sin zanja”.
- Realizar la topografía detallada del área del proyecto para asegurar toda la información requerida para lograr un diseño completo que no presente demoras en su construcción por falta de dicha información y agilice la puesta en funcionamiento y operación del nuevo sistema.

- Realizar la Investigación de interferencias con infraestructura y con redes de servicios de cualquier naturaleza. Esta investigación es básica para garantizar la viabilidad del diseño y la construcción. Entre otros, incluye la verificación en campo de los catastros, la búsqueda y levantamiento de redes y otras interferencias que son desconocidas. Incluye los estudios y diseños necesarios para la solución de las diversas interferencias.
- Realizar el estudio predial el cual incluye el Inventario de afectaciones prediales, servidumbres y ocupación de espacio público, estudios de títulos, elaboración de fichas prediales y gestión de valoración de los predios con afectación directa que no sean de la EAAB
- Realizar los estudios y diseños geotécnicos los cuales comprenden las investigaciones y los estudios y análisis geológicos, geotécnicos y sísmológicos de las estructuras de soporte permanente de excavaciones a cielo abierto o excavación mecánica de túnel en suelo blando. Así mismo, se deben establecer las especificaciones de materiales y desarrollar los criterios generales y particulares de diseño estructural y los diseños mismos para la construcción de las cámaras para válvulas y accesorios y estructuras especiales.
- Realizar los diseños hidráulicos para el nuevo sistema de la red matriz que permitan simular la red matriz y determinar el comportamiento de la misma con la construcción del tramo 3 y optimicen el dimensionamiento de las obras a partir de un adecuado análisis de diversos factores como tipos de materiales para las tuberías, de los gradientes hidráulicos, determinación de puntos críticos y vulnerabilidad operativa, cálculo de ventosas, purgas, válvulas en línea, bocas de acceso y pitómetros, entre otros accesorios.
- Realizar el diseño de empates e interconexiones con la red matriz existente, y nuevas derivaciones que se requieran para cada uno de los Subtramo, garantizando la adecuación óptima de las derivaciones de la red matriz.
- Elaborar los planes de manejo ambiental, impacto urbano y gestión social de acuerdo con los impactos que las obras diseñadas causen.
- Elaborar el plan general de manejo de tráfico para la ejecución de las obras, incluye estudios de tránsito, modelaciones, diseños de desvíos, señalización, entre otros estudios y diseños que sean necesarios, lo cual incluye el diseño de la estructura de pavimento para la rehabilitación de la calzada o calzadas que sean afectadas por la construcción de la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Tibitoc – Casablanca.
- Todos los diseños que se realicen en las diferentes disciplinas, hidráulicos, geotécnicos, estructurales, mecánicos, ambiental, tránsito y transporte, y demás

estarán respaldados por las correspondientes memorias de cálculo, las cuales se elaborarán en forma clara y pormenorizada y se editarán como folletos o volúmenes aparte claramente identificados.

- Elaborar los planos del proyecto en el número y grado de detalle requeridos para acometer la construcción de los diferentes componentes del mismo proyecto y ponerlos en funcionamiento. De todos los diseños de obras civiles, mecánicos, eléctricos y demás se harán planos generales de disposición, distribución y dimensionamiento con un elevado nivel de definición correspondiente a planos de construcción.
- Elaborar las especificaciones técnicas detalladas particulares tanto para la construcción de las obras civiles, como para el suministro e instalación de los equipos correspondientes, que aseguren y garanticen la estabilidad, buen funcionamiento y durabilidad de las obras diseñadas.
- Definir el proceso constructivo para implementar el proyecto y ponerlo en funcionamiento en sus diversos Subtramo en condiciones seguras, entre otros, para la ciudadanía, los trabajadores, la integridad de la infraestructura existente y proyectada urbana y de servicios en general. Deberá contemplar toda la sincronía requerida para las maniobras de empate de los Subtramo de la nueva conducción a la tubería PCCP 78" existente y el resto de la red matriz y las medidas para minimizar eventuales afectaciones del servicio de acueducto.
- Elaborar el presupuesto de construcción del proyecto para obra, incluyendo los costos ambientales, impacto urbano, planes de manejo de tránsito, programas de información y comunicación social, interventoría de la obra y gastos generales de administración del proyecto, además de los porcentajes para imprevistos, debidamente sustentados.
- Establecer el tiempo de ejecución de las obras, con base en la magnitud o volumen de las obras y de los rendimientos normales esperados para su realización. La programación debe incluir todas aquellas actividades requeridas para la ejecución de las obras del proyecto, incluyendo obtención de permisos, licencias, traslado y reubicación de redes de servicios y otras posibles interferencias, compra de predios (en caso de requerirse), actividades de los planes de gestión social y ambiental, con los respectivos planes de manejo de tráfico y otras similares. Con base en el presupuesto de las obras y en el programa de construcción, se elaborará el programa de inversiones o plan de desembolsos para todo el período de construcción del proyecto.
- Realizar las labores necesarias para identificar, recopilar los documentos requeridos y realizar todos los trámites ante las instituciones pertinentes hasta la obtención de todas las licencias y permisos para la posterior construcción, puesta en marcha y operación del proyecto. En caso de que la obtención de estos permisos no sea pertinente por

razones de oportunidad, se tramitarán los documentos y procedimientos para la obtención de los permisos o licencias en su debido momento.

- Elaborar los documentos de licitación del proyecto para cada Subtramo de la nueva conducción. Se preparará todos los documentos necesarios para la apertura de la licitación, tanto para la construcción de las obras civiles, como para la adquisición e instalación de los equipos correspondientes y otras actividades y servicios requeridos para la implementación y puesta en funcionamiento del nuevo sistema.
- Diseñar y transferir a la EAAB los protocolos de operación y mantenimiento de la infraestructura diseñada, con las recomendaciones pertinentes.
- Elaborar el Informe final que contenga los resultados de cada uno de los productos de la consultoría y un resumen de dichos productos con sus principales análisis técnicos, conclusiones y recomendaciones. Además, deberá contener especificaciones técnicas generales del acueducto de Bogotá aplicables para la construcción de las obras y las especificaciones particulares que se requieran, y toda la información correspondiente al proyecto. Se realizará un informe ejecutivo y una presentación audiovisual del proyecto diseñado para su socialización.

Para cumplir los anteriores objetivos específicos se han desarrollado en el proyecto 15 productos los cuales se relacionan a continuación:

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
1	Recopilación, revisión y análisis de información existente.
2	Levantamiento topográfico e investigación y solución de interferencias.
3	Planteamiento y análisis de alternativas y selección de la mejor alternativa.
4	Estudio predial.
5	Estudios y diseños geotécnicos.
6	Estudios y diseños hidráulicos.
7	Estudios y diseños para la interconexión integral del sistema del Tramo 3 de la línea matriz.
8	Estudios y diseños mecánicos y de instrumentación y control.
9	Estudios y diseños estructurales y modelación ISST.
10	Plan de manejo de tráfico.
11	Plan de manejo ambiental, análisis de riesgos y gestión socio ambiental.
12	Planes de contingencia y de gestión de activos.
13	Subtramo Sur – Estudios, diseños detallados y, estructuración del proceso de contratación y asesoría en el mismo.
14	Subtramos complementarios- Estudios, diseños detallados y estructuración del proceso de contratación.

15 informe final.

El presente informe corresponde a la Memoria de Instrumentación y Control del subtramo Sur y tiene como objetivo presentar el diseño conceptual y detallado de los equipos mecánicos, equipos de macro medición de caudal, y equipos de instrumentación control y comunicaciones. Para cumplir con estos objetivos se han planteado los siguientes capítulos dentro de la presente Memoria:

Capítulo 1: Introducción y Antecedentes

Capítulo 2: Descripción del Proyecto

Capítulo 3: Estudios del Sistema de Instrumentación y Control Subtramo Sur

Capítulo 4: Manuales de Operación, Instrumentación y Control

1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La EAAB dentro de su Plan Maestro de Acueducto tiene contemplada la rehabilitación de la tubería Tibitoc-Casablanca, a lo largo de sus 53 Km de longitud. Para su ejecución previó una rehabilitación en tres fases o tramos, por trayectos, priorizados por su vulnerabilidad, por su importancia, desde el punto de vista de red de distribución y por sus facilidades de construcción, entre otros aspectos. El tramo 1 comprende desde la planta de Tibitoc hasta el sitio denominado los Clubes, aledaño a la Hacienda Hato grande, (abscisas: K0+000 a K5+000, aproximadamente). El tramo 2, comprende desde este sitio hasta la calle 80 con Avenida Boyacá abscisas: K5+000 a K35+793, aproximadamente) y el tramo 3, de una longitud aproximada de 16,4 km, desde la calle 80 hasta el tanque de Casablanca, sitio final de la línea.

Los dos primeros tramos ya fueron rehabilitados, quedando pendiente el tramo 3. De este tramo se tenía un diseño general de la rehabilitación, realizado en el contrato EAAB N° 1-02- 25400-0514-2006 cuyo objeto eran los “Estudios y diseños para la rehabilitación de la línea red matriz de 78 pulgadas Tibitoc-Casablanca” y estuvo a cargo del Consorcio Tibitoc 2006.

El tramo 3 de la tubería Tibitoc – Casablanca tiene una longitud aproximada de 16,4 kilómetros, desde la válvula 39 en la Avenida Boyacá con calle 80 hasta el tanque de Casablanca.

Como parte de las responsabilidades del presente estudio de armonizar el proyecto de rehabilitación de la línea Tibitoc Casablanca tramo 3 con las obras de Transmilenio, se llevaron a cabo reuniones en el IDU para conocer de primera mano las proyecciones de las obras de la Troncal de Transmilenio de la Avenida Boyacá y en general en el corredor de la línea Tibitoc – Casablanca en su Tramo 3, la Empresa de Acueducto y la Consultoría realizaron igualmente la presentación de los análisis realizados dentro del alcance del Producto 3 “Planteamiento y Análisis de Alternativas y selección de la mejor alternativa”, en las correspondientes mesas de trabajo para armonizar los proyectos que ejecuta la Administración Distrital.

Producto de las reuniones de socialización y armonización del proyecto con las obras que ejecuta la Administración Distrital dentro de su Plan de Desarrollo “Bogotá Mejor para Todos” 2016-2020, el IDU expidió el comunicado 20162050325201 mediante el cual solicitó dar prioridad a las siguientes zonas de intervención:

- Avenida Boyacá desde la calle 3 sur hasta la intersección con la Avenida Ferrocarril del Sur (un sitio cercano a la calle 39 sur). Zona de intervención involucrada en los proyectos: Primera línea Metro elevada (por su intersección en la Avenida Primero de Mayo) y la Avenida Ferrocarril del Sur.

- Avenida Villavicencio desde la intersección con la Autopista Sur hasta la Transversal 70D. Zona de intervención involucrada dentro del proyecto: “Diseños de la Av. Villavicencio entre el Portal Tunal y la Troncal NQS como Troncal Transmilenio”.

La prioridad en el desarrollo de los diseños de la reubicación de la tubería obedece a la importancia para el Distrito en la ejecución de los proyectos anteriormente descritos y en la gestión interadministrativa que permita dicho fin minimizando el impacto generado por las interferencias causadas sobre la infraestructura troncal y la línea matriz de acueducto existente.

Según la información suministrada por el IDU y por razones de programación de ejecución de las obras por parte del IDU se ha decidido dividir la ejecución del Proyecto de Construcción de la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Tibitoc - Casablanca en los siguientes sub-tramos.

- Sub-tramo Sur (de construcción inmediata por solicitud del IDU): Rehabilitación de la conducción existente del Tramo 3 de la Línea Tibitoc - Casablanca que irá desde un sitio cercano a la Avenida 39 sur hasta el tanque Casablanca, incluye el diseño de las manijas necesarias para la prestación del servicio mientras se rehabilita la tubería existente.
- Sub-tramos Complementarios: Sub-tramos complementarios en que se dividirá la construcción de la nueva conducción entre el punto de empate con la tubería rehabilitada en inmediaciones de la calle 80 (válvula 39 Abscisa K 35 + 793 de la línea Tibitoc-Casablanca) y un sitio cercano a la Avenida 39 sur, sitio en el cual se empata con la rehabilitación de la tubería existente descrita en el numeral anterior. Incluye las obras complementarias para el empate de la nueva conducción con la tubería existente y las derivaciones correspondientes para garantizar la correcta prestación del servicio.
- Rehabilitación de la tubería existente, por la Av. Boyacá, desde la válvula 39, en la calle 80 (abscisa K35 + 793) hasta un sitio cercano a la Avenida 39 sur.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tramo 3 de la tubería Tibitoc – Casablanca, objeto de estudio por parte de la presente Consultoría, tiene un diámetro de 78” y una longitud aproximada de 16,4 kilómetros desde la válvula 39 en la Avenida Boyacá con calle 80 hasta el tanque de Casablanca.

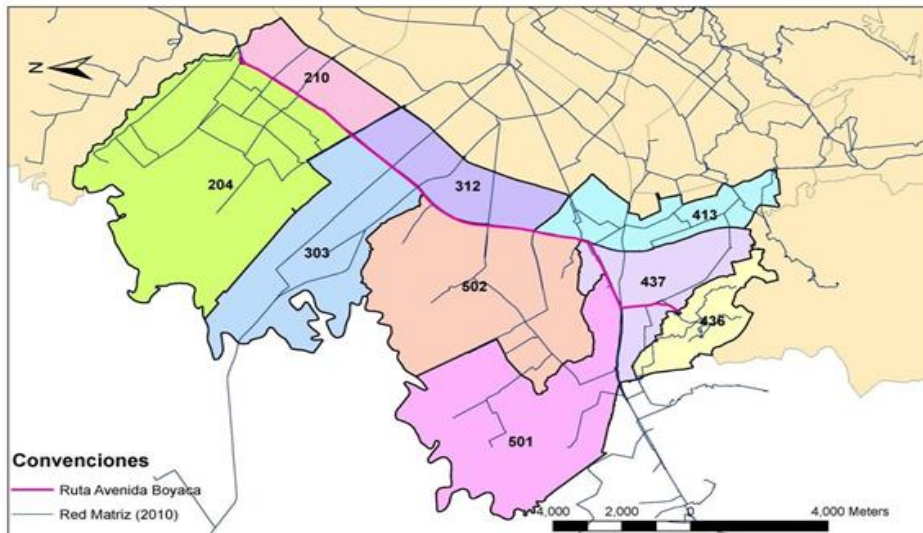
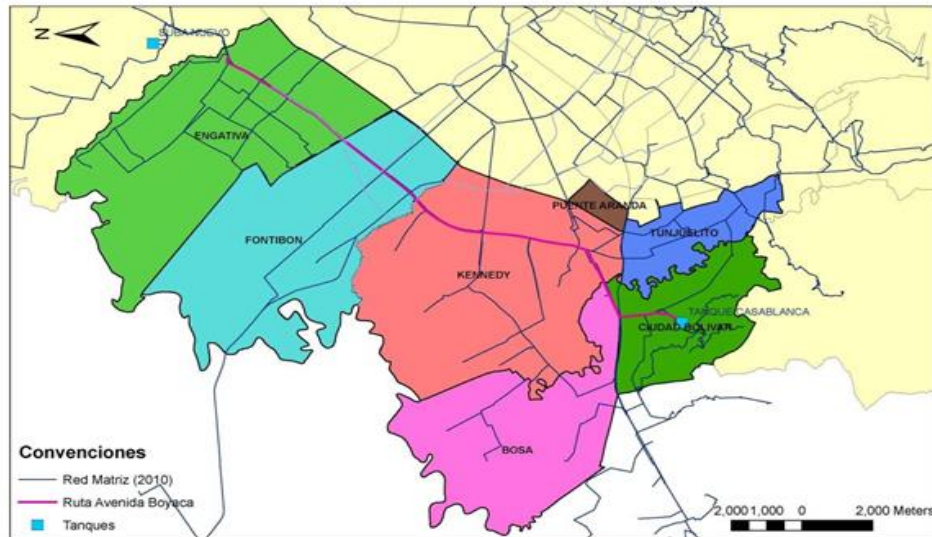
La tubería actual va desde el punto de empate con el Tramo 2, aguas arriba de la válvula 39 ubicada en la calle 80 (Autopista Medellín) sobre la Avenida Boyacá. De ahí por la alineación de la Avenida Boyacá hacia el sur en una longitud de 12,25 km hasta la Avenida 39 sur, y dobla hacia el occidente por la Avenida del Antiguo Ferrocarril del Sur en una longitud de 2,26 km hasta la intersección con la Avenida Ciudad de Villavicencio y la Autopista Sur, allí dobla al Sur por la Avenida Ciudad de Villavicencio, a lo largo de 1,13 km; y nuevamente dobla al sur-occidente en 706 m hasta llegar al Tanque Casablanca. El área de influencia del proyecto afecta a los sectores hidráulicos S-01, S-02, S-03, S-04, S-10, S-12, S-13, S-36 y S-37 que prestan el servicio de acueducto a la zona occidental de la ciudad, comprendida desde la Calle 80 hasta el tanque Casablanca y desde la Avenida 68 hasta el río Bogotá. Esta zona corresponde totalmente a las localidades de Engativá, Fontibón, Kennedy y Bosa, y parcialmente afecta las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Puente Aranda. Tal y como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Respecto a la solución propuesta dentro de este estudio; y tal como se sustenta en el informe del Producto 3: “Planteamiento y análisis de alternativas y selección de la mejor alternativa”, el uso definido para la totalidad de los 16,4 km que conforman el tramo 3 de la actual tubería Tibitoc-Casablanca es la rehabilitación de la tubería con una tecnología similar a la implementada en el tramo 2 (año 2000) y en el tramo 1 (año 2012)

La rehabilitación de la tubería PCCP D=78”, específicamente en el Subtramo norte localizado en la Avenida Boyacá entre las calles 80 y Avenida del Ferrocarril (L=12,4 km) del Tramo 3, impone la construcción de una tubería paralela a la misma, denominada manija, de 60” (1,5 m) de diámetro; que permite suplir el abastecimiento de agua, mientras se saca de servicio la tubería a rehabilitar, quedando al final del proceso de rehabilitación dos (2) tuberías operando. De esta manera se solucionan el problema actual de vulnerabilidad de la Zona Baja Norte, que sirve aproximadamente a 3,5 millones de habitantes del sur occidente de la ciudad de Bogotá; ya que, al ser atendida por una única tubería, en caso de falla, se afecta la continuidad del servicio durante todo el periodo de tiempo que demore su reparación.

Para rehabilitar el Subtramo final de la tubería PCCP D=78” y 4 km de longitud, denominado Subtramo Sur, y comprendido entre la Avenida del Ferrocarril y el tanque de Casablanca, también se deben construir unas manijas que suplan el servicio de las derivaciones actuales; estas manijas deben ser construidas y puestas en funcionamiento previo al inicio de los trabajos de rehabilitación.

FIGURA No. 1 LOCALIDADES Y SECTORES HIDRÁULICOS SERVIDOS POR EL TRAMO 3 DE LA TUBERÍA TIBITOC-CASABLANCA



En la FIGURA 2 se presenta un esquema general de las obras de rehabilitación y manijas propuestas para la totalidad del tramo 3.

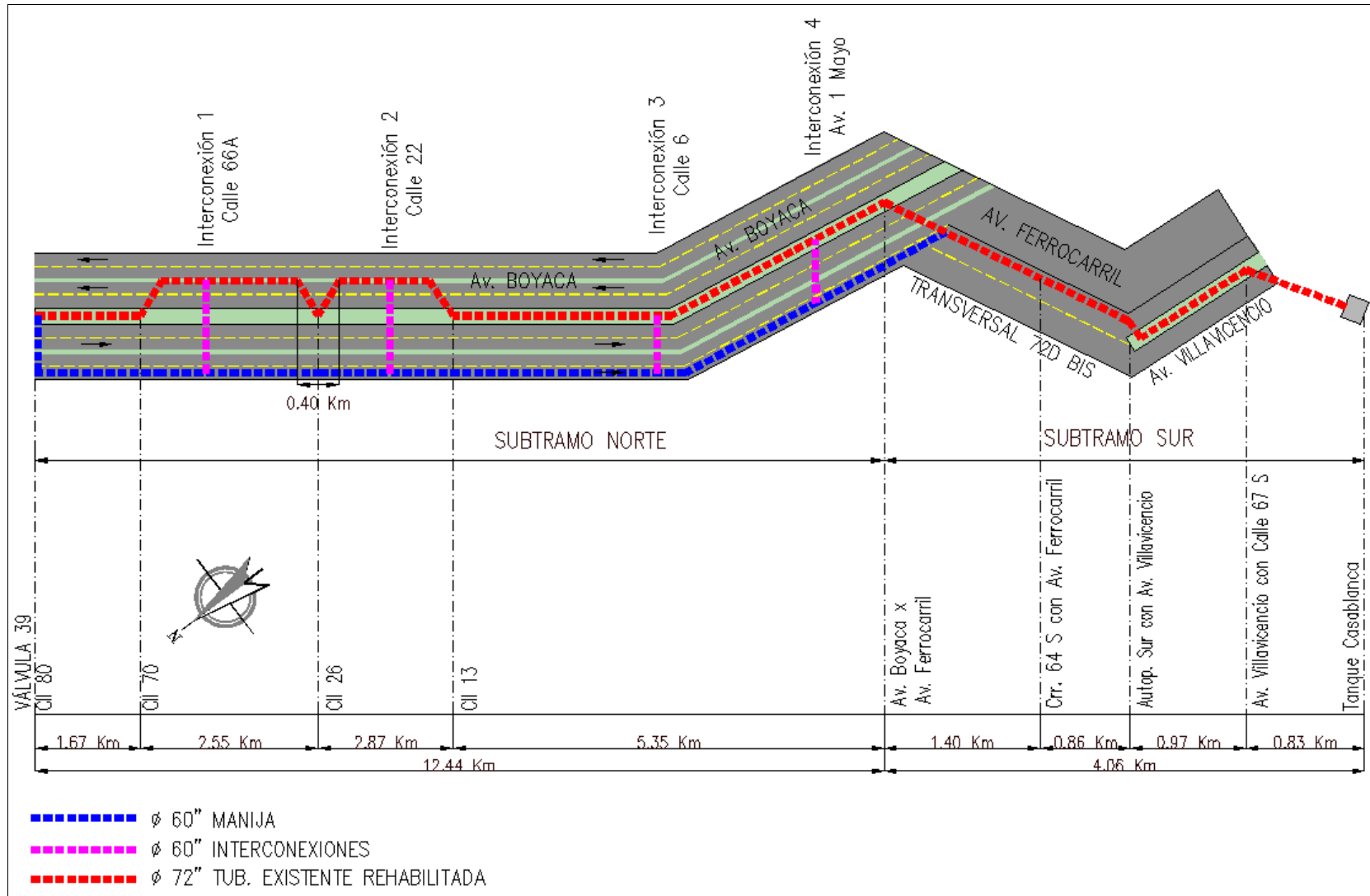
Como se mencionó en el numeral anterior, para atender las prioridades de las obras de Transporte Masivo de la Ciudad, la rehabilitación del Subtramo Sur será la primera etapa de implementación de la solución del tramo 3 de la tubería Tibitoc – Casablanca. En este

informe de Producto 13, se presentan los estudios, diseños y documentos para la licitación de esta obra.

Las obras en el Subtramo Sur comprenden dos grandes actividades:

- La rehabilitación de 4.000 metros de la tubería existente; la cual consiste en insertar dentro de la tubería actual de 78” una camisa de acero de 72”, llenando el interespacio entre las 2 tuberías, con un mortero de cemento fluido. Se complementa con el cambio de todas las válvulas en línea, derivaciones y demás accesorios de la línea; así como la rehabilitación y/o construcción de nuevas estructuras en concreto, para las cajas de válvulas.
- Para la rehabilitación del Subtramo comprendido entre Av. Boyacá con diagonal 72D bis sur, cruce Av. Ferrocarril y el Tanque Casablanca, previo a la rehabilitación se deben construir dos manijas que permitan la atención del servicio en esta zona: una de 14” de diámetro y 490 m. de longitud, sobre la Av. Ferrocarril, que atiende el sector aledaño al Barrio “La Chucua”; y otra manija de 36” y 24” y 782 m. de longitud, que sale del tanque Casablanca y atiende los servicios de : Estación de Bombeo de Sierra Morena, Barrio La Candelaria-la Nueva, conexión con tubería refuerzo “Tunal-San Francisco” de 24” , sobre la Av. Villavicencio y conexión a la tubería de 8”, que ingresa y alimenta a la zona del Barrio Perdomo.

FIGURA No. 2 ESQUEMA GENERAL DE OBRAS DE REHABILITACIÓN TRAMO 3 TUBERÍA TIBITOC-CASABLANCA



3 ESTUDIOS DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL SUB TRAMO SUR

3.1 INTRODUCCIÓN

El primer tramo a diseñar de forma detallada fue el tramo 3 Subtramo sur comprendido entre Av. Boyacá con Avenida Ferrocarril (Trv 72 D bis) y el Tanque Casa Blanca. En este tramo se encuentran las cámaras principales V42N, V43N, V44N, V45N y 7 cámaras de derivación empleadas para la medición de caudal y presión en las derivaciones de la red principal. En cada una de las cámaras de válvulas (V42N y V45N) se instalarán actuadores eléctricos e instrumentación en línea las cuales tendrán monitoreo de forma local y remota las cuales serán transmitidas a Centro Control Modelia.

3.2 OBJETIVOS DE LA MEMORIA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL

La presente Memoria de Instrumentación y control se ha extractado de los informes del Producto 8 de esta consultoría, denominado: “Estudios y diseños mecánicos y de instrumentación y control”

El objetivo de este documento es presentar un diseño detallado con las condiciones de operación, características y ubicación de los equipos y elementos que conformen el sistema eléctrico, instrumentación, control y comunicaciones, para el proyecto ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, CONEXIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA NUEVA CONDUCCIÓN DEL TRAMO 3 DE LA LÍNEA RED MATRIZ TIBITOC – CASABLANCA Y SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS.

En el presente documento incluye:

- Diseños detallados del sistema eléctrico, control, comunicaciones e instrumentación en el Tramo 3, Subtramo Sur, el cual comprende 4 cámaras de válvulas principales y 7 cámaras de derivación para la medición de caudal y presión.
- Ubicación de las cámaras de válvulas con válvulas motorizadas. Cámara V42N y Cámaras V45N.
- Ubicación de las cámaras de derivación en los que se hará medición de caudal y presión.
- Dimensionamiento de los componentes del sistema eléctrico que tendrá cada cámara de válvulas.
- Dimensionamiento de los componentes de automatización y el nivel de automatismo que tendrá el proyecto.
- Definición del sistema de comunicación entre las diferentes cámaras de válvulas y el Centro de Control Modelia.

- Elaboración del listado de señales que determinan el dimensionamiento de los sistemas de control requeridos en cada cámara de válvulas, así como los equipos e instrumentos que lo requieran.

3.3 CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS

A continuación, se resume de manera detallada los criterios de diseño que se tendrán en cuenta para el dimensionamiento de los equipos que conforman el sistema eléctrico, sistema de control, sistema de comunicación e instrumentación de cada cámara de válvulas.

3.3.1 CRITERIOS GENERALES

- Disponibilidad: Tanto a nivel de software y hardware el sistema deberá mantenerse en operación ante fallas del sistema sea por diseño u operación cotidiana. A este concepto también se aplica la necesidad de utilizar tecnologías que permitan el reemplazo de sus componentes en caliente, la actualización en línea, topologías en anillo y sistemas de procesamiento distribuido.
- Robustez: El sistema debe tener una alta tolerancia a los cambios, a las variaciones de las condiciones iniciales, a fallas de diseño, manteniéndose operativo con los mínimos servicios.
- Seguridad: Se deben tener protocolos de prevención, detección y defensa ante acciones no deseadas sean intencionales o no.
- Mantenibilidad: El sistema debe estar provisto de herramientas de diagnóstico que permitan realizar tareas de mantenimiento preventivo, modificaciones y pruebas de forma simultánea al funcionamiento del sistema, estas herramientas deben operar bajo protocolos estándares tipo SNMP y que permitan el acceso remoto bajo direcciones IP.
- Escalabilidad: Debe ser posible la ampliación del sistema con nuevas herramientas o prestaciones y los requerimientos de tiempo necesarios para implementar estas ampliaciones, en cuanto a espacio disponible, capacidad de los equipos en software y hardware, capacidad de ancho de banda en los equipos de comunicaciones; el sistema debe ser capaz de evolucionar adaptándose al entorno que monitorea y controla manteniendo la funcionalidad eficiente sin importar el tipo de equipamiento y volumen de datos.
- Ambientales: Los equipos y elementos que integren el sistema deben estar contruidos para soportar las condiciones ambientales de cada uno de los sitios, relacionadas con altura, temperatura, humedad, ambiente corrosivo. Equipos tropicalizados con protección contra hongos y ambientes húmedos y corrosivos.
- Rentabilidad: Se emplearán tecnologías que tengan un rápido retorno de inversión y que ayuden a la generación de valor en los procesos.
- Eficiencia: La infraestructura a diseñar, debe aportar a la organización procesos internos más eficientes.

- Convergencia a las redes IP: La infraestructura deberá basarse en soluciones de tecnología convergente en la que se integren en la misma red todos los servicios.
- Tecnología: Las soluciones tecnológicas deben ser modernas probadas y que permitan un uso eficiente de los recursos.
- Sistemas de medición y gestión eficientes: Todas las soluciones diseñadas incluirán tecnología y recursos para la medición y control de su desempeño, tales como sistemas de gestión.
- Bajos costos de operación: Bajos costos de repuestos, ancho de banda requerido, operación y mantenimiento.
- Interoperabilidad: El fabricante del sistema deberá tener como filosofía el soporte a los estándares de protocolo de comunicaciones y control del mercado, no solo para soportar aplicaciones de Internet sino también las aplicaciones multimedia y de herramientas que faciliten la gestión.
- Normatividad: Además cumplir específicamente con las normas técnicas nacionales e internacionales de los organismos reguladores que se plantean a lo largo de este documento.

3.3.2 CRITERIOS ESPECÍFICOS

a) Sistema Eléctrico

- El sistema eléctrico se conectará directamente a la red de baja tensión existente, para lo cual se inspeccionará en campo la existencia y proximidad del servicio eléctrico. En caso de no tener acometida eléctrica, se debe tramitar ante CODENSA, la factibilidad de conexión y diseñar la acometida eléctrica desde el punto de conexión que defina CODENSA.
- El nivel de tensión será de 208 Vac, trifásico con neutro para las cámaras principales con válvulas motorizadas.
- El nivel de tensión será de 277/120 Vac para las cámaras de derivación.
- Con el objeto de aislar el tramo sur de tubería principal, en caso de emergencia y/o mantenimiento, se determinó dejar un actuador eléctrico en la válvula principal de la cámara No V 42N e implementar 4 actuadores eléctricos en las 4 válvulas ubicadas en el Tanque Casa Blanca V45N.
- Se contemplará un sistema de alumbrado interior en las estructuras de válvulas principales en línea, únicamente.
- Con el objeto de proteger las diferentes estructuras contra descargas atmosféricas y sobre tensiones, se contemplará un sistema de malla a tierra en cada estructura de válvulas y en las cajas de derivaciones, en donde no se cuente con malla a tierra.
- Para alimentar de manera segura e ininterrumpida la instrumentación, el sistema de control y el sistema de comunicaciones, se contemplará un sistema de respaldo de energía conformado por un Rectificador / cargador de baterías y un banco de baterías.
- Las estructuras de válvulas principales en línea por su tamaño tendrán dos bombas de achique por cada estructura.

- Las cámaras secas de macro medición y las cámaras de sensores en las derivaciones NO llevarán bomba de achique.

b) Sistema Instrumentación, Monitoreo y Control

En las estructuras de válvulas en línea, se contemplará un sistema de instrumentación, monitoreo y control, el cual estará conformado por transmisores de flujo, transmisores de presión, interruptores de nivel tipo flotador, instrumentación geotécnica, PLC o RTU, HMI y un tablero de control que integre todos estos elementos.

- Las señales de instrumentación serán de 4-20 ma., aisladas, óptica o galvánicamente.
- Todos los instrumentos y señales que llegan al PLC o RTU de cada estructura de válvulas, deben ser protegidos contra transitorios y descargas atmosféricas,
- Los elementos de instrumentación, monitoreo y control deben ser aptos para operación en ambientes corrosivos, soportar niveles de sumersión en agua, de servicio pesado.
- Se cumplirán todas las normas de montaje y operación de los instrumentos, que garanticen la máxima precisión de las mediciones
- Plataformas de hardware y software abiertas (OPC) y redes Ethernet de comunicación para garantizar la conectividad y compatibilidad con otros sistemas y que sea administrable, expandible y actualizable.
- Los equipos y el software deberán ser de fabricación estándar, es decir de fabricantes reconocidos por su experiencia en el suministro y puesta en operación de estos sistemas y con representación en el país.
- Procesamiento en tiempo real y antibloqueo, es decir las variables monitoreadas y controladas deberán poseer una estampa de tiempo de los eventos, de modo tal que se garantice la resolución y precisión requeridas para el registro secuencial de eventos.
- El sistema debe tener herramientas para ejecutar auto monitoreo y autodiagnóstico de todos los componentes de sistema, incluyendo log, verificación dinámica de fallas de los programas y dispositivos conectados vía Ethernet.
- Las estrategias programadas en los supervisores, en el PLC o controladores inteligentes independiente del nivel en que se encuentren, debe incluir algoritmos de protección y ajuste de la operación independiente de este en automático y/o bajo mando del operador, no se aceptaran sistemas que en manual se deshabilite cualquier protección.
- Las señales de los diferentes equipos serán reunidas en gabinetes concentradores de señales localizados en el centro de distribución de los sistemas asociados que sean sujetos de control, protección, alimentación y suplencias y demás gabinetes que se involucren en el monitoreo, control y supervisión.
- Todos las consignas y temporizadores utilizados en los algoritmos del supervisorio, PLC, Relés, Monitores, dispositivos con un grado de inteligencia para el control serán

- ajustables a voluntad del encargado desde los HMI, software supervisorio y/o paneles locales de los equipos, con el nivel de acceso apropiado.
- No deberá haber conexión directa de dispositivos a las entradas o salidas de los PLC, todo deberá ser a través de borneras de interposición, en estas se deberán conectar los fusibles de protección y los protectores de transientes, adicionalmente las borneras deben ser tipo clamp y de múltiple nivel.
 - Todo el sistema eléctrico y de control deberá diseñarse con un sistema integral de protección por sobre tensiones (SPD).
 - En todos los equipos electrónicos del proyecto que requieran un sistema operativo Windows o similar deberán correr bajo la plataforma corporativa de La Empresa, tener licencias de antivirus y cumplir con la administración de usuarios y el aseguramiento informático de acuerdo a las normas mundiales del aseguramiento informático.
 - Se instalarán actuadores eléctricos en los siguientes sitios: Uno en la Cámara Válvula No 42N y cuatro en la Cámara Válvula No 45N.
 - Se instalará transmisor de caudal en los siguientes sitios: Cámara Válvula No 43N y en la Cámara Válvula 44N; en la cámara V45N de entrada y salida del Tanque Casablanca, no se instalará el medidor de caudal dado que es imposible cumplir con los requerimientos técnicos mínimos para la instalación de estos equipos.
 - Para obtener el valor total del caudal de entrada y salida de la cámara de la válvula V45N – Tanque Casablanca, el contratista deberá desarrollar e implementar un algoritmo que en tiempo real realice la sumatoria de los caudales medidos en la cámara V44N, cámara de derivación Candelaria, Estación de bombeo Sierra Morena y cámara de derivación Manija, para determinar el caudal total de entrada y para determinar el caudal de salida, deberá implementara un algoritmo que realice la sustracción del caudal de la cámara V44N y el caudal total de entrada.
 - En cada una de las cámaras de derivación, se ha contemplado la instalación de medidor de caudal tipo ultrasónico y transmisor de presión.
 - En cada uno de los Tags definidos, se han dejado 2 letras XX sin identificación a razón de que estas letras serán definidas por parte de la EAAB y el contratista constructor, en el momento de la ejecución de la obra.
 - Se contempló cable 3*16 apantallado, dado que permite tener una reserva del 50% en el cable en caso de rotura de uno de los hilos utilizados, por tal motivo, es considerada como una buena práctica de ingeniería, usualmente usada en los proyectos de instrumentación en la EAAB.

c) Sistema de Telecomunicaciones

- La interconexión de las diferentes estructuras hidráulicas que involucren un sistema de monitoreo y control a través de un PLC o RTU, deberán interconectarse con Centro de Control Modelia mediante una red de radio en UHF en banda licenciada, punto multipunto, concentrándose en el sitio de repetición de Sierra Morena, y desde este sitio se deberá establecer un enlace de microondas licenciado en banda de 13

GHz, como resultado del estudio de las diferentes alternativas propuestas y evaluadas más adelante.

- Las señales de RF recibidas deberán como mínimo tener un nivel de recepción que garantice una confiabilidad en las comunicaciones del 99.99%, es decir 30 dbm de margen de desvanecimiento (Fade Margin).
- Se dará prioridad a alternativas que ofrezcan conexiones dedicadas al menor costo posible.
- Los equipos de interconexión deberán ser compatibles con las interfaces de comunicaciones de los controladores (PLC-RTU).
- La transmisión de datos deberá ser transparente, sin importar el protocolo de comunicaciones que se utilice en la plataforma SCADA de la EAAB
- El ancho de banda y velocidades de transmisión deberán satisfacerse de acuerdo con los requerimientos que demanden los servidores, bases de datos, RTU-PLC y demás equipos de control y monitoreo.

3.4 NORMAS APLICABLES

Las normas técnicas a considerar en el diseño del sistema de monitoreo, control y telecomunicaciones corresponden a normas de la EAAB, normas internacionales y nacionales y se describen a continuación:

3.4.1 NORMAS GENERALES

- NP-014 Macromedidores ultrasónicos de flujo
- NP-015 Válvulas reguladoras de flujo
- NP-016 Válvulas de control hidráulico
- NP-051 Requisitos de los instrumentos para medición de nivel
- NP-052 Requisitos de los instrumentos para medición de cloro residual libre
- NP-053 Requisitos de los instrumentos para medición de turbiedad
- NP-054 Requisitos de los instrumentos para la medición de pH.
- NP-057 Actuadores para válvulas
- NP-062 Medidores electromagnéticos de flujo NP-067 Repetidoras en la banda VHF Sistema Convencional
- NP-072 Instrumentos para medición de presión: suministro, calibración y verificación metrológica
- NS-022 Especificaciones técnicas para cruces de vías Transmilenio
- NS 028 Presentación de diseños de acueducto
- NS 046 Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de acueducto y alcantarillado
- NS 049 Ejecución de labores de puesta en servicio de redes matrices por primera vez
- NS 077 Cajas de accesorios para acueducto
- NS 091 Criterios de diseño de sistemas de puesta a tierra
- NS 105 Instalación de macro medidores NT-002 Terminología de acueducto
- NT-007 Terminología de ingeniería eléctrica

- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
- ITU - International Telecommunication Unión
- EIA - Electronics Industries Association
- FCC - Federal Communications Commission
- UL - Underwriters Laboratories.
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- NORMAS NTC - NTC 2206, NTC 2050, Normas Técnicas Colombiana
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- NEMA - National Electrical Manufacturer Association
- ICEA - Insulated Cable Engineer Association
- RETIE - Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas, Ministerio de Minas y Energía, Colombia

3.4.2 NORMAS TÉCNICAS SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

a) Normas EAAB:

- NP-047

SISTEMA CONVENCIONAL DE COMUNICACIONES. RADIO PORTÁTIL VHF

Esta norma establece los requisitos técnicos mínimos de los radios portátiles de una vía que trabajan en banda de muy alta frecuencia (VHF) a través de repetidora, utilizados para telecomunicaciones por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-E.S.P., en el sistema convencional.

- NP-056

SISTEMA CONVENCIONAL DE COMUNICACIONES. RADIO MÓVIL Y FIJO, VHF

Esta norma establece los requisitos técnicos mínimos, para la adquisición de los radios móviles y fijos que utiliza la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, E.S.P. para las telecomunicaciones internas. Cubre los radios considerados como equipo fijo con y sin teclado, y los considerados como equipo móvil

- NP-066

TRANSMISORES DE MICROONDAS

Esta norma establece las características técnicas mínimas de los equipos transmisores del sistema microondas, establecidas por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. y de acuerdo con el "Plan nacional de frecuencias" emitido por el Ministerio de Comunicaciones de Colombia.

- NP-067

REPETIDORES EN LA BANDA VHF SISTEMA CONVENCIONAL

Esta norma establece las características técnicas mínimas, de las repetidoras que trabajan en la banda de frecuencias de VHF, establecidas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. y el " Plan nacional de frecuencias" emitido por el Ministerio de Comunicaciones.

b) Normas Internacionales:

- ITU R/T, Serie F y M para sistemas de radio y telecomunicaciones servicios fijos y móviles.
- ITU R/T, Serie P para estudios de propagación.

c) Normas Nacionales

- Ministerio de las TIC – Colombia.

d) Estándares de referencia:

- IEC 60793
- IEC 60794
- EN 187000
- ITU-T: G655
- ITU-T: G651
- ANSI/TIA/EIA 785-2001
- ANSI/TIA/EIA 598 B-2001
- TIA/EIA TSB 125-2001
- TIA/EIA TSB 130-2003
- ISO/IEC 11801
- ISO/IEC TR 14763-3

e) Otras normas aplicables son las siguientes:

- AISC - American Institute of Steel Construction, Inc.
- AWS - American Welding Society
- AISI - American Iron and Steel Institute
- ANSI - American National Standard Institute
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- DIN - Deutsches Institut Fur Normung
- ASME - American Society of Mechanical Engineers

- NTC - Norma Técnica Colombiana
- CIDET - Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano
- AWWA - American Water Works Association
- NACE - National Association of Corrosion Engineers
- ISO - International Organization for Standardization

3.5 PARÁMETROS Y CONDICIONES AMBIENTALES

Los parámetros y condiciones ambientales particulares en la zona del proyecto bajo los cuales se diseñará el sistema de control, automatismo y comunicaciones son los siguientes:

- Temp. Máxima promedio anual 22.0 °C
- Temp. Media anual 12 °C
- Temp. Mínima promedio anual 5 °C
- Humedad media relativa 95%
- Actividad sísmica Sí
- Nivel Cerámico Alto

Se deberá tener en cuenta y suministrar los equipos con las previsiones y características para soportar el ambiente propio de este tipo de instalaciones, donde se presentan altos niveles de humedad, agentes corrosivos, eventual presencia de gases, etc.

3.6 DIAGNOSTICO DE INSTALACIONES EXISTENTES SOBRE EL TRAMO 3

3.6.1 OBJETIVOS

Esta parte del informe tiene el propósito de identificar las actuales condiciones físicas y operativas de los equipos del sistema de instrumentación, control y comunicaciones de la CONDUCCIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA- TRAMO 3 y sus derivaciones

3.6.2 ALCANCES

Dentro del estudio de diagnóstico se contempla el desarrollo de las siguientes actividades:

- Descripción y Diagnóstico del sistema de instrumentación, control y comunicaciones: Se presenta una descripción del sistema de instrumentación, control y comunicaciones de las cámaras de macro medición y sus características más relevantes. Y, se presenta una valoración de estas.
- Conclusiones y recomendaciones: A partir de lo observado en la visita y el estudio de la información recopilada, se plantean las conclusiones y las recomendaciones para la

optimización del sistema de instrumentación y control de las cámaras de macro medición.

3.6.3 DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y TELECOMUNICACIONES DE LAS CÁMARAS DE MACRO MEDICIÓN.

Los días 14, 19 y 25 de Octubre del 2016, se hizo un reconocimiento con la compañía de una cuadrilla de la EAAB, de las cámaras de macro medición de la línea red matriz Tibitoc - Casa Blanca de la EAAB, con el fin de analizar el sistema existente de instrumentación, control y comunicaciones. A continuación, se hace una descripción y diagnóstico de cada cámara de macro medición:

3.6.3.1 D20 Φ 12". CÁMARA DE MACRO MEDICION "CANDELARIA LA NUEVA

Este punto de macro medida consta de una sola cámara seca, para el sensor de flujo y para los tableros eléctricos, instrumentación y comunicaciones. Está ubicada a 20 metros de la estructura de Casablanca, en zona verde, en la dirección Transversal 70 con calle 68 F sur. Mide sobre la derivación de 12" en tubería de asbesto cemento.

FOTO No. 1 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Esta cámara seca contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tablero de Flujometro, con Flujometro marca ULTRALUX FLUIDIS.
- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías marca COMPAX.
 - Módulo de comunicaciones Wireless Meter Controller
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansion.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - Una Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro

FOTO No. 2 TABLEROS DE COMUNICACIONES, MEDICIÓN Y DISTRIBUCIÓN.



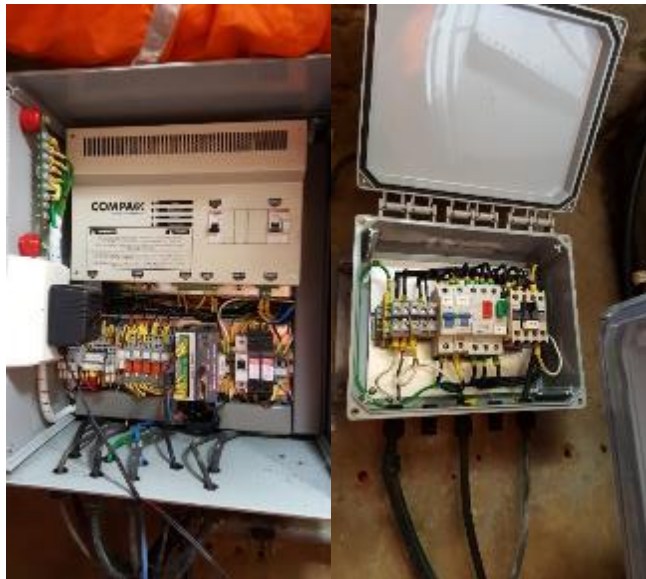
Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 3 FLUJOMETRO Y SONDAS.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 4 TABLERO DE CONTROL Y DE DISTRIBUCIÓN.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, se encuentra el módulo de comunicaciones marca Wireless Meter Controller, con Antena y un Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión. Este módulo no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.

FOTO No. 5 INTERIOR DE TABLERO CONTROL RTU.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró que el cableado en general se encuentra en malas condiciones, cables al aire sin protecciones, cables desconectados y sin aislar, etc. Y La batería fue desconectada y retirada, el sistema de control no cuenta con un respaldo de energía.

FOTO No. 6 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encuentra la tubería y el lugar donde debería estar la bomba de achique, pero no se cuenta con bomba de achique, interruptor de nivel tipo flotador, ni instalación eléctrica para esta, lo que deja vulnerable la cámara de macro medición a inundaciones y pérdida de equipos. Por otro lado, la tapa no es una tapa de seguridad electrónica, por lo que la cámara de macro medición es propensa al vandalismo.

FOTO No. 7 FALTA TAPA DE SEGURIDAD Y BOMBA DE ACHIQUE.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.2 D19 Φ 24". CÁMARA DE MACRO MEDICIÓN "REFUERZO TUNAL – SAN FRANCISCO".

Este punto de macro medida consta de una sola cámara seca, para el sensor de flujo y para los tableros eléctricos, instrumentación y comunicaciones. Está ubicada en el separador de la avenida Villavicencio frente a la válvula V44, a la altura de la transversal 70E. Mide sobre la derivación de 24"

FOTO No. 8 CÁMARA REFUERZO TUNAL – SAN FRANCISCO



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Esta cámara seca contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tablero de Flujo metro, con Flujo metro ultrasónico marca EASTECH BAGER - VANTAG 4600.
- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujo metro
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías marca COMPAX.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Un interruptor de nivel tipo flotador

FOTO No. 9 FLUJOMETRO Y TABLERO DE CONTROL RTU.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, no se encontró el módulo de comunicaciones. Esta cámara no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.

Se encontró que el cableado en general se encuentra en malas condiciones, cables al aire Sin protecciones, cables desconectados y sin aislar, etc. Y La batería fue desconectada y retirada, el sistema de control no cuenta con un respaldo de energía.

FOTO No. 10 CABLEADO EN MALAS CONDICIONES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

En el momento de la inspección se encontró que el nivel de agua dentro de la cámara de los sensores esta elevado, casi a nivel de las sondas:

FOTO No. 11 FILTRACIÓN DE AGUA EN LA CÁMARA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.3 V44 Ø60". CÁMARA VÁLVULA

Este punto para la Válvula V44 consta de una sola cámara. Está ubicada en el costado occidental de la de la calle 68 sur, a la altura de la transversal 70E. Válvula en la línea de 60'''

FOTO No. 12 UBICACIÓN CÁMARA V44.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

En esta cámara no se encontró instrumentación, tableros o acometida eléctrica, la válvula no tiene actuador. Está ubicada cerca de un poste de iluminación, (posible fuente futura de energía).

FOTO No. 13 INTERIOR CÁMARA V44

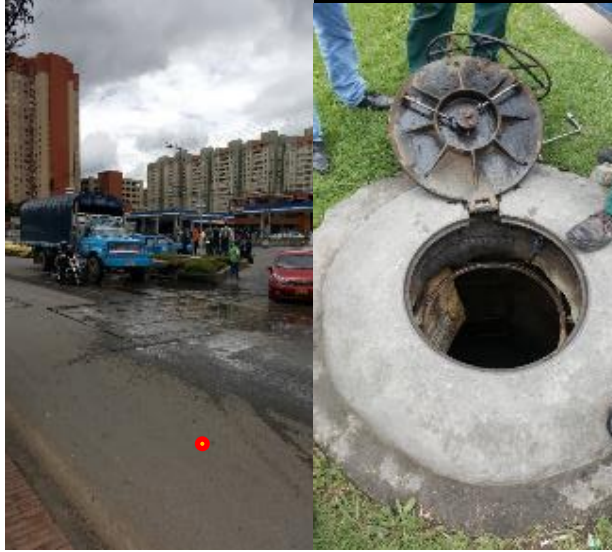


Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.4 D18 Φ 12". CÁMARA MEDICION SALIDA HACIA PERDOMO Y MADELENA.

Este punto de macro medida consta de dos cámaras, una cámara seca para tableros de control y comunicaciones, para el transmisor de flujo y para los tableros eléctricos, Y otra para las sondas del medidor de flujo ubicadas sobre la derivación de línea en 12". La cámara está ubicada sobre la intersección de la calle 63 s con avenida Villavicencio, en el separador.

FOTO No. 14 CÁMARA AV. VILLAVICENCIO CON CALLE 63S.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Esta cámara seca contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA.
- Tapa sin sistema de seguridad electrónica.
- Tablero de Flujometro, con Flujometro marca SGM LEKTRA.
- Tablero de distribución eléctrica con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías marca COMPAX.
 - Módulo de comunicaciones Wireless Meter Controller
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión.
 - Un cargador rectificador de energía marca PACO PV2412-6 de 24 V a 12 V dc de 6 A.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.

FOTO No. 15 TRANSMISOR INDICADOR DE FLUJO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 16 TABLERO CONTROL RTU Y DISTRIBUCIÓN.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara de sensores contiene:

- Dos sondas no intrusivas tipo ultrasónico, para Flujometro
- Sin tapa de seguridad electrónica.

FOTO No. 17 TAPA CÁMARA DE SENSORES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, se encuentra el módulo de comunicaciones marca Wireless Meter Controller, con Antena y un Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión. Este módulo no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.

FOTO No. 18 MÓDULO DE COMUNICACIONES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se evidencia que el tamaño de las cámaras no deja espacio para que el operario pueda acceder con facilidad y realizar las actividades de monitoreo o mantenimiento. La cámara no cuenta con baterías, bomba de achique ni un interruptor de nivel tipo flotador.

FOTO No. 19 CÁMARA REDUCIDA Y BOMBA DE ACHIQUE.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.5 D17 Ø24". CÁMARA DE MACRO MEDIDA. GLORIETA AV. VILLAVICENCIO CON AUTOPISTA SUR.

Este punto de macro medida consta de dos cámaras, una cámara para el sensor de flujo, y otra cámara seca para los tableros eléctricos, transmisor de flujo y comunicaciones. Está ubicada al costado sur occidental del puente de la Av. Villavicencio con Autopista Sur. Mide sobre la derivación de 24".

FOTO No. 20 UBICACIÓN CÁMARAS.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara del sensor de flujo contiene:

- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tapa sin seguridad electrónica.

FOTO No. 21 CÁMARA DE SENSORES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara seca para tableros contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tapa con sistema de seguridad electrónica
- Tablero de Flujometro, con Flujometro marca ULTRALUX FLUIDIS.
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías marca COMPAX.
 - Módulo de comunicaciones Wireless Meter Controller
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Una batería
- Un interruptor de nivel tipo flotador

FOTO No. 22 TABLEROS RTU, FLUJOMETRO Y DISTRIBUCIÓN.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 23 ACOMETIDA Y TAPA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 24 TABLEROS FLUJOMETROS Y COMUNICACIONES RTU.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 25 TABLERO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró cableado esta suelto y sin protección.

FOTO No. 26 BATERÍA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró un interruptor de nivel tipo flotador, un guarda motor y un contactor para una bomba de achique, pero no se encontró la bomba de achique. Por lo que no hay forma de evacuar el agua que se filtre dentro de la cámara, que podría generar daños en los equipos.

FOTO No. 27 POZO BOMBA DE ACHIQUE Y FLOTADOR.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, se encuentra el módulo de comunicaciones marca Wireless Meter Controller, con Antena y un Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión. Este módulo no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.

FOTO No. 28 SISTEMA RTU



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.6 D16 Φ 36". CÁMARA DE MACRO MEDIDA. GLORIETA AV. VILLAVICENCIO CON AUTOPISTA SUR.

Este punto de macro medida consta de dos cámaras, una cámara para el sensor de flujo, y otra cámara seca para los tableros eléctricos, transmisor de flujo y comunicaciones. Está ubicada al costado sur oriental del puente de la Av. Villavicencio con Autopista Sur. Mide sobre la derivación de 36". Estas cajas son similares a las D17 Φ 24".

FOTO No. 29 UBICACIÓN CÁMARAS.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara del sensor de flujo contiene:

- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tapa sin seguridad electrónica.

FOTO No. 30 CÁMARA DE SENSORES.



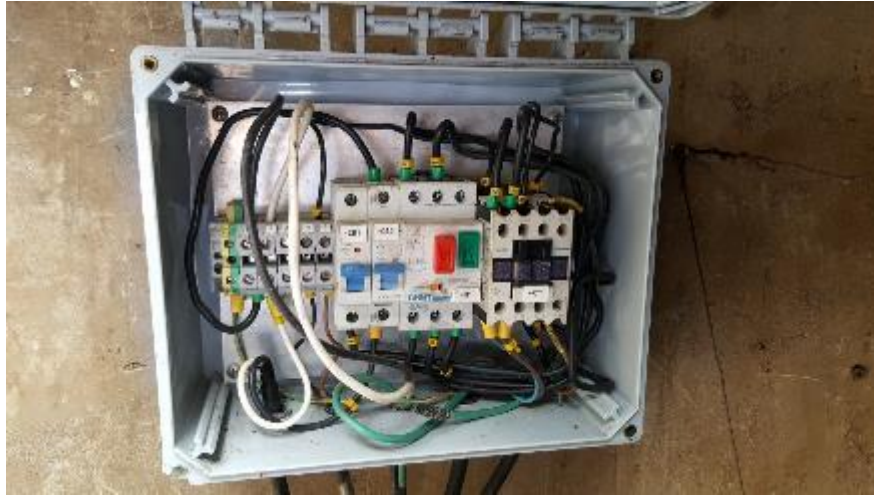
Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara seca para tableros contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tapa con sistema de seguridad electrónica
- Tablero de Flujo metro, con Flujo metro marca ULTRALUX FLUIDIS.
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías provisional.
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión, deshabilitado.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Una batería
- Un interruptor de nivel tipo flotador
- Un transformador

FOTO No. 31 TABLEROS RTU, FLUJOMETRO Y DISTRIBUCIÓN.





Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 32 FLUJOMETRO Y TAPA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró cableado esta suelto y sin protección, una batería que no es la original, y un transformador con conexiones improvisadas.

FOTO No. 33 BATERÍA Y TRASFORMADOR CON CONEXIÓN IMPROVISADA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró un interruptor de nivel tipo flotador, un guarda motor y un contactor para una bomba de achique, pero no se encontró la bomba de achique. Por lo que no hay forma de evacuar el agua que se filtre dentro de la cámara, que podría generar daños en los equipos.

FOTO No. 34 POZO BOMBA DE ACHIQUE Y FLOTADOR.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, se encuentra que el módulo de comunicaciones marca Wireless Meter Controller fue retirado, la Antena y un Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión aún se encuentran, pero están deshabilitadas. El cargador rectificador de baterías fue retirado, y se hizo una conexión improvisada con un cargador portátil. Este módulo no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.

FOTO No. 35 SISTEMA RTU



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.7 V43 Ø78". CÁMARA VÁLVULA.

Este punto para la Válvula V43 consta de una sola cámara. Está ubicada al costado Nor oriental del puente de la Av. Villavicencio con Autopista Sur. Válvula en la línea de 78"

FOTO No. 36 UBICACIÓN CÁMARA V43.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

En esta cámara no se encontró instrumentación, tableros o acometida eléctrica, la válvula no tiene actuador. Está ubicada cerca de un poste de iluminación, (posible fuente futura de energía).

FOTO No. 37 INTERIOR CÁMARA V43



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.8 D15 Ø36". CÁMARA 10. CÁMARA AUTOPISTA SUR.

La cámara está ubicada en el separador de la autopista Sur, frente al centro comercial Metro. Calle 57 Sur con 77 A.

FOTO No. 38 VISTA EXTERIOR CÁMARA 10



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara de las sondas posee los dos sensores ultrasónicos de inserción para el Flujometro, y una línea de presión para el datalogger.

La cámara del sensor de flujo contiene:

- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tapa sin seguridad electrónica.

FOTO No. 39 CÁMARA DE SENSORES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara seca para tableros contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tapa con sistema de seguridad electrónica
- Tablero de Flujometro, con Flujometro marca ULTRALUX FLUIDIS.
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías compacto con baterías.
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión, deshabilitado.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.

FOTO No. 40 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FLUJO, CONTROL RTU Y CARGADOR DE BATERÍAS.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró un interruptor de nivel tipo flotador, un guarda motor y un contactor para una bomba de achique, pero no se encontró la bomba de achique. Por lo que no hay forma de evacuar el agua que se filtre dentro de la cámara, que podría generar daños en los equipos.

FOTO No. 41 TAPA SIN SEGURIDAD ELECTRÓNICA Y CÁMARA CON FILTRACIÓN.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.9 D14 Ø24". CÁMARA DE MACROMEDIA. LÍNEA 1 POR AV. VILLAVICENCIO CON AUTOPISTA SUR.

Este punto de Macromedia consta de una sola cámara, donde se encuentran los tableros y las sondas instaladas sobre la tubería. La caja está ubicada en el costado occidental de la avenida Villavicencio, y al sur de la calle 57B sur.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara para tableros contiene:

- Tablero de Flujometro, con Flujometro marca NIVUS. modelo NIVUSONIC
 - Dos Breakers.
 - Una fuente de alimentación
 - 10 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tablero de distribución con:
 - Un totalizador (Deshabilitado, desconectado)
- Tapa sin sistema de seguridad electrónica

FOTO No. 42 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y TABLERO DE FLUJOMETRO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La alimentación eléctrica se toma del poste con placa S494, ubicado en la esquina de la calle 57B sur con carrera 71B. Existe canalización y cableado hasta la caja de macro medición, pero, el sistema esta desconectado y no hay energía en esta caja.

FOTO No. 43 ACOMETIDA Y TOTALIZADOR



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara no cuenta con un tablero independiente para cargador de baterías, y comunicaciones, no hay cargador de baterías ni baterías de respaldo de energía, el Flujometro no está energizado, la cámara no está funcionando en el momento de la inspección.

FOTO No. 44 TABLERO DE FLUJOMETRO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.10 D13 Ø12". CÁMARA 12. MEDICION SALIDA "VILLA DEL RIO"

Este punto de macro medida consta de dos cámaras, una cámara para el sensor de flujo, y otra cámara seca para los tableros eléctricos, transmisor de flujo y comunicaciones. La

cámara está ubicada en el parque del barrio Villa del Rio, avenida ferrocarril sur con carrera 46.

FOTO No. 45 PARQUE DEL BARRIO VILLA DEL RIO



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara del sensor de flujo contiene:

- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tapa sin seguridad electrónica.

FOTO No. 46 CÁMARA DE SENSORES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara seca para tableros contiene:

- Tapa sin sistema de seguridad electrónica
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías provisional.
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión, deshabilitado.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.

- 25 Borneras de fuerza
- 1 Bornera de neutro
- Barra de neutro
- Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.

FOTO No. 47 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL RTU.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La alimentación eléctrica se toma del poste con placa S3112, también ubicado en el parque del barrio Villa del Rio. Existe canalización y cableado hasta la cámara de medida, pero la cámara no cuenta con servicio de energía en el momento de la inspección.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Las dos cámaras (Cámara de sondas y cámara de tableros) permanecen inundadas por el alto nivel freático de la zona. En una de las cajas se encuentran las sondas del Flujometro, no se evidencio su estado ya que estaba inundada la cámara. La otra cámara es la cámara de tableros, cuenta con un tablero de distribución, un tablero de control RTU, y un tablero para el Flujometro, no se encontró el Flujometro, y el tablero de control RTU estaba internamente inundado, sus equipos eléctricos estaban oxidados y deteriorados.

En las siguientes imágenes se evidencian las dos cámaras inundadas, los tableros estaban cerrados, el nivel del agua no alcanzaba a los tableros, pero estos internamente estaban llenos de agua.

FOTO No. 48 CÁMARA INUNDADA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 49 TABLERO DE CONTROL RTU INUNDADO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Dentro del gabinete de la RTU y el cargador rectificador de baterías, se encuentra que el módulo de comunicaciones marca Wireless Meter Controller fue retirado, la Antena y un Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión aún se encuentran, pero están deshabilitadas. El cargador rectificador de baterías fue retirado, y se hizo una conexión improvisada con un cargador portátil. Este módulo no está comunicando al Centro de Control Modelia, ni a ningún otro centro de supervisión.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se encontró cableado que esta suelto y sin protección, la batería fue retirada y no se podría contar con un sistema de respaldo de energía, y el Flujometro también fue retirado, en el momento esta cámara no está funcionando y no tiene Flujometro para hacerlo.

FOTO No. 50 FALTA FLUJOMETRO Y BATERIA.



3.6.3.11 CÁMARA 13. MEDICION SALIDA “LA CHUCUA”

Este punto de macro medida consta de dos cámaras, una cámara para el sensor de flujo, y otra cámara seca para los tableros eléctricos, transmisor de flujo y comunicaciones. La cámara está ubicada en el parque del barrio la Chucua, en la calle 43 sur entre la transversal 72 d y 72 f. Hay dos cámaras, una con las sondas del sensor ultrasónico, y otra con los tableros eléctricos, instrumentación, control y comunicaciones.

FOTO No. 51 UBICACIÓN CÁMARA



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara del sensor de flujo contiene:

- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro.
- Tapa sin seguridad electrónica.

FOTO No. 52 CÁMARA DE SENSORES.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara seca para tableros contiene:

- Tapa sin sistema de seguridad electrónica
- Tablero de Flujo metro, con Flujo metro marca SGM LEKTRA.
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías provisional marca *PACO PV2412-6* de 24 V a 12 V dc de 6 A.
 - Antena de comunicaciones.
 - Módulo de expansión de entradas y salidas Meter IO Expansión, deshabilitado.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Un interruptor de nivel tipo flotador

FOTO No. 53 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y FLUJOMETRO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

La cámara de las sondas del sensor ultrasónico se encontró totalmente inundada, por lo que se tuvo que desaguar para poder realizar la inspección. Se evidencia la presencia y el estado de los sensores, están operativos, pero están mal ubicados, las sondas de

inserción están instaladas cerca de la válvula principal, no respeta los diámetros de distancia aguas arriba y aguas abajo recomendables, lo que genera errores de medida en el sensor.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

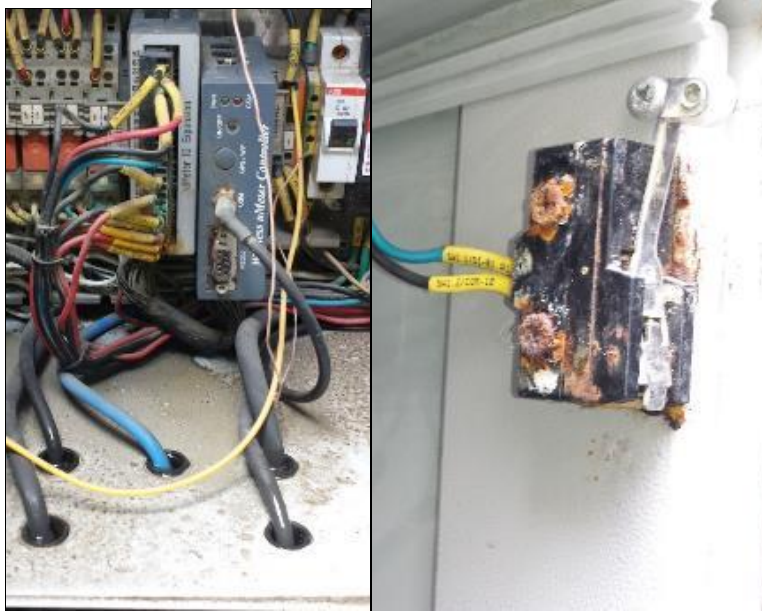
Se encontró que el Flujometro está funcionando, y las medidas son tomadas por los operarios directamente del equipo, no está comunicado con el Centro de Control Modelia. Y dentro del tablero se encontraron problemas de deterioro en algunos elementos dentro del gabinete RTU, el módulo de comunicaciones esta oxidado, se evidencia que el agua ha entrado en el tablero de comunicaciones.

FOTO No. 54 INTERIOR TABLERO CONTROL RTU.



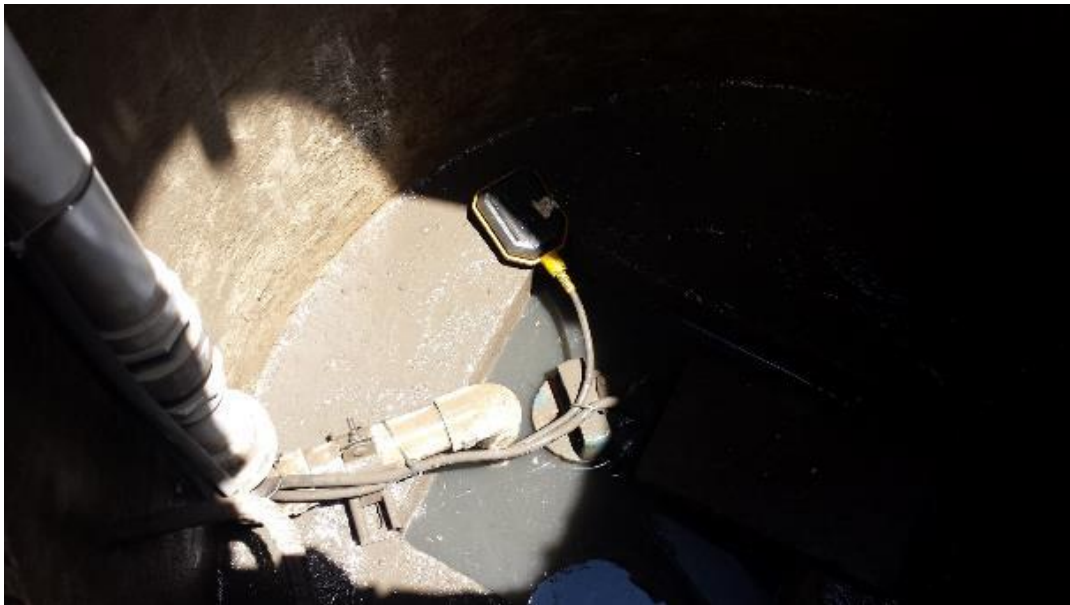
Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 55 INSTRUMENTOS DETERIORADOS.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Por otro lado, se observa que la cámara de tableros suele inundarse con frecuencia, esto debido a que la bomba de achique dentro de la cámara, y el interruptor de nivel tipo flotador no está funcionando, por lo que el agua dentro de la cámara no es evacuada.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.3.12 D12 24". CÁMARA 14. AVENIDA BOYACÁ CON FERROCARRIL SUR.

Este punto de macro medida consta de una sola cámara seca, para el sensor de flujo y para los tableros eléctricos, instrumentación y comunicaciones. La cámara está ubicada en el separador de la avenida Boyacá a la altura de la avenida ferrocarril sur.

FOTO No. 56 UBICACIÓN CÁMARA



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Esta cámara seca contiene:

- Sistema de alimentación de red CODENSA
- Tablero de Flujometro, con Flujometro ultrasónico marca NIVUS, modelo NIVUSONIC.
- Dos sondas de inserción tipo ultrasónico, para Flujometro
- Tablero de distribución con:
 - Dos Breakers
 - Un Guarda motor
 - Un contactor trifásico
 - 5 borneras de fuerza
 - Una bornera de neutro
- Tablero para RTU y Cargador de batería con 120VAC/24VAC:
 - Cargador de baterías marca COMPAX.
 - Dos protecciones contra transientes
 - Un breaker.
 - 25 Borneras de fuerza
 - 1 Bornera de neutro
 - Barra de neutro
 - Un sensor tipo fin de carrera, para detección de apertura del tablero.
- Un interruptor de nivel tipo flotador

FOTO No. 57 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FLUJOMETRO Y CONTROL RTU.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

FOTO No. 58 INTERIOR TABLERO DE CONTROL RTU Y FLUJOMETRO



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

Se evidencia que el tamaño de las cámaras no deja espacio para que el operario pueda acceder con facilidad y realizar las actividades de monitoreo o mantenimiento. Se encontró un interruptor de nivel tipo flotador, un guarda motor y un contactor para una

bomba de achique, pero no se encontró la bomba de achique. Por lo que no hay forma de evacuar el agua que se filtre dentro de la cámara, que podría generar daños en los equipos.

FOTO No. 59 INTERIOR CÁMARA DE MEDIDA.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.6.4 CONCLUSIONES.

Dentro de la inspección y diagnóstico de las cámaras de macro medición se encontró:

- No se cuenta con suministro de energía eléctrica en todas las cámaras de macro medición.
- No hay un sistema de puesta a tierra para cada cámara de medida.
- Hay flujometros que están desconectados o fuera de servicio.
- El cableado, y canalizado dentro de la gran mayoría de cámaras está deteriorado y oxidado.
- Se encontraron algunas cámaras que estaban totalmente inundadas, y se tuvo que evacuar toda el agua para poder realizar la inspección, esto por el elevado nivel freático de la zona.
- En las cajas de macro medida, la bomba de achique o no funciona o no existe, por ende, las cajas están sin protección contra inundaciones.

- Se encontró que ninguna de las cajas de macro medición está transmitiendo al Centro de control Modelia, los datos son tomados manualmente por los operarios en cada cámara.
- Todas las cámaras no tienen tapas de seguridad electrónica, siendo propensas a ser saqueadas al no tener la protección adecuada.
- Se encontraron en algunas cajas conexiones improvisadas a cargadores de batería y a transformadores.
- Algunas de las baterías están en mal estado, y con terminales sulfatados.
- Se encontró al destapar algunos tableros que estaban inundados internamente, a pesar de ser IP68 al estar un tiempo prolongado bajo el agua, terminan inundándose internamente.
- En algunos tableros, los componentes internos están deteriorados y con avanzado nivel de oxidación, debido a la filtración de agua al interior de los tableros y a la alta humedad presente en las cámaras secas.

3.6.5 RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones son:

- Revisar y garantizar el suministro de energía eléctrica en todas las cámaras de macro medición, evaluar la posibilidad de instalar paneles solares donde sea posible.
- Instalar un sistema de puesta a tierra para cada cámara de medida.
- Reemplazar todos los flujometros en las cámaras de medida, e instalarlos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, ya que se encontró que algunos no se encuentran instalados en el lugar indicado.
- Reemplazar la tubería y cableados dentro cámaras que está deteriorado y oxidado.
- Garantizar la instalación y funcionamiento de las bombas de achique en todas las cámaras de macro medición.
- Diseñar e instalar un sistema de comunicaciones y supervisión desde el centro de control Modelia, para todas las cámaras de macro medición y válvulas con actuador eléctrico de la línea Red Matriz.
- Instalar en todas las cámaras de la red Matriz tapas de seguridad electrónica, para evitar vandalismo y saqueo de equipos.
- Diseñar e Instalar un sistema de respaldo de energía en todas las cámaras de la Red.
- Reemplazar todos los equipos eléctricos, de instrumentación, control y comunicaciones que estén deteriorados.
- Se recomienda construir cámaras elevadas, superficiales, para evitar inundaciones en la cámara de tableros, y deterioro y daño de equipos, ya que a pesar de que los tableros son IP68 han presentado filtraciones y daños en los instrumentos internos

FOTO No. 60 TIPO DE TABLERO RECOMENDADO.



Fuente: Registro fotográfico propio ABESAN LTDA, Octubre 2016

3.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.7.1 SISTEMA ELÉCTRICO.

A continuación, se hace una descripción del sistema eléctrico que debe tener cada tipo de estructura.

3.7.1.1 ESTRUCTURAS DE VÁLVULAS PRINCIPALES EN LÍNEA:

A lo largo del tramo III zona sur, se ubicarán tres estructuras para válvulas principales en línea con válvulas, dichas estructuras no tienen servicio de energía eléctrica por lo que se plantean una serie de actividades y/o requisitos para poder llevar energía desde un punto de la red de distribución CODENSA hasta dichas estructuras.

Se debe realizar el trámite de Factibilidad ante CODENSA. Dependiendo del punto de conexión a la red de baja tensión que sea asignado por parte de CODENSA, se diseñará la acometida eléctrica desde dicho punto hasta el tablero principal de la estructura.

De acuerdo a las alternativas planteadas, se ha definido instalar todos los tableros de fuerza y control en el interior de las cámaras de válvulas y en las cámaras secas para las derivaciones

Los tableros a instalar deben tener encerramiento IP68, el material debe ser plástico o en fibra de vidrio y deben tener tapas transparentes, para una fácil inspección interna de estos, y evitar aperturas innecesarias. Dentro de los tableros se instalarán todos los equipos eléctricos, sistema de respaldo de energía, instrumentación, control y comunicaciones. En la foto 1 se muestran un ejemplo del tablero de tipo interior propuesto.

FOTO No. 61 TABLERO INTERIOR IP68 PROPUESTO



Fuente: Consultoría Contelac, año 2016

Las Cargas eléctricas de cada cámara de válvulas principales en línea son:

- Cámara Válvula No 42N con un actuador eléctrico.
- Cámara Válvula No 45N con cuatro actuadores eléctricos.
- En las cámaras V43N, V44N no se instalarán actuadores eléctricos.
- Dos Bombas de achique de 2 hp cada una.
- Sistema de iluminación conformado por lámparas a prueba de humedad.
- Un Cargador rectificador de baterías, sistema de respaldo de energía para el sistema de control, instrumentación y sistema de comunicaciones.

En los casos en los que la cámara de válvulas este cerca a otra o a una cámara de derivación se puede usar un único tablero de equipos para las dos cámaras. Además, cada cámara debe contar con su sistema de malla a tierra.

3.7.1.2 CÁMARAS DE VÁLVULAS DE DERIVACIÓN DE LA RED MATRIZ

A lo largo del tramo 3, Subtramo Sur se encuentran doce (12) cámaras de derivación de la red matriz, de las cuales, hay tres (3) cámaras existentes, cuatro (4) cámaras de derivación nuevas y cinco (5) cámaras de derivación sin control las cuales compartirán el sistema eléctrico y control con las cámaras de válvulas más cercanas. Para las cámaras de derivación existentes, estas ya tienen servicio de energía eléctrica, pero, durante la

inspección se encontró que estas acometidas se encuentran deshabilitadas en algunos casos, o en malas condiciones. El sistema eléctrico de estas estructuras debe ser sometido a un mantenimiento que garantice la continuidad y la calidad del suministro de energía.

Para las cuatro (4) cámaras de derivación nuevas, se requiere realizar el trámite ante CODENSA, para solicitar el punto de conexión y definir el dimensionamiento de la acometida eléctrica. Ver anexo # 9. Factibilidad CODENSA.

Las Cargas eléctricas en las cámaras de derivación son:

- Cargador rectificador de baterías, sistema de respaldo de energía para el sistema de control, el sistema de comunicaciones, un macro medidor de y un transmisor de presión.

Las cámaras de derivación nuevas deben contar con su sistema de malla a tierra.

3.7.1.3 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL GABINETE PRINCIPAL DE B.T.

Las siguientes son las especificaciones mínimas para cada uno de los gabinetes a instalar en el interior de las cámaras de válvulas principales y en las cámaras secas de derivación:

Los tableros deberán fabricarse con fibra de vidrio o plástico de primera calidad, de un espesor suficiente y adecuadamente reforzadas y arriostradas, libres de abolladuras, grietas u otros defectos.

Todos los equipos eléctricos y sus tableros deberán ser completamente tropicalizados e inmunizado contra el crecimiento de hongos. Los tableros deben ser aptos para instalación interior y el nivel de encerramiento debe ser IP68. El contratista deberá realizar todas las pruebas in situ que garanticen la total hermeticidad del sistema.

Las dimensiones de los tableros deberán ser las adecuadas para contener el equipo, más un espacio suficiente para la entrada de cables, el alambrado a las borneras y proveer un fácil acceso para inspección y mantenimiento. Los tableros deberán tener acceso solo por el frente y para cables por debajo.

Todos los equipos de control incluidos en el tablero de control deberán estar protegidos bajo señales de interferencia por radiofrecuencia (RFI) y la interferencia electromagnética (EMI).

Para garantizar el nivel de encerramiento de cada uno de los gabinetes, se permite únicamente para la entrada de cables de fuerza y control, la utilización de prensa cables metálicos debidamente certificados que garanticen un sellamiento IP68.

El tablero de control deberá tener el acceso de cables por debajo.

El tablero deberá incluir las protecciones contra transitorios de tensión gruesas, medias y finas, requeridas en estas especificaciones para los equipos y dispositivos del sistema de instrumentación, control y comunicaciones.

El marquillado del cableado debe tener como mínimo las siguientes características:

- El material debe ser termo encogible.
- El marquillado debe estar impreso.
- El marquillado debe estar fijado en la punta de cada conductor al inicio y final en cada extremo de los cables de control y comunicaciones.
- Se debe incluir el Tag previamente aprobado por la EAAB de la instrumentación y señales de control.

- **Puertas de Acceso.**

Todos los tableros deberán estar equipados en el frente, con puertas abisagradas para tener acceso al equipo instalado en el interior.

- **Conexión a Tierra.**

Cada gabinete deberá estar equipado con una barra de cobre para conexión a tierra, que tenga una sección transversal de acuerdo con los diseños detallados para cada equipo particular, así mismo deberán tener todos los elementos requeridos para las conexiones a tierra.

- **Pintura y Terminado.**

Todos los tableros deberán tener un terminado y una pintura de acuerdo con lo que se especifique.

- **Tomas para Conexión de Equipo de Prueba.**

El tablero eléctrico deberá tener instalado una toma monofásica adecuada para la conexión de los equipos de prueba suministrados.

Ver Anexos No 8 Planos, "TIB-RH-EL-PL-94-V0, TIB-RH-EL-PL-98-V0, TIB-RH-EL-PL-102-V0, TIB-RH-EL-PL-106-V0 diagrama unifilar.

3.7.1.4 DUCTOS ELÉCTRICOS

En esta sección se describirán los requisitos exigidos al Contratista en el suministro de los sistemas de conducción y canalización de acometidas eléctricas:

a. Ductos Eléctricos

Toda la tubería utilizada en las instalaciones eléctricas subterránea en baja tensión deberá ser de PVC conduit tipo pesado o equivalente al tipo pesado de Colmena.

Las instalaciones internas de fuerza, control, alumbrado y tomas se realizarán con tubería galvanizada tipo IMC a la vista. La tubería deberá ser soldada con el cordón inferior burilado y galvanizada por inmersión en caliente de acuerdo con lo exigido en la norma ANSI C80-1. Los tubos deberán suministrarse en longitudes de 3 metros con roscas tipo NPT en cada uno de los extremos. Deberá tener igualmente tapones plásticos para la protección de las rocas.

Cada tubo deberá suministrarse con una unión galvanizada.

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los conduits rígidos, cajas de paso, de conexiones y de inspección, uniones, curvas, adaptadores, grapas y soportes para la tubería y cualquier otro accesorio necesario para la instalación y la operación normal de los sistemas de alumbrado, tomas, fuerza y control.

- **Instalación**

Todos los tramos de conduit cortados en obra se escariarán para evitar rebabas. Las roscas machos se limpiarán con pasta de plomo roja o su equivalente antes de instalar el acoplamiento a otro accesorio.

Todos los filetes de rosca expuestos deberán pintarse con pintura adecuada de zinc o aluminio o "glyptal" suministrada por el Contratista. Se ajustarán firmemente todos los acoplamientos para obtener un contacto metálico y eléctrico adecuado. Todas las roscas hechas en obra serán ahusadas y no se permitirán roscas corridas. Cuando los tramos de conduit no permitan el uso de acoplamientos normales, el Contratista deberá usar uniones universales.

Los radios de curvatura de los tubos deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 346-10 del Código Eléctrico Nacional, Norma 2050 de ICONTEC. Los tubos serán doblados de forma tal que no se pierda el diámetro interior útil de la tubería.

En un solo tramo de tubería no se permitirá más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas necesarias a la salida y entrada de las cajas localizadas en los extremos de la tubería.

La tubería colocada por el piso se protegerá para evitar que sea maltratada por el personal que trabaja en la obra o por el equipo utilizado en la construcción de la misma.

Toda la tubería deberá instalarse de modo que la posible condensación de humedad o el agua lluvia que se introduzca en ella, fluya hacia las cajas de empalme o terminales más cercanas. La tubería deberá instalarse con una pendiente mínima del 0.5% para permitir el drenaje de la condensación atrapada en la misma.

En todos los extremos de tubería, cajas, tableros, etc., se colocarán boquillas con conector de tierra.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar, durante la instalación de las tuberías, la entrada de agua o de cualquier otro material que pueda obstruirlas o dañarlas. Si un tramo de tubo llega a taparse, deberá ser limpiado y de ser necesario, reemplazado a cargo del Contratista.

La tubería será revisada antes y durante la instalación y se podrá exigir al Contratista cualquier cambio de material defectuoso o inadecuado o cualquier modificación en la disposición de los tubos y cajas que se considere necesaria por el Interventor.

- **Normas**

Todos los materiales empleados deberán ser nuevos, de la mejor calidad comercial y deberán llenar los requisitos estipulados en la última edición de las siguientes normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM):

ASTM - A36 Acero estructural

ASTM - A394 Acero para pomos, tuercas y arandelas utilizados en estructuras metálicas para líneas de transmisión o similares.

3.7.1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

En esta sección se establecen las condiciones requeridas para efectuar el suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios en las instalaciones eléctricas en el interior de las cámaras de válvulas principales en línea. Todos los elementos utilizados deberán ser nuevos, de marcas reconocidas y deberán ser aprobados previamente por el interventor de la Obra.

Los elementos utilizados en las instalaciones eléctricas interiores comprenden básicamente lo siguiente:

- Conductores eléctricos para baja tensión
- Cajas para salidas
- interruptores
- Empalmes

- **Conductores Eléctricos para Baja Tensión**

Los conductores de baja tensión para corriente alternan deberán tener aislamiento termoplástico THHN para 600 V A C., 90°, sobre el cual debe estar obligatoria y adecuadamente marcado el calibre, tipo de aislamiento y nombre del fabricante, ajustados a la norma ICEA -S 1.402. El aislamiento debe tener resistencia mecánica apropiada para soportar la abrasión durante el tendido a través de la ductería.

- **Instalación**

Antes de hacer la instalación de los conductores se debe limpiar la tubería y las cajas de salida.

Para las instalaciones internas en todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 cm de conductor disponibles para las conexiones de los aparatos correspondientes.

Las puntas de cables que entran a los tableros de distribución se deben dejar de suficiente longitud (medio perímetro de la caja), con el fin de permitir una correcta derivación de este.

Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo sistema, se exige el uso de conductores de los siguientes colores:

- Neutro: de acuerdo a lo establecido en las normas del RETIE.
- Tierra: debe ser verde o conductor desnudo
- Fases: de acuerdo a lo establecido en las normas del RETIE.

Los conductores de calibres superiores al N° 8. AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos y en todas las cajas de paso intermedias.

El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado y de tomas será el N°12 AWG THHN.

Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante se deberá utilizar un lubricante apropiado, aprobado por el fabricante de los cables.

Antes de proceder con la instalación de los conductores en la tubería, se debe verificar que esta se encuentre completamente seca y libre de cualquier obstáculo que impida el desplazamiento de los conductores durante el proceso de tendido.

Todas las conexiones a elementos de salida y aparatos deben quedar sólidamente fijadas con tomillos bien apretados. Los conductores no deben quedar tensionados al punto de conexión.

En el momento de introducir los conductores dentro de la tubería, se tendrá cuidado de evitar la formación de bucles en los mismos. Se deben seguir procedimientos especiales para no maltratar los conductores, principalmente al ser extendidos provisionalmente por el piso.

No se permite en ningún caso la ejecución de empalmes de cables o alambres dentro de las tuberías, por lo tanto, todos los conductores deben ser continuos desde la salida de los interruptores en su correspondiente tablero, hasta las cajas de salida o de derivación, para los circuitos de fuerza y control.

Los empalmes o derivaciones de conductores, solo se permiten dentro de las cajas de empalme o salida, para los circuitos de alumbrado.

El conductor destinado como neutro debe mantenerse a lo largo de todo el sistema eléctrico con aislamiento de color blanco en calibres iguales o superiores al No.6 AWG y marcados adecuadamente a los extremos del conductor con pintura de color blanco a prueba de agua o con marquillas plásticas ajustables en color blanco.

Los conductores destinados a las tres fases serán mantenidos a lo largo de todo el sistema eléctrico, con aislamientos en tres colores diferentes, excluidos verde y blanco. En calibres iguales o superiores al N° 6 AWG, e identificados los extremos en los colores correspondientes con el procedimiento descrito. La conservación de los colores se extiende hasta los dispositivos de las diferentes salidas de acuerdo a lo establecido en las normas y el RETIE.

Cajas para Salidas

Todas las cajas para las salidas eléctricas, tales como interruptores, iluminación deberán ser en fundición de aluminio de tamaños normalizados (rectangulares, cuadrados y octogonales) instalación a la vista a prueba de humedad.

Luminarias

Las luminarias a instalar en el interior de las cajas de válvulas deben ser tipo tortuga con encerramiento IP67 con luminarias tipo led según se indica en los planos. Las luminarias operarán a 120 V, 60 Hz.

En general todos los materiales de la luminaria deben tener resistencia a la corrosión.

El Contratista deberá someter la lámpara a aprobación del Interventor.

3.7.1.6 ILUMINACIÓN INTERIOR

Para cada cámara de válvulas principales en línea se debe suministrar un sistema de alumbrado interno compuesto por lámparas tipo tortuga cerrada, 1 interruptores.

Ver Anexos No 8 localización de equipos “TIB-EL-PL-26-V1, TIB-EL-PL-41-V1, TIB-EL-PL-53-V1.

3.7.1.7 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para las cámaras de válvulas en línea nuevas y las cámaras de derivación nuevas, se debe instalar malla a tierra.

La malla debe estar conformada por varillas copperweld de 5/8”x 2.4 Mts, separadas a una distancia de acuerdo con las normas vigentes. El conductor de la malla será de cobre blando desnudo No 2/0 AWG y las uniones varilla-cable y cable-cable se harán con soldadura exotérmica.

Una vez terminada la red de tierra, se efectuarán las medidas correspondientes de la resistencia; si la resistencia es superior a 5 ohmios, el CONTRATISTA procederá a utilizar métodos como ampliación de malla o tratamiento de terreno que permita la disminución de la resistencia de la red.

En la conexión entre el conductor de puesta a tierra con la malla de tierra, se debe dejar una caja de inspección de libre acceso donde se pueda medir, revisar y hacer mantenimiento a la resistencia de la malla de puesta a tierra.

El Contratista deberá someter a aprobación de la interventoría los materiales, trabajos y servicios suministrados por él, para lo cual deberá entregar claramente todos los datos necesarios, características, capacidades, planos, muestras, etc., antes de la ejecución de los trabajos.

El Contratista deberá suministrar garantizar que el trabajo será ejecutado por personal calificado y experimentado en este tipo de obras y deberá someter a aprobación de la interventoría las hojas de vida del personal propuesto para tal fin.

El Contratista deberá entregar las obras ejecutadas en perfectas condiciones a satisfacción del Interventor y de la Empresa y efectuar sin costo adicional las correcciones y pruebas que se requieran.

Ver Anexo No 8 Planos Malla a Tierra “TIB-RH-EL-PL-95-V0, TIB-RH-EL-PL-99-V0, TIB-RH-EL-PL-103-V0, TIB-RH-EL-PL-107-V0”.

3.7.2 INSTRUMENTACIÓN.

A continuación, se hace una descripción de la instrumentación a suministrar en cada una de las cámaras de válvulas principales y en las cámaras de derivación:

Nota: En cada uno de los Tags definidos, se han dejado 2 letras XX sin identificación a razón de que estas letras serán definidas por parte de la EAAB y el contratista constructor, en el momento de la ejecución de la obra.

3.7.2.1 CÁMARAS DE VÁLVULAS PRINCIPALES EN LÍNEA:

Con el objeto de proteger las unidades electrónicas de la instrumentación contra inundaciones y/o humedad severa, se ha previsto instalar los sensores de la instrumentación en el interior de las cámaras de válvulas principales en línea y los transmisores (unidades electrónicas) se instalarán en los tableros interiores con encerramiento IP68, los cuales se instalarán en la parte interior superior de las cámaras de válvulas.

Los sensores y/o equipos que estarán ubicados en el área de tuberías al interior de las cámaras de válvulas corresponden a:

- a) Sondas del Transmisor de flujo.
- b) Transmisor de presión aguas arriba y aguas debajo de las válvulas principales en línea.
- c) Sensores de Instrumentación geotécnica.
- d) Detector de movimiento y teclado del sistema contra intrusos.
- e) Actuador electroactuado: Uno en la Cámara Válvula No 42N y cuatro en la Cámara Válvula No 45N.
- f) Interruptor de nivel tipo flotador para control de encendido de las bombas de achique.
- g) Interruptor de nivel tipo flotador para envío de alarma por inundación de la cámara.
- h) Tapas de seguridad electrónica para el manhole de acceso a la estructura.

Los equipos transductores de la instrumentación (unidades electrónicas) que estarán ubicados dentro de los tableros son:

- a) Transmisor indicador de flujo.
- b) Transductor de galgas extensiométricas.
- c) Panel de alarmas - Sistema de intrusión.
- d) Analizador de Parámetros eléctricos.
- e) Sistema de protección contra Transientes eléctricos.
- f) Cargador de baterías.

Ver Anexo No 8 Planos P&ID “TIB-RH-EL-PL-92-V0, TIB-RH-EL-PL-96-V0, TIB-RH-EL-PL-100-V0, TIB-RH-EL-PL-104-V0”.

3.7.2.2 ESTRUCTURAS DE VÁLVULAS DE DERIVACIÓN DE LA RED MATRIZ

Con el objeto de proteger las unidades electrónicas de la instrumentación contra inundaciones y/o humedad severa, se ha previsto instalar los sensores de la instrumentación en el interior de las cámaras de válvulas principales en línea y los transmisores (unidades electrónicas) se instalarán en los tableros con encerramiento IP68, los cuales se instalarán en la parte interior superior de las de las cámaras secas de derivación.

Los sensores que estarán ubicados dentro de la cámara corresponden a:

- a) Sensor del Medidor de flujo.
- b) Transmisor de presión.
- c) Detector de movimiento y teclado del sistema de Intrusión.
- d) Tapas de seguridad electrónica para el manhole de acceso a la estructura.

Los instrumentos que estarán ubicados dentro del tablero principal son:

- a) Transmisor indicador de flujo.
- b) Panel de alarmas - Sistema de intrusión.
- c) Analizador de Parámetros eléctricos.
- d) Sistema de protección contra Transientes eléctricos.
- e) Cargador de baterías.

Ver Anexo No 8 Planos “TIB-DM1-EL-PL-15-V0, TIB-CN1-EL-PL-06-V0, TIB-CN3-EL-PL-13-V0, TIB-DM2-EL-PL-31-V0, TIB-DM2-EL-PL-34-V0, TIB-PT-EL-PL-26-V0, TIB-PT-EL-PL-29-V0”, diagrama P&ID.

3.7.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA INSTRUMENTACIÓN

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas que debe cumplir cada instrumento a instalar en el proyecto:

3.7.2.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se debe incluir todos los elementos necesarios para el montaje, instalación, programación, calibración (Certificados de fábrica), pruebas y puesta en servicio.

Deberán estar conectados a PLC principal por medio de señales físicas o por buses de campo sincrónicos, adicionalmente debe incluir las protecciones de transientes por cada

terminal análogo, aplicar las recomendaciones de conexión e instalación de tierras para instrumentación de la ISA e IEEE.

3.7.2.3.2 INTERRUPTORES DE NIVEL

Para la medición de inundación de cada cámara de válvulas y para la operación de prendido y apagado de las bombas de achique se suministrarán interruptores de nivel del tipo flotador, que no contengan mercurio, para 250 Vdc, 5 A con contacto tipo conmutable.

Cada interruptor consistirá de un interruptor colocado dentro de una envoltura (Water-proof) hermética de polipropileno.

Los parámetros y criterios requeridos para el interruptor de Nivel deberán tener como mínimo las siguientes características:

- Tipo: Flotador
- Contactos: 1 NO y 1 NC.
- Características de los contactos: 250Vdc, 5A DC.
- Gravedad Específica: 0.95-1.10
- Temperatura de operación: 0 a 50 °C
- Sensores: No se acepta elementos que incluyan Mercurio en sus componentes.

3.7.2.3.3 MEDIDOR DE FLUJO.

Para los requerimientos del proyecto, los medidores de flujo deberán ser del tipo ultrasónicos para las tuberías indicadas.

Los parámetros y criterios requeridos para el medidor de flujo tipo ultrasónico deberán tener como mínimo las siguientes características:

- Principio de Trabajo: Tiempo en Tránsito
 - Medidor: Ultrasónico
 - Diámetro Tubería: Como se indique en Planos.
 - Precisión: $\pm 1\%$.
 - Rango de medida: 0-10 m/s, Bidireccional y con escala Ajustable. (Norma SITEC NP-014)
 - Repetibilidad: $\pm 0.3\%$ de la lectura efectuada.
 - Puerto de Comunicaciones: RS232/RS485
 - Memoria: Interna o externa con capacidad de 1MB o
- Mínimo
30.000 registros de medición

ajustables.

- Indicación local: Pantalla gráfica e iluminada para despliegue LCD.
- Teclado: Entrada de datos por teclado y/o desde un Programador.
- Programación de la señal emitida: SI
- Señales de alarmas: Ajustables.
- Tiempo de respuesta: Ajustable entre 0.30 segundos hasta 30 Segundos.
- Diagnóstico de la Calidad de la señal: SI
- Coeficiente de flujo o Coeficiente hidráulico: Autoajustable
- Relés parametrizables: Mínimo dos (2) relés para alarmas de caudal Alto y bajo o desviaciones o cambio de funcionamiento del aparato.
- Salidas análogas: 4 a 20 mA y digital
- Alimentación: 24 vdc.
- Tipo de Sonda: Externa con encerramiento IP68 como se indique en planos.
Intrusiva con encerramiento IP68, como se indique en planos.

Demás especificaciones de la Norma NP-014 de la EAAB Norma Técnica – SISTEC.

3.7.2.3.4 MEDIDOR DE PRESIÓN

Para la medición de la presión aguas abajo y aguas arriba de las válvulas de presión, los parámetros y criterios deberán tener como mínimo las siguientes condiciones:

- Uso: Aptos para uso con aguas claras.
- Exactitud: 0,1 %
- Estabilidad: 0.1 %/año
- Rango Nominal: 0 a 100 mca.
- Material del Cuerpo: Acero Inox. AISI 316.
- Grado de protección: IP68 de inmersión permanente. (Transmisor)
- Señal de Salida / Interface: 4 a 20 mA
- Indicador Local: Digital Programable (Indicador cableado Remoto)
- Protector Contra Descargas: Si
- Escala: Ajustable 4:1 mínimo convertible bar / Ps
- Alimentación: 24 VDC

- Certificaciones: De fabricación y pruebas

No se aceptarán instrumentos de presión estática monolíticos. El sensor y el transmisor estarán localizados en el punto de medición, el indicador será independiente al transmisor, estará cableado y ubicado dentro de los tableros IP68 (Tableros de inmersión permanente con tapa transparente).

3.7.2.3.5 SISTEMA DE INTRUSIÓN

El sistema de intrusión, debe ser un sistema autónomo con batería, poseer su propio tablero de control y teclado, las señales de salida de alarma deben ser señales discretas de instrumentación de 0 a 24VDC.

Se deberán disponer sensores de intrusión para detección de acceso.

Condiciones requeridas para determinar el sensor son:

- Los sensores deberán detectar la presencia de personal no autorizado en el interior de cada cámara de válvulas.
- El tipo de sensor de intrusión deberá ser fotoeléctrico.
- Distancia de detección: Hasta 10 m
- Salida de control: Contactos libres de potencial, SPDT
- Máxima corriente: 200 mA
- Se deben utilizar tuberías metálicas tipo IMC para proteger los cableados, no se permite el uso de canaletas plásticas.

3.7.2.3.6 ACTUADORES ELÉCTRICOS

Se instalarán actuadores eléctricos en las cámaras V42N y V45N. Estos actuadores eléctricos deberán ser compatibles con las características físicas para el acople de las válvulas a operar, su torque y alimentación de accionamiento de 208 VAC. Trifásico.

Los controles remotos de los actuadores deberán cumplir con las siguientes características técnicas generales.

- Controles locales con selector de llave, pulsadores y pilotos luminosos
- Lógica de control programable ("push-to- run" o " auto- retención ")
- Alimentación externa de 208 VAC trifásico.
- Grado de protección IP 68 de inmersión permanente.
- Protección contra la corrosión
- Temperatura de funcionamiento: -20° + 70°C.
- Entradas de control con diferentes voltajes (DC / AC)
- Relés de señal libre de potencial para indicación de estado
- Control analógico (0/4-20 mA)

- Interfaz de comunicaciones bus de campo TCP/IP Ethernet Industrial, programable la paridad (non, par e impar) y bit de parada.
- Disponibilidad de señales de control y monitoreo, comandos de apertura, cerrado y parada, finales de carrera, falla, torque, etc.
- Tipo Control Válvulas Mariposa: ON/OFF

a) Especificaciones particulares:

- Tipo: eléctrico multivuelta.
- Diseño: El módulo básico electromecánico, debe permitir la rápida integración de un módulo de control electrónico y a sistemas de comunicación inteligente tipo bus de campo. El diseño deberá facilitar al máximo los ajustes, pruebas, mantenimiento y reparación. Todos los ajustes del actuador se deberán poder realizar de forma no intrusiva, es decir, sin necesidad de abrir ninguna tapa, a través de los pulsadores locales sin utilizar herramientas o instrumentos especiales. De forma alternativa, los ajustes del actuador se podrán realizar a través de software basado en Windows ejecutado en un ordenador convencional.
- Operación: ON/OFF. También deberá incluir una función de temporizador electrónico que permita incrementar el tiempo de maniobra para todo o parte del recorrido de la válvula. Será posible programar de forma independiente para los sentidos Abrir y Cerrar el inicio y fin del modo por pasos, así como los tiempos de marcha y pausa.
- Mandos Locales: Se incluirán mandos locales con pulsadores, selector, pantalla LCD y dispositivo de maniobra del motor (contactor – inversor). Los mandos locales estarán conectados eléctricamente al actuador mediante un conector múltiple enchufable. Será posible reposicionar los mandos locales 4x90°, de forma que los pulsadores y las lámparas indicadores siempre queden de frente y en posición correcta al operador.

En caso de que los actuadores deban montarse en posiciones con difícil acceso (espacios confinados), en ambientes de altas vibraciones o altas temperaturas, deberá ser posible separar del actuador la unidad de mandos locales y de control del motor, mediante un montaje sobre un soporte de pared.

El control de mandos locales deberá incluir:

Pulsantes: Cuatro pulsantes para Abrir, Cerrar, Parar y Reset.

Pantalla: LCD retroiluminada con texto normal donde se deberán mostrar entre otros; posición de válvula, datos operativos del actuador, estado del actuador, fallos, curva de torque Vs carrera.

Selector: con posiciones Local-Off-Remoto y bloqueable con candado.

Indicadores: Cinco lámparas indicadoras, programables para posición final Cerrado, posición final Abierto, fallo Torque abrir, fallo Torque cerrar, protección térmica del motor.

- **Conexión a la válvula:** Según ISO 5210; el acople estará fuera del cuerpo del actuador. En caso de servicio el acople puede quedar en la brida/vástago de la válvula
- **Montaje:** El actuador será capaz de ser montado y operado en cualquier posición sin restricción. Para aplicaciones con husillo o vástago, el actuador deberá permitir su desmontaje del acoplamiento de salida sin afectar al funcionamiento de la válvula.
En caso de que requiera utilizar este tipo de actuador en válvulas que requieran movimiento de un cuarto de vuelta, el fabricante proveerá del accionamiento necesario para convertir el movimiento multivuelta en un movimiento de $\frac{1}{4}$ de vuelta. Esta conversión deberá ser completamente transparente para el usuario.
- **Cambio de dirección:** En caso de requerirse cambios de dirección del eje de la válvula al eje del reductor el fabricante proveerá un cambiador de dirección para acoplar fácilmente el actuador a la válvula
- **Carcasa:** Será tipo IP 68 de inmersión permanente totalmente hermética y no ventilada de acuerdo a norma EN 60 529. Los pernos serán fijos para prevenir pérdidas cuando las cubiertas sean removidas. Todos los sujetadores y pernos externos en el actuador serán de acero inoxidable grado A2. Deberá incluir calentador autorregulado para evitar condensación.
- **Conexión eléctrica:** Todos los cables terminaran en un conector tipo plug/socket pre-codificado, para facilitar el mantenimiento y seguridad en conexión y/o desconexión. Las roscas para prensaestopas deben ser de tipo NPT.
- **Rango de temperatura:** -25 °C a 70 °C
- **Motor:**
 - Servicio.** - Específicamente diseñado para el servicio de actuador, S2-15min o en caso de recorridos largos S2-30min.
 - Alimentación.** - 208 Vac trifásicos, hasta con variaciones de $\pm 10\%$ en voltaje.
 - Protección térmica.** - Interruptor Térmico (Termoswitch)
 - Sustitución:** El motor estará totalmente separado de la carcasa del actuador llena de lubricante, permitiendo su sustitución sin pérdida alguna de lubricante, independiente de la posición de montaje.
- **Accionamiento Manual:** Mediante un volante activado por palanca o pulsador. La operación manual será mediante engranajes para minimizar el esfuerzo requerido y facilitar un fácil cambio de operación de motor a manual cuando el actuador este con carga. El retorno de la operación manual a la eléctrica será automático bajo la operación del motor. Debe incorporar un sistema de seguridad que desacople el volante bajo alimentación eléctrica del motor. El diseño y la velocidad tiene que ser autobloquante.
El actuador debe tener un sistema que no permita la operación de engranaje del volante mientras esté funcionando o trabajando eléctricamente.
En el caso de utilizar una caja reductora, el diámetro en el que se coloca el volante debe ser el mismo que el del eje de entrada de la caja reductora, con la finalidad de dar mantenimiento al actuador y operar la válvula de forma manual.

La operación manual no se deberá perder bajo ninguna forma de operación, incluso cuando el actuador se encuentre fuera de servicio.

- Engranajes: De acero reforzado con lubricación permanentemente y diseñados para soportar el torque máximo.
- Indicador de posición: Mecánico, continuo en todo el rango. En caso del uso una combinación actuadora multi vuelta con caja reductora es suficiente si solamente la caja tiene una tapa con un indicador mecánico. El actuador no perderá el ajuste de la posición ni de torque en la que se encuentre así haya perdido la alimentación y sin ayuda de baterías. El ajuste tiene que estar en una memoria non volátil.
- Finales de carrera: Ajustables, acoplados a mecanismo de engranajes para posiciones Abierto/Cerrado Estarán ubicados al final de cada recorrido o desplazamiento (O en el punto seleccionado para el final del recorrido), el ajuste no afectará la operación manual. Serán capaces de ser ajustados rápidamente, requiriendo no más de cinco vueltas del perno de ajuste. Para los actuadores de un cuarto de vuelta se suministrarán topes mecánicos que restringirán el recorrido válvula / actuador.
- Limitación de torque: Se dispondrá de interruptores de torque. Estos se accionarán cuando la carga de la válvula exceda el torque preestablecido, ajustable, para las direcciones de apertura y cierre. El rango ajustable de torque será del 40% al 100% del torque nominal.
- Supervisiones finales de carrera y límites de torque: Estas funciones se realizarán por medio de sistema magnético que no requiere alimentación con baterías. No está permitido el uso de sistemas de detección de límites con respaldo por baterías para evitar mal funcionamiento del actuador en caso de fallo de suministro eléctrico. No serán aceptables los sistemas electrónicos de detección de torque basados en el consumo del motor o en sistemas de detección piezoeléctricos en el eje sinfín.
- Calefacción contra condensación: El actuador deberá tener un dispositivo interno para prevenir condensación, para operación continua.
- Nivel de ruido: Bajo cualquier condición de operación, el nivel de ruido no deberá exceder 75dB(A) a 1 m.
- Pintura y protección anticorrosión: La protección anti-corrosión deberá cumplir los requerimientos de los ensayos de pulverización salina según DIN 50021. El pintado de los actuadores deberá realizarse de forma que no sea posible la formación de corrosión bajo las condiciones ambientales especificadas.
Espesor: Al menos 140 µm.

b) Módulos de control electrónico para actuadores eléctricos

- Conexión eléctrica: mediante conector para conexión directa al actuador, con protección IP 68 de inmersión permanente – según EN 60529.

- **Montaje:** Directamente sobre actuador o montaje a pared para casos en los que haya demasiada vibración en tuberías, haya dificultad de acceso al control o esté sometido a altas temperaturas. En cualquier caso, se debe mantener la protección IP 68 de inmersión permanente. Posibilidad de rotación cada 90° de su visualizador o conectores para facilidad de operación.
- **Diseño:** Modular para rápido acople al actuador, sin necesidad de desmontar el actuador básico electromecánico.
- **Selector:** “LOCAL”, “OFF” y “REMOTO”, con seguridad.
- **Operación local:** Se deberá controlar localmente “APERTURA”, “CIERRE” y “PARO”, de la válvula, mediante pulsadores. se podrá escoger entre acción con enclavamiento o acción por maniobra (Pulsador presionado). Es posible también según la configuración del selector navegar a través del menú o configurar el actuador según requerimientos.
- **Operación Remota:** Con el selector en remoto, se podrá operar la válvula para “APERTURA”, “CIERRE” y “PARO”, de la válvula.
- **Visualizador:** Display grafico retroiluminado, muestra texto, elementos gráficos y características.
La posición del actuador debe poder ser visualizada en el display, estados abierto o cerrado de la válvula, comandos de operación y setpoints. El idioma del menú sería en español.
- **Seguridad:** protección de configuración mediante una contraseña que puede ser establecida por el usuario para evitar el acceso u operación no autorizados.
- **Indicación local y/o Remota:** Será capaz de indicar el estado de la válvula, mediante luces indicadoras “ABIERTA”, “CERRADA”, “PARO”, “FALLA DE TORQUE EN DIRECCIÓN ABIERTA”, “FALLA DE TORQUE EN DIRECCIÓN CERRADA” Y “PROTECCIÓN DEL MOTOR ACTIVADA.
- Deberá incorporar corrección automática de fase.
- **Protecciones:** Contra válvula obstruida, pérdida de fase, inversión de fases, falla interna, falla de señal de control. Contra sobrecarga mediante interruptores térmicos inmersos en los devanados del motor.
- **Protección contra sobre-voltaje:** Categoría III Según IEC 60 644-1.
- **Funciones de diagnóstico/monitoreo:** La operación del actuador es permanentemente monitoreada. Cuando un límite se haya excedido, el control enviará una señal de advertencia. En el caso de que haya ocurrido una falla, el display se tornará de color rojo, la causa de la falla será indicada en el display.
- **Operación a pasos:** El actuador permitirá la operación a pasos programables, para alcanzar el valor preestablecido de posición de la válvula.

3.7.3 SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.

Todas las cámaras de válvulas del proyecto requerirán de instrumentos de medición, controlador programable (PLC o RTU) montado en un tablero de control y en algunas cámaras se ha determinado específicamente el uso de actuadores eléctricos para

válvulas en línea. El tablero de control recibirá las señales de los diferentes equipos de medición y control, así como de los medidores de parámetros eléctricos. El sistema de instrumentación, monitoreo y control se comunicará con el Sistema de Supervisión de Centro de Control Modelia, mediante el sistema de telecomunicaciones que se implementará para este propósito.

En cada cámara de válvulas principales y de derivación de la Red Matriz se instalará un panel de visualización Local (HMI) el cual estará ubicado en el tablero principal de cada cámara y será el encargado de monitorear en línea los parámetros y estados de la instrumentación y de los actuadores eléctricos y a la vez permitirá controlar el actuador y las bombas de achique en caso de pérdida de comunicaciones con los enlaces remotos, mantenimiento en modo de operación local.

Utilizando el HMI se introducirán los comandos de maniobra manual y se podrán visualizar las variables de entrada y salida.

3.7.3.1 LÓGICA DE CONTROL

EL sistema de control y monitoreo específicamente realizara funciones de monitoreo y supervisión de las diferentes variables hidráulicas y control manual local y remoto para la apertura y cierre de cada válvula con actuador eléctrico, por lo tanto las lógicas y estrategias de control que deberá desarrollar el contratista, corresponden a rutinas que permitan la lectura de las mediciones de la variables, interpretar si estas están dentro o fuera de los rangos normales de operación, para generar las alarmas que permita su corrección a través de acciones ejecutadas por los diferentes operadores del sistema. Adicionalmente estos algoritmos deberán permitir la gestión de supervisión de fallas de los diferentes componentes del sistema.

Para la cámara No. V45N de entrada y salida del Tanque Casablanca, en la cual no se instalara el medidor de caudal dado que es imposible cumplir con los requerimientos técnicos mínimos para la instalación de estos medidores, El Contratista deberá desarrollar e implementar un algoritmo que en tiempo real realice la sumatoria de los caudales medidos en la cámara V44N, cámara de derivación Candelaria, Estación de bombeo Sierra Morena y cámara de derivación Manija, para determinar el caudal total de entrada y para determinar el caudal de salida, deberá implementara un algoritmo que realice la sustracción del caudal de la cámara V44N y el caudal total de entrada.

3.7.3.2 MODOS DE OPERACIÓN

a) Control Manual

Consiste en controlar manualmente las válvulas desde las botoneras integradas al actuador eléctrico, para el cierre o apertura de estas. En este modo el operador controlará directamente la apertura y cierre de cada una de las válvulas con actuador eléctrico.

La responsabilidad de la operación estará solamente en manos del operador

Este modo no es seleccionable desde el Centro de Control del Acueducto de Bogotá, será de operación y selección local solamente.

Este modo será permitido solamente a personal muy especializado y será usado en operativos de cierres programados, mantenimientos y pruebas de operación.

b) Control Automático

De acuerdo con las características del proyecto, se estableció que no es aplicable realizar ningún tipo de control automático sobre las válvulas de la red, dado la criticidad de la apertura y/o cierre de las válvulas con actuador eléctrico. El sistema de control monitoreará y registrará las variables de proceso presentes a lo largo de la línea de conducción (presión y caudal) y serán enviadas vía comunicaciones al Centro control Modelia para que un operador calificado tome la decisión de abrir o cerrar cada una de las 2 válvulas con actuador eléctrico.

c) Control Remoto

Deberá permitir el control manual de las válvulas desde el Centro de Control Modelia accionando el modo manual, permitiendo que el operador pueda abrir y cerrar las válvulas de acuerdo a su criterio.

Para soportar los diferentes modos de control se debe tener información de las variables involucradas en los elementos del sistema de control, nivel, presión, flujo, y variables eléctricas, estado de los sistemas de control y comunicaciones.

Si la RTU se encuentra en condiciones operativas, el modo de operación debe ser manejado por ésta con programas que aseguren la operación confiable. En caso de salida de funcionamiento de la RTU el control debe pasar automáticamente a modo de EMERGENCIA, entrando a actuar los enclavamientos de seguridad que serán definidas por el constructor y la EAAB, si la RTU falla, se detectara en el centro de control de Modelia dicha falla, generando la respectiva alarma.

El sistema de control debe asegurar que la falla de cualquiera de los componentes que lo integran no cause una mala operación de las válvulas. Esto es aplicable a cualquier nivel de control incluyendo el RTU y la pérdida de la señal de referencia recibida del Centro de Control.

3.7.3.3 DEFINICIÓN DE INTERFACES GRÁFICAS, ALARMAS Y MEDIDAS DE VARIABLES.

El sistema de supervisión y control recibe los datos tomados de la instrumentación instalada en las cámaras de válvulas para ser visualizados en el HMI y remotamente en el centro de control principal, ubicado en Modelia.

En este capítulo se especifican las interfaces graficas que deberá desarrollar el contratista tanto en el HMI ubicado en el tablero de control de cada cámara como en el sistema SCADA del Centro de Control Modelia; El Contratista, conjuntamente con la interventoría deberán acordar y definir las interfaces graficas a desarrollar que satisfagan el objetivo del proyecto. Como mínimo deberá desarrollar las aquí indicadas:

a) Interfaces gráficas

- **Despliegue general**

El gráfico principal de la interfaz de monitoreo será un mapa ubicación geográfica de los diferentes sitios involucrados a lo largo de la nueva línea de conducción Tibitoc – Casablanca. Al pasar el cursor por el sitio se debe indicar en pantalla los datos relevantes de cada sitio como flujos y presiones de entrada y salida como mínimo.

Si el usuario quiere ir más en detalle sobre las variables hidráulicas en específico, debe dar clic sobre el sitio, al hacerlo será direccionado a una nueva ventana que se describe a continuación.

- **Despliegue del sitio**

En esta pantalla se mostrará de forma gráfica la cámara con sus estructuras hidráulicas principales y el valor de las variables de proceso, además se indicará gráficamente las fallas existentes, permitiendo consultar tendencias, reportes y alarmas del sitio.

- **Simbología para los gráficos**

Con el fin de estandarizar las interfaces gráficas, el contratista conjuntamente con la interventoría, deberá definir los símbolos gráficos a utilizar para el desarrollo de las interfaces gráficas.

- **Ventana de alarmas**

La ventana de alarmas deberá mostrar las alarmas presentes y alarmas aún sin reconocer de las cámaras, deberá contar con las opciones como mínimo de reconocer todas las alarmas, reconocer las seleccionadas, eliminar y filtrar cada registro de alarma que se

presente. Cada alarma como mínimo debe incluir la siguiente información: Fecha de Ocurrencia, Sitio, Tag, Valor, Unidad, Descripción; en la descripción se debe indicar las acciones recomendadas para corregir la alarma.

- **Ventana de tendencias**

La ventana de tendencias mostrará datos históricos o datos en tiempo real de forma que se puedan visualizar las escalas de tiempo y de valores máximos y mínimos. La cantidad de variables a mostrar, el tipo de línea, las escalas y los colores serán como mínimo características configurables que tendrá esta herramienta

- **Gráficos de reportes**

Los reportes deben ser principalmente y como mínimo gráficas de barras y cuadros donde se muestren las variaciones de cada parámetro hidráulico. Estos gráficos deben ser fácilmente entendibles y configurables en escala de tiempo.

3.7.3.4 PUNTOS DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN

Las siguientes son las señales que deben monitorearse para la supervisión y control de cada cámara:

3.7.3.4.1 ESTRUCTURAS DE VÁLVULAS PRINCIPALES EN LÍNEA

- Transmisor de flujo.
- Medidor de presión aguas arriba y aguas debajo de las válvulas principales en línea.
- Sensores de Instrumentación geotécnica.
- Actuador electroactuado para las válvulas principales en línea con diámetros mayores de 36”.
- Interruptor de nivel tipo flotador para control de encendido de las bombas de achique.
- Interruptor de nivel tipo flotador para envío de alarma por inundación.
- Sensor de movimiento, teclado del sistema contra intrusos y unidad electrónica del Sistema de intrusión.
- Analizador de Parámetros eléctricos.

3.7.3.4.2 ESTRUCTURAS DE VÁLVULAS DE DERIVACIÓN DE LA RED MATRIZ

- Medidor de flujo.
- Sensor de presión
- Interruptor de nivel tipo flotador para envío de alarma por inundación.
- Sistema de Intrusión.

3.7.3.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

De acuerdo con el sistema de control de la EAAB, manteniendo sus políticas y filosofía de operación, el sistema de control de las cámaras de válvulas del proyecto será parte de la arquitectura de control de la EAAB con los siguientes niveles jerárquicos, de los cuales aplican los niveles 0, 1 y 2.

Ver Anexo No 8 Planos Arquitectura de Control General (TIB-PT-EL-PL-15-V0).

- **Nivel cero:** Nivel de mantenimiento, permite manipular las válvulas y la instrumentación manualmente y exclusivamente para rutinas de mantenimiento programadas o correctivas.
- **Nivel uno:** Nivel de operación y supervisión local en sitio, en este nivel es posible realizar la operación de las válvulas a través del PanelView o HMI, ubicado en el tablero de control, así como verificar niveles, flujo y presión en los indicadores locales, con los enclavamientos para operación segura del proceso tales como:
LOCAL MANUAL: El operador tendrá el manejo de los equipos y se inhabilitará el control de niveles superiores.
LOCAL AUTOMÁTICO: El control será realizado por los elementos de control de los equipos. Se inhabilita el control de niveles superiores. No aplica para este proyecto.
CONTROL REMOTO: El control se realiza desde niveles superiores, es el modo de operación normal.
- **Nivel dos:** Corresponde al conjunto de automatismos que controlan todas las operaciones de una cámara de válvulas. Monitorea todas las válvulas, tiene la capacidad de ejecutar consignas generales de operación solicitadas local o remotamente de la cámara y producir reportes de funcionamiento al nivel de detalle que se requiera.
El nivel dos de control será el primer nivel de control básico para los equipos ya sea de cada uno en particular o de un conjunto limitado de ellos. Algunos equipos del nivel dos tendrán un control propio basado en microprocesadores y otros estarán integrados a un control local basado en RTU, por lo tanto, se deberá tener un sistema de conmutación para seleccionar el modo de control que se desea.
Los modos de control en el nivel dos serán los siguientes:
 - Local manual
 - Local automático
 - Remoto

En el modo de control “Local Manual” el operador tendrá el manejo del equipo y se inhabilita el control desde los niveles superiores.

En el modo de control “Local Automático” el control lo tendrán los microprocesadores de los equipos y los equipos de control local RTU’s con la ayuda

de los programas locales que realizarán todas las funciones de operación. No aplica para este proyecto.

En este modo continúa inhabilitado el control desde los niveles superiores.

En el modo de control “Remoto”, el control pasa a los niveles superiores. Este modo será la forma de control normal para la operación del sistema quedando inhabilitado el control local.

Todos los equipos del nivel dos se comunicarán con el nivel tres, por medio del enlace de radio que se diseñara para este propósito, integrándose con la red de comunicaciones existentes propiedad de La EMPRESA.

- **Nivel tres:** Corresponde al sistema de control e información operativo para el servicio de la red de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, D.C. donde los operadores dispondrán de toda la información del sistema e impartirán consignas de operación sobre las cámaras de válvulas.
- **Nivel cuatro:** Este nivel lo constituirá el conjunto de programas de aplicación que desde el Centro de Control Modelia de la EAAB definirán las consignas de operación de las cámaras de válvulas con base en la información recolectada en los archivos históricos y con base en los datos de operación preestablecidos por patrones estadísticos de comportamiento del sistema integrado de la Dirección de Sistema Red Matriz.

3.7.3.6 CONECTIVIDAD

La interconectividad entre la RTU y las interfaces hombre maquina Panel View o HMI, se realizará a través de sus interfaces TCP / IP o seriales RS232 / RS485. El protocolo de comunicación entre dispositivos será MODBUS.

La instrumentación de campo como sensores de presión, interruptores de nivel, flujo, etc., se conectarán directamente a la RTU utilizando cable multipar blindado, apto para portar señales de instrumentación de 4-20 mA o 0 a 5 VDC.

Los actuadores de las válvulas tendrán su interface de control integrado al actuador, y se comunicarán con la RTU a través de un puerto TCP/IP Ethernet industrial, bajo un esquema de cableado en cadena. El puerto serial deberá ser configurable permitiendo el cambio de sus parámetros como bits de paridad, bits de parada, velocidad, etc.

La RTU se instalará en un tablero denominado Tablero de Control (TBC), integrado a un Panel View o HMI que permitirá al operador visualizar desde el TBC los estados y medidas de las diferentes variables del proceso, realizar maniobras de control y monitorear alarmas generales, adicionalmente la RTU estará integrada a los dispositivos de entrada y salida I/O donde se conectará la instrumentación de campo utilizando borneras externas con sus respectivas protecciones.

La EAAB desde su Centro de Control en Modelia, basado en un software de supervisión de Siemens WINCC, podrá tener acceso al sistema de control y monitoreo de cada una de las cámaras de válvulas y cámaras de derivación a través del sistema de comunicaciones basado en un radioenlace de micro ondas utilizando protocolo S7, IS104, BSAP, MODBUSS, WINCCOA, OPC.

Ver Anexo No 8 Planos Arquitectura de Control General (TIB-PT-EL-PL-15-V1).

3.7.3.7 ASIGNACIÓN DE SEÑALES DE CONTROL

La asignación de señales nos permitirá dimensionar la capacidad de cada una de las RTU y dependiendo del origen y destino de la señal podemos establecer las rutas de cableado y su longitud.

En el Anexo #1 “Listado de Señales” se incluyen los listados completos de señales que recibirá cada RTU, directamente de campo o través de los puertos de comunicaciones de los demás dispositivos inteligentes de los diferentes tableros eléctricos y de equipos auxiliares que requieran integrarse.

3.7.3.8 INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE CENTRO CONTROL MODELIA

Quien ejecute el proyecto deberá proveer la ingeniería y recursos necesarios para realizar la integración de las nuevas cámaras de válvulas y cámaras de derivación con macro medición del proyecto al sistema de supervisión de la EAAB ubicado en Centro de Control Modelia. Estas labores deberán realizarse con el acompañamiento y coordinación de los funcionarios especializados de la EAAB Las labores en cuestión serán como mínimo las siguientes, sin limitarse a ellas específicamente:

- Elaboración de los despliegues de cada cámara de válvulas en línea y de derivaciones de la Red matriz donde se visualicen las diferentes variables hidráulicas, como presión, flujo, nivel; estados de operación de los actuadores y demás equipos que conforman el sistema.
- Representación en el código de colores estándar de la EAAB de las condiciones normales y de alarma.
- Lectura de históricos y tendencias.
- Valores de las posiciones del selector, estado de falla sobre torque y posición de abierto y cerrado de los actuadores de válvulas en línea.
- Parámetros eléctricos de cada cámara de válvulas
- Demás datos y señales de cada cámara de válvulas y de derivaciones.

3.7.3.9 PROCEDIMIENTO PARA LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA AL CENTRO DE CONTROL.

El Contratista deberá desarrollar en sus propios equipos los nuevos despliegues de cada punto a monitorear, e integrarlos a los sistemas de información del SCADA tales como Arcview, bases de datos, SQL, históricos, comunicación SQL, variable, protocolos, etc. que hacen parte del sistema WINCCOA. La EAAB suministra las licencias para este desarrollo a través de la dependencia a cargo informática.

El Contratista al finalizar esta labor, suministra a la EAAB el desarrollo de los aplicativos en CD o memoria USB, para ser instalados en los servidores SCADA por intermedio del personal especializado de la EAAB, por lo tanto, no habrá intervención de los servidores por parte del Contratista.

Los desarrollos de aplicativos, programación y licencias de software relacionados con los PLC / RTU, HMI, Panel View, Switchs Ethernet y Radios de comunicaciones, será realizados en su totalidad por el Contratista directamente en los equipos y las licencias de software deberá entregarlas directamente a la dirección de servicios de electromecánica con sus manuales de operación y memorias de propagación.

3.7.3.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS SISTEMA DE CONTROL

El sistema de supervisión y control, como mínimo debe estar conformado por los siguientes equipos:

3.7.3.10.1 CONTROLADOR PRINCIPAL (RTU / PLC)

La RTU a instalar en cada cámara de válvulas y cámaras de derivación recibirá todas las señales para procesarlas, realizará todas las funciones de control, supervisión y monitoreo. Su operación será completamente autónoma de los niveles superiores de control.

- Características Técnicas:

El controlador principal RTU / PLC o similar, debe cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Deberá ser de fabricación estándar y confiabilidad probada, éste deberá funcionar como una unidad independiente que desempeñe todas las funciones aquí descritas. Además, debe tener respaldo local de su distribución y representación en Colombia, cuyo soporte técnico y de mantenimiento se proporcione en Colombia.

- Deberá poder operar dentro de un rango de temperatura ambiente de 5° - 55°C, con una humedad relativa de 5-95 por ciento, no condensada, y se podrá almacenar a – 25°C a +70 °C.
- Deberá ser tipo modular con una CPU basada en procesadores de última tecnología que almacena y corre el programa de control con los valores relacionados con el proceso y la lógica; que controlen las comunicaciones con elementos y redes externas y con los equipos de entradas y salidas. La CPU deberá ser suministrada con todas las tarjetas necesarias para hacer una unidad completa.
- Basarse en microprocesadores, con un ancho mínimo de la palabra de memoria de 16 bits, con la capacidad de procesar entradas digitales y análogas; producir salidas digitales y análogas; realizar funciones de control local y manipulación de datos; transmitir valores medidos y calculados, así como señales de estado y alarmas; recibir y ejecutar señales de comando y todas las otras funciones necesarias para cumplir los requisitos funcionales especificados del sistema integrado.
- El controlador deberá incluir todos los componentes necesarios para el acondicionamiento de señales, convertidores, alimentación de energía, procesadores, memoria, tarjetas de I/O análogas, digitales, digital por relés, etc., puertos seriales de comunicación etc., para cumplir las funciones especificadas.
- Con memoria suficiente para ejecutar las funciones de control más una capacidad de reserva del 50 % del total suministrado. Esta reserva deberá estar totalmente libre de cualquier uso del sistema adicionalmente el deberá tener por lo menos un 30% de señales de I/O de reserva. Todas las entradas del controlador deben tener aislamiento galvánico y los módulos de salidas deberán ser a través de contactos libres de potencial o relés.
- Ser programado de acuerdo con los lineamientos de la recomendación IEC 61131. El Contratista deberá realizar la programación de todas las funciones de control especificadas. Las copias documentadas del programa de operación deberán ser suministradas de tal forma que permitan recargar directamente, pasó a paso, el programa del sistema. Se deberán suministrar dos copias de este programa.
- Proveer la capacidad de varios niveles de accesos y privilegios al sistema. Estos niveles de acceso o contraseñas, restringirán:
 - Cambios en los datos de configuración de las entradas/salidas.
 - Cambios en la programación lógica.
 - Lectura de datos de la RTU o PLC.
 - Lectura de programas
 - Las contraseñas se podrán configurar o eliminar desde el software de programación.
- El juego de instrucciones para la RTU deberá incluir como mínimo lo siguiente:
 - Instrucciones del tipo de relé
 - Instrucciones de contador y temporizadores
 - Instrucciones para comparaciones (igual a, mayor que, límites de pruebas, etc.)

- Instrucciones matemáticas de Enteros y Reales (punto flotante).
 - Funciones matemáticas y trigonométricas avanzadas (Logaritmos, Raíz Cuadrada, Conversión).
 - Instrucciones sobre tablas, matrices y arreglos (R/W, lectura y escritura)
 - Instrucciones lógicas (y, no, o etc.)
 - Lazos de control PID independientes y tipo ISA.
 - Instrucciones para conversión BCD
 - Modificación, movimiento y cambios de bits
 - Instrucciones para diagnósticos
 - Instrucciones para secuenciador
 - Instrucciones para control de programas (saltar, ir a, subrutina, etc.)
 - Capacidad de leer y escribir bloques
 - Enviar/recibir registros
 - Instrucción de Final de lógica Temporal.
 - Instrucciones I/O inmediato y para actualizar mensajes
-
- Todos los equipos estarán en un ambiente corrosivo, luego sus especificaciones de cerramiento y sus terminales deberán ser tropicalizados.
 - Módulos de memorias (2 Megas), sistema operativo inmune a virus y gusanos para trabajo en tiempo real, interface Ethernet
 - Debe tener puertos de comunicación para conexión de la estación portátil de programación y mantenimiento, protocolo Modbus o similar para conexión de dispositivos inteligentes
 - Las señales del sistema se deberán adquirir ya sea directamente mediante cableado físico o en su defecto por medio de los enlaces seriales o de bus dispuestos para ello, garantizando la integridad, confiabilidad y disponibilidad del sistema de tal manera que no se incurra en operaciones fallidas o aleatorias para el proceso.
 - Si el sistema requiere de comandos que superen las cargas básicas de los relés de los módulos de salidas se deberá utilizar relés de interposición dimensionados apropiadamente.
 - Todas las entradas y salidas deberán tener protecciones por sobretensiones (SPD), aislamiento galvánico, opto eléctrico y soportar un esfuerzo dieléctrico de 1500 V, 60 Hz. por un minuto.
 - El sistema deberá permitir el filtrado, ajuste y conversión de señales análogas de campo en una medida con base en unidades de ingeniería y chequear las diferentes señales de alarma para tendencias altas, bajas y límites de tasa de cambio.
 - Todos los dispositivos de interconexión (Ej. aisladores de señal, relés de interposición, protecciones de transientes, etc.) requeridos para la salida de señales deberán ser suministrados e instalados con el sistema.
 - Interface Ethernet (TCP/IP) con protocolo MODBUS (100% operable y programable en todas las 16 funciones) y conectados al Gateway que conectara el sistema al Centro de Control de la EAAB mediante protocolo S7.

- La programación permitirá el almacenamiento/lectura de datos históricos y de las tendencias, se deberán poder realizar cálculos de demanda. Además, se deberá poder efectuar el cálculo de la curva de demanda predictiva. Igualmente, y a partir de las lecturas de nivel, de los cálculos de ahorro de energía y de la curva de demanda predictiva, se deberán poder comandar las acciones operativas correspondientes.
- La programación y configuración de los controladores será la versión más reciente del fabricante, este software será completamente compatible con MS Windows 2000 o superior. El paquete de programación consistirá en los programas (software) de programación, configuración y documentación necesarios para colocar el sistema de control e información en operación.
- La programación de la RTU deberá ser modular dado por bloques sobre cada instrumento, protección de cada unidad o instrumentos o zona de medición.
- El módulo de suministro de energía de la RTU o PLC tendrá protección de corto circuito, sobrecarga y deberá ser capaz de sobrellevar un corte de energía por lo menos durante 20 milisegundos. La CPU deberá ser notificada dentro de estos 20 ms.
- Suplencia de energía para todos los equipos de veinticuatro horas mediante planta eléctrica, cargadores, baterías e inversores si se requiere, no se aceptarán UPS
- Las baterías de la memoria se deben garantizar para un periodo mínimo de 3 años.
- Interfaces Ethernet, más tres puertos seriales.
- Buses de alta velocidad mayor de 9600 b/s, además se debe especificar al detalle qué tipo de cable se debe usar y como se debe instalar y que debe tener protecciones contra transientes externas a los puertos.

- **Características Funcionales:**

El controlador principal RTU / PLC o similar, debe cumplir como mínimo con las siguientes características funcionales indicadas a continuación:

- Adquisición de datos y asignación de comandos
- Adquisición y validación de datos digitales
- Adquisición y validación de señales de medida
- Salidas digitales
- Selección del modo de operación
- Enclavamientos de protección, seguridad y operación
- Selección y bloqueo de tensiones para sincronismo
- Conexión con Interfaz humano-máquina local
- Marcación de eventos y alarmas
- Comunicación con la red de área local y / o serial.
- Autochequeo y autodiagnóstico
- Sincronización del tiempo.

MÓDULOS DE I/O

- **Módulos de entradas digitales**

Estos módulos deberán ser empleados para la entrada de señales y adaptarlas para la operación interna del equipo. Las señales serán recibidas del proceso a través de contactos libres de potencial, cuya alimentación deberá ser tomada de cada módulo del equipo, para lo cual se deberá disponer la cantidad suficiente de borneras terminales con dicha alimentación. Cada una de las entradas deberá ser aislada galvánicamente por medio de opto-acopladores y deberá ser protegida por rebote de los contactos por medio de filtros.

- **Módulos de entradas analógicas.**

Estos módulos servirán para la conexión de las señales análogas del proceso y las adaptarán para la utilización en el equipo. Cada señal deberá ser aislada galvánicamente. El rango de las señales de entrada proveniente de transmisores deberá ser de 4-20 mA. Cada módulo de entradas analógico deberá contener su propio convertidor análogo/digital, circuitos de control y multiplexaje de tal manera que si se presenta un daño en la parte común de una tarjeta no se extienda a los demás módulos; igualmente si se presenta un daño en el circuito de una señal individual, no se deberán afectar las demás señales del módulo al cual está conectado. La resolución del convertidor análogo/digital deberá ser de al menos 12 bits, incluido el signo y un error máximo de 0,1%.

- **Módulos de salida digital.**

Las salidas digitales deberán ser por medio de contactos libres de potencial e independientes, que servirán a su vez como medio de aislamiento galvánico entre el equipo y el proceso. Los relés de salida deberán ser de bajo consumo, alimentados desde el propio equipo. Los contactos de los relés deberán tener una capacidad térmica de 5 A.

- **Módulos de salida analógica.**

Los módulos de salida analógicos deberán entregar señales independientes, aisladas galvánicamente con un rango entre 4 - 20 mA. Cada módulo deberá tener su propio convertidor digital/análogo de tal manera que los daños en una tarjeta no se extiendan a los demás módulos; igualmente un daño en el circuito de una señal individual no deberá afectar las demás señales del mismo módulo. La resolución del convertidor digital/análogo deberá ser de 12 bits y la precisión del 0,1%. La señal de salida deberá permitir una impedancia del circuito mínima de 600 ohmios.

3.7.3.10.2 INTERFACE HOMBRE MÁQUINA (PANEL VIEW)

El Panel View a instalar en cada tablero de control se empleará para tener una supervisión y control de todos los sistemas asociados en cada cámara de válvulas, el cual deberá ser una interfaz gráfica para ambientes industriales y de montaje en puerta, incluyendo funciones de control y protección integradas para cada uno de los campos del sistema asociado, con al menos los siguientes componentes:

- Panel view a color de discordancia para monitoreo, mando y señalización del estado operativo de los sistemas asociados y dispositivos de conmutación.
- Selector de modo de operación Local – Remoto.
- Despliegue digital alfanumérico para supervisión de variables, alarmas y eventos.
- Teclas funcionales para selección de la información a presentar en los despliegues digitales.
- Debe como mínimo tener 4 líneas y 20 caracteres por línea, teclado alfanumérico, interface Ethernet, software de configuración y aplicativo configurado del proyecto.

Las especificaciones del Panel de Visualización incluirán entre otros los siguientes aspectos:

- | | |
|---------------------------------|---|
| • Caracteres por línea: | 20 |
| • Número de líneas: | 4 |
| • Tipo de pantalla: | LCD Monocromática |
| • Tipo de pantalla: | LCD Monocromática |
| • Teclado | Alfanumérico |
| • Humedad relativa de operación | 10 a 90 % sin condensación. |
| • Cerramiento frente | IP65F NEMA 4X/12. |
| • Backlight | Tipo reemplazable. |
| • Memoria aplicación | 1 MB FLASH EPROM |
| • Memoria respaldo datos | 256 Kb soportada por batería de litio. |
| • Interface Ethernet | Ethernet 10 base t, IEEE 802.3 |
| • Temperatura de operación: | 0 a 50 °C |
| • Aprobaciones: | FCC, UL, CUL, Class I Div 2, CE, Nema 4 |

3.7.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES

3.7.4.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto de construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del tramo 3 de la línea RED MATRIZ TIBITOC – CASABLANCA y sus obras complementarias, requiere de un sistema de telecomunicaciones para transmitir los datos de monitoreo de las variables hidráulicas y los estados de operación de los actuadores,

ubicados en las estructuras de válvulas en línea y estructuras de derivaciones de la Red Matriz hacia el Centro de Control Modelia.

El sistema de telecomunicaciones que se configure deberá ser compatible con los sistemas existentes de la EAAB, permitiendo establecer los enlaces entre:

- Estructuras de válvulas en línea y el Centro de Control Modelia.
- Estructuras de derivaciones de la Red Matriz y el Centro de Control Modelia.

3.7.4.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El sistema de telecomunicaciones deberá diseñarse bajo las normas nacionales e internacionales que apliquen y a los requerimientos específicos de la EAAB

Se establecen los criterios de diseño para el sistema de telecomunicaciones basados en la compatibilidad con las tecnologías que se utilizaran en los sistemas de monitoreo y control, la confiabilidad y disponibilidad requerida para este tipo de aplicaciones, la infraestructura existente y las condiciones ambientales y topográficas de la zona.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el sistema de telecomunicaciones que se diseñará deberá tener en cuenta los siguientes requisitos:

- El sistema de telecomunicaciones deberá permitir la transmisión de datos de cada una de las estructuras hidráulicas de manera transparente, sin importar el protocolo de comunicaciones utilizado por el sistema de control
- La transmisión de datos deberá ser full-dúplex, con algoritmos de corrección de errores que permitan niveles de confiabilidad y disponibilidad mejores al 99.99%
- Deberá ser un sistema de fácil instalación, mantenimiento y mínimo impacto ambiental.
- Los equipos tendrán interfaces de comunicaciones tipo TCP/IP, que permitan construir una estructura tipo red LAN entre todas las estructuras hidráulicas del proyecto.
- Su autonomía de operación deberá ser continua, utilizando sistemas de alimentación de respaldo y redundantes.
- Los encerramientos de los equipos deberán soportar ambientes corrosivos, expuestos a intemperie e inundaciones por varias horas.
- El medio de comunicaciones deberá permitir expansiones en ancho de banda suficiente para ampliaciones y actualizaciones de los requerimientos de monitoreo y control.
- El sistema deberá ser viable en cuanto a su análisis costo beneficio.

3.7.4.3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

La EAAB cuenta con varios sistemas de transmisión de datos según su aplicación, que podrían considerarse como alternativas a estudiar para escoger el sistema óptimo que cumpla con las necesidades técnicas y operativas del proyecto.

- a) Enlaces de Microondas en Banda Licenciada
- b) Enlaces de Microondas en Banda No licenciada
- c) Enlaces de UHF/VHF
- d) Enlaces Celulares GPRS

Adicionalmente se podría considerar las siguientes alternativas no implementadas en los sistemas actuales de transmisión de datos de la EAAB

- e) Enlaces Satelitales
- f) Enlaces de Fibra Óptica.

3.7.4.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE LA EAAB

Este sistema está compuesto por una red troncal con radio enlaces de microondas en configuración punto a punto, en banda no licenciada de 2,4 y 5,8 GHz, que interconectan los diferentes sitios nodales de la red o sitios de repetición; con una capacidad de transmisión de 14 y 28 Mbps (3 a 5 Mbps efectiva). Los puntos nodales corresponden a los sitios de repetición de Sierra Morena, Cerro Suba, Cerro Popa, Alto del Cable, Cerro Samper, Cascabita y Tibitoc, incluyéndose además el Centro de Control Modelia, Centro Nariño y Planta Wiesner.

A la red troncal confluyen enlaces dedicados para algunas estructuras de control en configuración punto a punto, banda de 2.4 GHz y 14 Mbps de capacidad en banda no licenciada.

Los equipos son de marca ALVARION, tecnología IP, redundantes, de montaje indoor/outdoor, con antenas semi parabólicas tipo grilla y tipo panel de 30 cm.

Los equipos están operando desde hace 10 años y en la actualidad algunos de ellos presentan dificultades de propagación, por interferencias en esa banda de frecuencia y saturación en la capacidad de transmisión.

A los nodos de la red troncal tienen acceso radioenlaces en banda de UHF (450 MHz), banda licenciada, half dúplex, punto a punto, no protegidos. Estos enlaces se utilizan para transportar los datos de las estaciones de bombeo, tanques y válvulas a una velocidad de 9.6 Kbps, interconectados con un RTU/PLC a nivel de interface de datos RS232. En cada uno de los nodos principales hay una RTU que concentra los datos de las estaciones mediante interrogación tipo POOLING, por lo que el sistema no requiere dedicar una

frecuencia para cada radio, en realidad todo el sistema que puede estar compuesto por más de 100 estaciones, se opera con 5 pares de frecuencia en UHF. Adicionalmente las cadenas de bombeo integran localmente enlaces punto a punto de VHF como respaldo en caso de falla del sistema de UHF.

Los equipos son de marca DATA RADIO Integra T/R, tipo radio modem, funciona muy bien y son de alta confiabilidad.

En algunos puntos como cámaras de válvulas, canales, etc. donde la EAAB requiere monitorear algunas variables, existe limitaciones físicas para implementar una infraestructura como la descrita anteriormente, por lo que se ha optado por el uso de la tecnología Celular GPRS.

Esta tecnología consiste en un sistema de transmisión de datos utilizando la red de telefonía celular GSM y sirve para la transmisión de datos en forma remota en zonas donde exista cobertura del operador celular.

Los componentes básicos de este sistema son la infraestructura celular del operador, los radio módems GPRS y la plataforma de internet.

Una de las ventajas más importantes de este sistema es su rápida implementación y los bajos costos de sus componentes, servicios e infraestructura.

Actualmente la tecnología permite transmitir datos con un ancho de banda de hasta 110 Kbps en canal dedicado.

Sin embargo, para algunas áreas donde la cobertura del sistema celular es limitada, existe la dificultad de no poder obtener el servicio o en su defecto tener un servicio muy deficiente y poco confiable.

Se debe pagar un valor mensual por el servicio y además se debe contar con una plataforma de conexión a internet.

Los equipos de control como RTU o PLC deben ser compatibles con los protocolos utilizados por los radios módems para la transmisión de datos.

Actualmente la EAAB cuenta con cerca de 1000 puntos con esta tecnología, sin embargo, no satisface las condiciones de confiabilidad y disponibilidad por lo que se están haciendo estudios para reemplazarla con otras tecnologías más confiables.

Actualmente la EAAB, implemento un enlace de fibra óptica entre Centro Nariño y Centro de Control Modelia, con el fin de interconectar el servidor SCADA con varias estaciones de trabajo en Centro Nariño; este servicio se contrató con un operador de servicios de internet y telecomunicaciones, logrando así aprovechar la infraestructura de estos

operadores a un costo razonable y logrando alta velocidad en el enlace y confiabilidad en la operación.

La EAAB no cuenta ni tiene experiencia actualmente con el uso de sistemas satelitales, sin embargo, hoy en día existen operadores que proporcionan este servicio para conexiones de internet, lo que podría ser una alternativa a estudiar para el proyecto en cuestión.

3.7.4.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.7.4.5.1 ASPECTOS TÉCNICOS.

Teniendo en cuenta los criterios de diseño especificados, en especial los que sugieren la compatibilidad e integración a los sistemas e infraestructura existente, niveles de confiabilidad y disponibilidad altos y sistemas probados que han sido implementados con éxito por los fabricantes y distribuidores de los mismos, consideramos pertinente escoger la tecnología más óptima de las utilizadas por la EAAB para interconectar los diferentes puntos de monitoreo y control de la línea de conducción del tramo 3 de la red matriz Tibitoc – Casablanca y Centro de Control Modelia.

Analizadas las diferentes tecnologías disponibles y la experiencia que tiene la EAAB, se ha optado por que el sistema óptimo a implementar para el proyecto, sería un sistema de radio en UHF con topología punto – multipunto y opcionalmente a fin de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de las comunicaciones, los equipos deberán tener la capacidad de configurarse bajo un esquema tipo malla (mesh). La red tendrá como punto nodal el sitio de repetición Sierra Morena 3, el cual tiene toda la infraestructura desarrollada para el montaje de los equipos y es de propiedad de la EAAB; desde este punto, mediante un enlace de microondas protegido (1+1), punto a punto se interconectaría con el Centro de Control Modelia.

Se descartaron las demás tecnologías por las siguientes consideraciones:

- a. Sistemas de Microondas Banda No Licenciadas; poco eficientes y confiables para el cubrimiento requerido; un solo canal de frecuencias se comparte con muchos usuarios; tendencia a saturación del espectro radioeléctrico, ocasionando detrimento en la velocidad y ancho de banda, con la consecuente pérdida de comunicación.
- b. Sistemas Celulares GPRS y Satelital; baja capacidad, limitaciones de cobertura, baja confiabilidad y disponibilidad, sistemas compartidos con varios usuarios con tendencia a saturarse y poner en riesgo los objetivos de comunicaciones de EAAB
- c. Sistema de Fibra Óptica; si bien se podría utilizar la canalización o tubería de la línea de conducción a construir, esta canalización en su totalidad es enterrada a una profundidad de más de 12 m, lo que no permitiría canalizar la fibra óptica

independientemente, por lo tanto tendría que realizarse una canalización adicional para la fibra óptica a una profundidad menor para efectos de mantenimiento y reparación (50 cm) lo que no beneficiaría en nada en cuanto a los costos, para la instalación de la fibra óptica, puesto que igualmente se tendría que realizar obras civiles para canalizar y enterrar la fibra, romper calles, obtener permisos con predios privados, permisos con IDU, cartografía de la canalización existente de agua, teléfonos, cable de TV, que generalmente no está actualizada y es el dolor de cabeza de los contratistas sobre la responsabilidad civil de cortar cables de telefonía u otros servicios.

Alternativamente se sugiere instalarla dentro de las tuberías de agua potable, sin embargo no existen estudios de los impactos que tendría este elemento inmerso en el agua al transcurrir el tiempo, es decir que tanto podría afectar la calidad del agua; adicionalmente no se tiene experiencia respecto a la tecnología para su instalación dentro de este tipo de tubería a fin de que resista las presiones y flujos a la que estaría sometida; finalmente serían muy altos los costos para realizar las reparaciones y mantenimientos en caso de requerirse, ya que implicaría la suspensión del servicio en toda la línea, sumado a la compleja logística para desocupar las tuberías, con tiempos de reparación muy largos que volverían el sistema inviable desde el punto de vista económico y técnico.

Si bien el sistema de fibra óptica no requiere de sitios de repetición, ni torres si se necesita construir muchas cajas de paso, muchos puntos de empalme debido a que la norma exige estos puntos para facilidades de mantenimiento; además los empalmes aumentan los niveles de atenuación siendo necesario en algunos casos implementar amplificadores ópticos. Para los casos de operadores de telefonía y servicio eléctrico si es muy ventajosos la existencia de redes y canalizaciones por que dichos sistemas que son a base de cables si permiten anexar a sus redes de forma fácil, segura y económica la fibra óptica.

Instalar, probar y poner en operación un enlace de microondas toma del orden de 5 días máximo con un grupo de dos técnicos, en cambio instalar la fibra óptica para este proyecto podría ser un trabajo de por lo menos 6 meses contando con la planeación y permisos que se deben gestionar y el personal a utilizar dependería del tiempo que podría estar entre 10 a 20 personas.

La fibra óptica tiene gran beneficio cuando se analiza costos versus distancia, ancho de banda y cantidad de puntos a conectar, de acuerdo con los expertos el análisis costo beneficio determina la utilización de fibra óptica para empresas que deben transportar grandes anchos de banda, a una comunidad densa y en trayectos extensos, por lo que la utilizan empresas de telefonía, de TV CABLE y Datos que son operadores y portadores de servicios para grandes comunidades. Para el caso de la EAAB los requerimientos de ancho de banda son muy bajos, la necesidad es puntual, en su trayecto no se observa que pueda beneficiar a otras estaciones adicionales a las ya planteadas en la línea,

además no existe una perspectiva al futuro de que la EAAB quiera dar servicios de comunicaciones porque no es su objeto social y no está en sus planes.

d) Los sistemas de microondas en banda licenciada debido sus características tecnológicas y la implementación de sistemas redundantes y protegidos alcanzan los mismos niveles de confiabilidad y disponibilidad de la fibra óptica por lo que no es un factor determinante para su escogencia de la fibra óptica en su lugar. Los cálculos de propagación nos arrojan datos de hasta 99.99999% de confiabilidad.

e) Alternativamente se podría pensar en suscribir el servicio con los operadores públicos que tiene este servicio, sin embargo, por la ubicación de los puntos y las características de la infraestructura es poco probable que un operador pueda construir una nueva red para tan solo dar servicio a 35 puntos de conexión. Sin embargo, el Contratista podría optar por esta alternativa para casos críticos donde no sea posible interconectar el punto remoto con el sistema propuesto.

3.7.4.5.2 ASPECTO ECONÓMICO.

La línea de conducción Tibitoc – Casa Blanca, tendrá los siguientes puntos que requieren monitoreo y control:

- Zona norte 17 cámaras de derivación caudal y presión y 5 cámaras principales.
- Zona sur 10 cámaras de derivación caudal y presión y 5 cámaras principales.

Para un total de 37 puntos de interconexión, que se concentrarían en 8 puntos correspondientes a las cámaras principales y desde estos se realizaría la interconexión con Centro de Control Modelia a través de los sitios de repetición disponibles de la EAAB

3.7.4.5.3 CONCLUSIONES

La alternativa que ofrece el mejor costo beneficio, siendo una tecnología probada y de alta fiabilidad es la que permite implementar un sistema basado en enlaces de UHF y microondas en banda licenciada, sistema en el cual se basa el diseño que deberá implementar El Contratista.

3.7.4.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Para definir las características técnicas específicas del sistema de comunicaciones, es importante realizar los estudios de propagación y factibilidad técnica de los enlaces de comunicación entre los sitios remotos del proyecto, el sitio de repetición de Sierra Morena y el centro de control Modelia. El contratista deberá revisar esta ingeniería de detalle y ajustarla de acuerdo a las características de los equipos, ubicación definitiva de los sitios

remotos y características específicas del desarrollo urbano en la ruta de estos tales como edificios y otra clase de obstrucciones que se detecten.

El estudio de factibilidad comprende las siguientes actividades primordiales:

- a) Visita a los sitios involucrados en el proyecto
- b) Análisis y definición de la topología de la red
- c) Levantamiento de perfiles topográficos
- d) Cálculos de propagación

3.7.4.6.1 VISITAS A LOS SITIOS

Teniendo en cuenta que en una primera etapa del proyecto se ejecutara lo correspondiente al tramo sur, se realizaron visitas de reconocimiento a los sitios involucrados en este tramo con el fin de determinar el tipo de topología de interconexión de los sistemas de monitoreo y control con el Centro de Control Modelia.

En el anexo # 11 “Visita a los sitios” a modo de información se ilustra gráficamente la ubicación de cada punto de interconexión incluyendo su respectiva reseña fotográfica; no obstante, lo anterior es responsabilidad del Contratista, verificar la ubicación exacta de cada punto y las condiciones topográficas y urbanas para implementar un sistema de comunicaciones que cumpla con los requerimientos técnicos de la EAAB

Durante la verificación de información, el contratista deberá medir las coordenadas geográficas de la ubicación definitiva de cada sitio, establecer la presencia de obstáculos cercanos que impidan la línea de vista del enlace, realizar un levantamiento topográfico urbano en la ruta de los enlaces, con el fin de determinar las alturas de los edificios, casas, árboles y cualquier obstáculo relevante que impida la factibilidad del enlace; adicionalmente en cada sitio deberá verificar los espacios, servicios y facilidades con que cuentan estos para el correcto montaje y operación de los equipos.

Una vez realizadas las visitas a los sitios, el contratista deberá presentar un informe detallado, incluyendo toda la información mencionada anteriormente, así como una reseña fotográfica y cálculos de propagación que demuestren la factibilidad de los enlaces.

Para la realización de estas visitas, el contratista deberá someter a aprobación de la EAAB, los formularios y demás documentación que diligenciará, así como los listados de equipos y personal involucrados en esta labor; deberá tener en cuenta que, si durante esta actividad se requiere acceso a las torres, mástiles y cámaras, el personal deberá estar certificado para realizar trabajos en alturas y espacios confinados.

Finalmente, el contratista deberá tener en cuenta que, si bien en una primera instancia se ha escogido como sitio de repetición a Sierra Morena, es posible analizar otros sitios de la

EAAB como Cerro La Popa, Cerro Suba, Centro de Control Modelia y Centro Nariño, en caso de que algunos enlaces no puedan ser viables con Sierra Morena.

Durante estas visitas se tomaron datos y fotografías, que se diligenciaron en los formularios incluidos en el Anexo # 11 “Visitas a los sitios” del presente informe, datos que describimos a continuación:

- Título: Corresponde al sitio visitado.
- Coordenadas: Medidas con GPRS en los sitios específicos para determinar su ubicación en los mapas y trazado de la ruta de interconexión.
- Acceso al Sitio: Mapa de Google, con la ubicación del sitio y las calles, avenidas, barrios y demás información que permita su acceso.
- Obstáculos Cercanos: Se visualiza y reseña fotográficamente la ubicación del sitio, a fin de detectar obstáculos cercanos que impidan la implementación del enlace. Estos datos se consignan durante el levantamiento del perfil topográfico.
- Infraestructura y Facilidades del Sitio: La mayoría de los sitios corresponden a cámaras subterráneas que se construirán bajo este proyecto, por lo que se puede concluir que se tendrá el espacio suficiente para ubicación de equipos y las facilidades como energía eléctrica para su correcta operación; sin embargo, El Contratista deberá revisar los planos de detalle de la construcción de las cámaras y verificar si cuentan con el espacio suficiente para instalar los equipos y gabinetes propuestos. Respecto a Centro de Control Modelia y Sierra Morena, sitios que ya cuenta con una infraestructura a continuación se describe sus facilidades:

Centro de Control Modelia:

Instalaciones modernas, ubicadas en el Barrio Modelia de Bogotá, cuentan con la infraestructura civil, torres y sala de equipos, para el proyecto deberá adecuarse y mejorar la sala de equipos, incluir bastidores, sistema de alimentación con baterías de respaldo y protecciones.

Sierra Morena:

Sitio de repetición de propiedad de la EAAB, ubicado en el barrio Sierra Morena al sur de Bogotá, cerca de Ciudad Bolívar, el sitio cuenta con salón de equipos adecuado, con todas las facilidades, torres de antenas, protecciones, etc.

- Condiciones Ambientales: El proyecto se desarrollará en la Ciudad de Bogotá D.C.: a lo largo de la Avenida Boyacá, desde la Calle 80 y finalizando en la zona sur entre Avenida Villavicencio y el barrio Candelaria la Nueva. La temperatura promedio de la zona es de 18 °C, terreno urbano totalmente construido con edificaciones en algunos

casos de más de 20 pisos, susceptible a lluvias en épocas del año entre marzo a junio y octubre a diciembre, a una altura promedio de 2570 m sobre el nivel del mar.

- Reseña Fotográfica: Se anexas fotos de los sitios y sus instalaciones documentación que permitirá el análisis visual de las condiciones en general de cada sitio.

En el siguiente cuadro se indican los nombres de los sitios, coordenadas altura sobre el nivel del mar y tipo de sitio. Sitios que corresponden a la zona sur de la fase I del proyecto.

TABLA No. 1 CUADRO RESUMEN DE COORDENADAS Y ALTURAS DE LOS SITIOS

#	SITIO	COORDENADAS		ALTURA	TIPO
		LATITUD	LONGITUD	SNM (m)	
1	DERIVACION CANDELARIA LA VIEJA	4°34'55.5"N	74°09'42.6"W	2573	REMOTO
2	VALVULA 44N	4°35'11.3"N	74°09'38.7"W	2567	REMOTO
3	DERIVACION PERDOMO	4°35'20.6"N	74°09'40.0"W	2567	REMOTO
4	VALVULA 43N	4°35'44.3"N	74°09'42.6"W	2563	REMOTO
5	DERIVACION TRANSMILENIO PERDOMO	4°35'45.8"N	74°09'52.9"W	2562	REMOTO
6	DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	4°35'56.9"N	74°09'44.2"W	2563	REMOTO
7	DERIVACION VILLA DEL RIO	4°35'54.2"N	74°09'19.8"W	2556	REMOTO
8	DERIVACION LA CHUCUA	4°36'08.1"N	74°08'51.1"W	2561	REMOTO
9	VALVULA 42N	4°36'14.0"N	74°08'36.5"W	2558	REMOTO
10	DERIVACION MANIJA SM	4°34'56.0"N	74°09'43.0"W	2564	REMOTO
11	VALVULA V45N CASABLANCA	4°34'50.0"N	74°09'47.0"W	2591	REMOTO
12	CENTRO DE CONTROL MODELIA	4°39'39.4"N	74°07'37.7"W	2548	CCM
13	SIERRA MORENA - REPETIDOR	4°34'29.0"N	74°10'12.8"W	2786	REPETIDOR

3.7.4.6.2 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA.

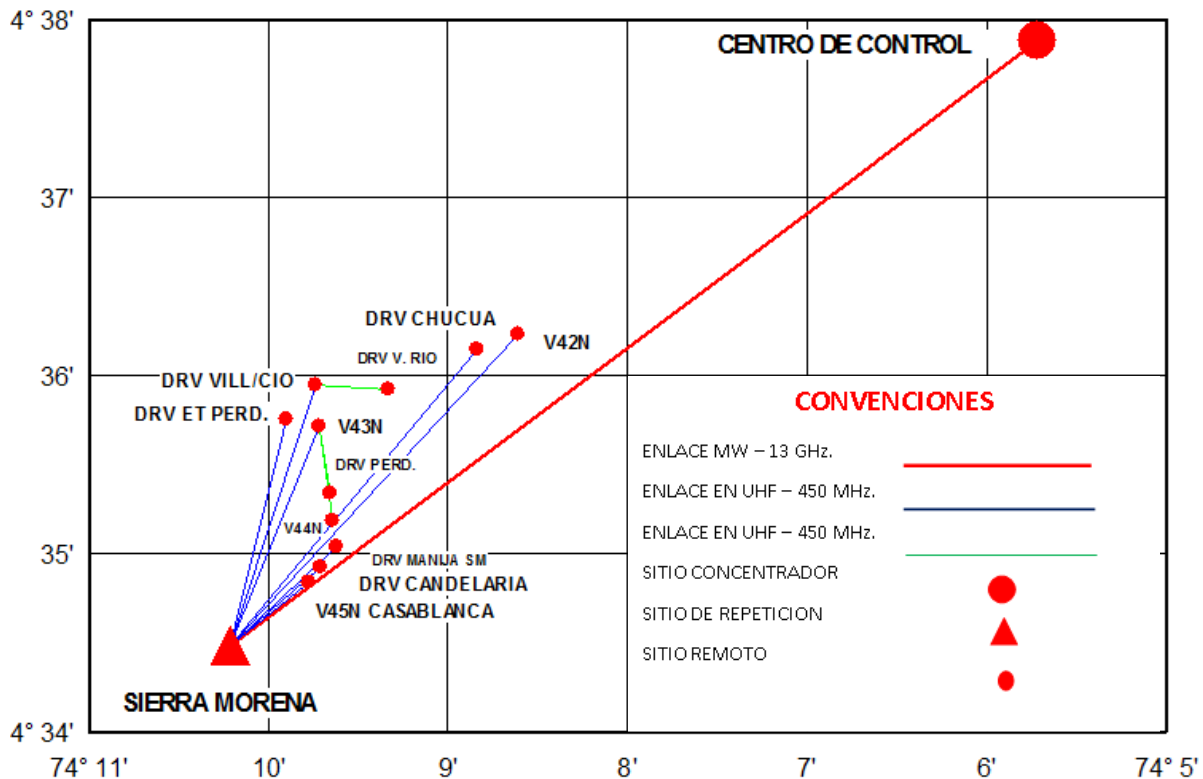
El sistema de comunicaciones tendrá una topología tipo “estrella” donde el nodo principal será Sierra Morena, desde este sitio de repetición se interconectarán los sitios remotos y el Centro de Control Modelia. Los sitios # 2 y 3 por no tener línea de vista con Sierra Morena, se interconectarán con el sitio # 5 Válvula 43N; y el sitio # 7 por las mismas razones se interconectará con el sitio # 6. Los equipos adicionalmente deberán tener la capacidad de configurarse bajo un esquema tipo malla (mesh), con el fin de tener un mejor nivel de disponibilidad y confiabilidad de la red.

En el anexo 10. Factibilidad radio enlace, se puede observar la ubicación de cada uno de los sitios, las coordenadas, distancias y azimut relativo al norte.

Este tipo de topología garantiza en el tiempo la confiabilidad de los enlaces por las diferencias de alturas respecto al punto nodal, evitando obstrucciones por nuevas construcciones y desvanecimientos de la señal por efectos de reflexiones y mutitrayectorias.

Nota: En el diagrama de la topología del sistema zona sur, se observa que la V44n y la DRV Perdomo se encuentran en el mismo azimut con respecto a la V43N, por tanto, las líneas de interconexión se sobre ponen, sim embargo los enlaces son independientes para cada punto con respecto a la V43N. De igual forma, se aclara que el enlace entre Sierra Morena y DRV CHUCUA es directa y no pasa por la V44N.

FIGURA No. 3 TOPOLOGÍA SISTEMA DE RADIO COMUNICACIONES



Con el fin de determinar las mínimas alturas de antenas para que los radioenlaces puedan tener garantizada la línea de vista, se realiza el levantamiento de los perfiles con base en los siguientes criterios y datos:

Selección de mapas con curvas de niveles obtenidos de los mapas de Google Earth a fin de visualizar con mejor resolución las curvas de nivel y obstáculos.

Verificación y confirmación de coordenadas mediante ubicación de los sitios en los mapas de GOOGLE EARTH disponible en internet la cual permite visualizar información más actualizada.

Tabulación de alturas versus distancia, incluyendo edificios, arboles, lagos y demás elementos que afecten el perfil.

Utilizando el software PATHLOSS Versión 3.0, herramienta utilizada para realizar los cálculos de propagación y determinación de la línea de vista y alturas de antenas de un radioenlace, se genera el perfil topográfico. Esta herramienta basa sus algoritmos de predicción con base en las recomendaciones de la ITU-R que en este específico tema establece que un radioenlace tiene línea de vista cuando el 60% de la primera zona de Fresnel no está obstruida, para un factor K de curvatura de la tierra equivalente a 4/3.

El software PATHLOSS utilizando el perfil topográfico también nos permite realizar análisis de pérdidas por difracción, reflexión y multitrayectoria.

En el anexo # 10 “Estudios de factibilidad” se encuentran los perfiles de los diferentes enlaces en estudio generados en las bandas de 450 MHz y 13 GHz. A continuación, se presenta un cuadro resumen resultados respecto a las alturas de antenas, para cumplir con el criterio de línea de vista.

TABLA No. 2 CUADRO RESUMEN ALTURAS DE ANTENAS Y DISTANCIAS

SITIOS				DISTANCIA (Km)	FRECUENCIA
DESDE	ALTURA (m) ANTENA	A	ALTURA (m) ANTENA		
SIERRA MORENA - REPETIDOR	12.80	DERIVACION CANDELARIA LA VIEJA	10.00	1.24	450 MHz.
	10.90	VALVULA 43N	10.00	2.45	450 MHz.
	10.00	DERIVACION TRANSMILENIO PERDOMO	10.00	2.42	450 MHz.
	11.60	DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	13.50	2.84	450 MHz.
	10.00	DERIVACION LA CHUCUA	10.00	3.99	450 MHz.
	10.00	VALVULA 42N	13.10	4.39	450 MHz.
	25.00	DERIVACION MANIJA SM	10.00	1.57	450 MHz.
	10.00	V45N CASABLANCA	20.00	1.10	450 MHz.
	10.00	CENTRO DE CONTROL MODELIA	37.60	10.70	13.00 GHz.
VALVULA 43N	9.80	VALVULA 44N	7.20	1.04	450 MHz.
	10.00	DERIVACION PERDOMO	10.00	0.71	450 MHz.
DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	16.10	DERIVACION VILLA DEL RIO	15.80	0.75	450 MHz.

3.7.4.6.3 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

Para la evaluación de la calidad de los sistemas se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones en el procedimiento del cálculo.

- Proporción de bits erróneos conforme la Recomendación 634 y objetivos de calidad del sistema, informe 930 del ITU-T.
- El objetivo de confiabilidad acogido es el recomendado por el ITU-R que establece que la confiabilidad esperada para enlaces cortos de menos de 400 Km/250 milla de distancia se calcula mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$4 \times d, \text{ segundos/año}$$

$$d = \text{distancia del enlace}$$

Para un BER de $10E-3$

Esta confiabilidad se reducirá en épocas de lluvia y hemos calculado que su índice estará en 99.99% equivalente a 263 segundos de indisponibilidad del sistema por mes lo cual es muy aceptable para el tipo de servicio.

- Estimación de la probabilidad de ocurrencia de Fading (F.O.P.) Desvanecimiento. Informe 338-5 del ITU-T.
- Se utilizará el método de Vigants Barnett para enlaces de 13 GHz y Raleigh para enlaces de 450 MHz. con un factor de clima = 2 correspondiente a condiciones de propagación promedio.
- Distribución de la intensidad de lluvia ITU-T, Informe 563-3, Cuadro No. 1
- Se utilizará el Método Crane, Región de lluvias para Colombia, Bogotá Tipo G (Tropical Moderado).
- Esta información es preliminar, para el diseño final el Contratista debe comprobar y revisar todos los parámetros especificados, en la fecha de implementación del enlace para garantizar los objetivos de calidad.

En el siguiente cuadro se resume el resultado de los cálculos de propagación para cada enlace, incluidos en el anexo # 10 “Estudios de Factibilidad”

TABLA No. 3 CUADRO RESUMEN CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

SITIOS		DIST. (Km)	FREC.	GANANCIA ANTENA (dBi)		POT. (w)	SENS. (dBm)	CAP.	SEÑAL RECIBIDA (dBm)	CONF. (%) POR AÑO
DESDE	A			SITIO 1	SITIO 2					
SIERRA MORENA - REPETIDOR	DERIVACION CANDELARIA LA VIEJA	1.24	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-57.66	99,999%
	VALVULA 43N	2.45	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-63.58	99,998%
	DERIVACION TRANSMILENIO PERDOMO	2.42	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-63.47	99,998%
	DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	2.84	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-64.86	99,997%
	DERIVACION LA CHUCUA	3.99	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-67.81	99,994%
	VALVULA 42N	4.39	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-68.64	99,993%
	DERIVACION MANIJA SM	1.57	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-58.92	99,999%
	V45N CASABLANCA	1.10	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-46.55	100.00%
	CENTRO DE CONTROL MODELIA	10.70	13.00 GHz.	4.2	4.2	0,2	-76,5	50 Mbps	-39.65	99,994%
VALVULA 43N	VALVULA 44N	1.04	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-56.13	100,00%
	DERIVACION PERDOMO	0.71	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-52.83	100,00%
DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	DERIVACION VILLA DEL RIO	0.75	450 MHz.	4.4	4.4	2	-110	40 kbps	-53.31	100,00%

3.7.4.6.4 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA

La disponibilidad del sistema está determinada por las características físicas y calidad de fabricación de los equipos, determinada mediante el factor denominado MTBF (Tiempo medio entre fallas de un equipo), y que normalmente para el tipo de sistemas objeto de estudio puede estar del orden de las 100.000 Horas o más. Adicionalmente se debe tener

en cuenta el factor MTR (Tiempo promedio para reestablecer el sistema) factor que está relacionado con el tiempo de viaje al sitio y la disponibilidad de repuestos. Para el peor de los casos que no se tenga repuestos y se necesite reemplazar el equipo este tiempo de MTR podría ser de 4 días típicamente, teniendo en cuenta autorizaciones, permisos, instalación y desinstalación del enlace.

De acuerdo con los criterios de diseño se ha establecido por la EAAB una disponibilidad del 99.9% que implicaría la utilización de sistemas redundantes, por lo tanto, los enlaces de radio de UHF además de tener una topología punto – multipunto, deben tener la posibilidad de configurar una topología tipo malla (mesh), como redundancia en caso de falla o pérdida de señal.

3.7.4.6.5 FRECUENCIA DE OPERACIÓN.

De acuerdo a los estudios de factibilidad, los radioenlaces deberán operar en bandas de frecuencia licenciadas en las bandas de 450 MHz. (UHF), y 13 GHz (Microondas), de acuerdo con los resultados indicados anteriormente.

Actualmente la EAAB tiene asignadas y en operación estas frecuencias, será responsabilidad del Contratista coordinar con la EAAB la utilización de estas frecuencias o en su defecto realizar la gestión ante el ministerio de las TIC para su asignación.

3.7.4.6.6 ANCHO DE BANDA

Las siguientes son las velocidades de transmisión y anchos de banda que se utilizan en las diferentes estructuras hidráulicas de la EAAB

- Tanques y Estaciones de Bombeo = 9.6 – 64 Kbps
- Estructuras de Control = 14 Mbps
- Plantas de Tratamiento = 28 Mbps

Para las cámaras de válvulas principales y cámaras de derivación se considerará un enlace de 40 Kbps, teniendo en cuenta el bajo número de instrumentos y actuadores eléctricos a instalar en cada cámara. El enlace entre Sierra Morena y Centro de Control será de 50 Mbps, porque concentraría todos los sitios remotos de la Zona Sur, algunos de la Zona Norte y posibles expansiones e integraciones de otros sistemas existentes.

3.7.4.6.7 INTERCONEXIÓN CON CENTRO DE CONTROL

La interconexión de los terminales de radio en centro de control Modelia y en el sitio de repetición se realizaran a través de Switchs Ethernet capa 3, para integrarse a los servidores que alojan el software de supervisión WIN CC; para dicha integración el contratista suministrara a la división de informática de la EAAB los programas fuente y desarrollos de software con sus respectivas licencias con el fin de que esta división realice

la instalación de los mismos en los servidores e integre el proyecto conjuntamente con el Contratista.

3.7.4.6.8 MÁSTILES Y TORRES DE COMUNICACIONES

En el sitio de repetición de Sierra Morena y Centro de Control Modelia, la EAAB tiene disponible torre auto soportadas de 40 m de alto, las cuales cumplen con las alturas de antenas calculadas para el proyecto. En los sitios remotos el Contratista deberá suministrar y gestionar la instalación de postes en concreto de mínimo 12 m de altura y máximo 16 m con los herrajes adecuados para la instalación de antenas y su cableado; junto a la cámara de las válvulas V45N del tanque CASABLANCA, se deberá instala una torre de 20 m, triangular riendada; en el sitio la EAAB cuenta con las bases para esta torre. Todos los trámites para obtener los permisos y licencias ante planeación distrital y ministerio del medio ambiente será responsabilidad del Contratista.

El contratista deberá instalar y suministrará los sistemas de tierra y pararrayos para cada uno de los postes de soporte de antenas, para asegurar el cumplimiento de las normas eléctricas RETIE referente a este aspecto, con el fin de evitar fallas y daños en los equipos por deficiencias en estos sistemas, además deberá revisar y determinar la necesidad de reforzar estos sistemas en las estructuras existentes.

Para el cumplimiento de este requisito el contratista deberá presentar el diseño de los sistemas de tierra y pararrayos, en los que incluya memorias de cálculos, método aplicado, estudios de suelos y mediciones de conductividad a fin de que la interventoría apruebe la determinación respecto a este tema.

3.7.4.6.9 DIAGRAMA EN BLOQUES

En el Anexo No. 11 – “Diagrama en bloques” se ilustra en detalle los componentes del sistema de comunicaciones asociado al controlador lógico e instrumentación, el cual está basado en la red de radio UHF y Microondas que se especifica en este documento.

El contratista durante la ejecución del proyecto deberá revisar y actualizar este documento de acuerdo con los equipos y materiales a suministrar.

3.7.4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.7.4.7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

El Contratista debe realizar el diseño final, suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de comunicaciones para la transmisión de datos de los sistemas de monitoreo y control de las estructuras de válvulas en línea y estructuras de derivaciones de la nueva conducción del tramo 3 de la línea RED MATRIZ TIBITOC – CASABLANCA hacia el Centro de Control Modelia.

El sistema de comunicaciones a implementar en esta primera fase cubrirá la Zona Sur correspondiente a los siguientes sitios:

TABLA No. 4 ZONA SUR – SITIOS A INTERCONECTAR CON CCM

#	SITIO	COORDENADAS		ALTURA	TIPO
		LATITUD	LONGITUD	SNM (m)	
1	DERIVACION CANDELARIA LA VIEJA	4°34'55.5"N	74°09'42.6"W	2573	REMOTO
2	VALVULA 44N	4°35'11.3"N	74°09'38.7"W	2567	REMOTO
3	DERIVACION PERDOMO	4°35'20.6"N	74°09'40.0"W	2567	REMOTO
4	VALVULA 43N	4°35'44.3"N	74°09'42.6"W	2563	REMOTO
5	DERIVACION TRANSMILENIO PERDOMO	4°35'45.8"N	74°09'52.9"W	2562	REMOTO
6	DERIVACION AV. VILLAVICENCIO	4°35'56.9"N	74°09'44.2"W	2563	REMOTO
7	DERIVACION VILLA DEL RIO	4°35'54.2"N	74°09'19.8"W	2556	REMOTO
8	DERIVACION LA CHUCUA	4°36'08.1"N	74°08'51.1"W	2561	REMOTO
9	VALVULA 42N	4°36'14.0"N	74°08'36.5"W	2558	REMOTO
10	DERIVACION MANIJA SM	4°34'56.0"N	74°09'43.0"W	2564	REMOTO
11	VALVULA V45N CASABLANCA	4°34'50.0"N	74°09'47.0"W	2591	REMOTO
12	CENTRO DE CONTROL MODELIA	4°39'39.4"N	74°07'37.7"W	2548	CCM
13	SIERRA MORENA - REPETIDOR	4°34'29.0"N	74°10'12.8"W	2786	REPETIDOR

El sistema de comunicaciones se basará en radioenlaces punto – multipunto en banda de UHF licenciada, utilizando como punto de concentración la estación repetidora de Sierra Morena 3 de la EAAB, estación totalmente adecuada con espacio suficiente para los nuevos equipos y una torre auto soportada de 40 m. Entre Sierra Morena 3 y Centro de Control Modelia, el Contratista deberá implementar un radioenlace de microondas en la banda de 13 GHz para permitir la interconexión del sistema SCADA con los sitios listados anteriormente; igualmente en centro de Control la EAAB tiene infraestructura adecuada con espacio suficiente para los nuevos equipos y una torre auto soportada de 40 m.

Adicionalmente el sistema de comunicaciones deberá tener la posibilidad de configurar diferentes tipos de redes como Pooling, Mesh, Report by Exception, que permita establecer rutas alternativas de comunicaciones en caso de falla de la ruta principal.

El contratista deberá tener en cuenta los criterios, normas y estudios de factibilidad incluidos en este pliego, para la presentación de su oferta y durante la ejecución del proyecto para la realización del diseño final. Es responsabilidad del contratista verificar la información suministrada y realizar la actualización y cambios necesarios, para la entrega de un sistema que cumpla con los objetivos y parámetros de calidad solicitados.

3.7.4.7.2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES.

Los equipos seleccionados para la implementación de la red de comunicaciones, como mínimo deben cumplir con las siguientes características funcionales:

- Transmisión y recepción en tiempo real y de forma transparente de los datos de monitoreo y control entre las estaciones remotas (Cajas de válvulas y derivaciones) y el Centro de Control Modelia.
- Los equipos deben permitir la configuración de una red LAN entre las estaciones remotas y los servidores de Centro de Control Modelia, por lo tanto, deben disponer de interfaces TCP/IP, y funcionalidades de Router flexible.
- Los equipos deben permitir mediante software las siguientes configuraciones de redes básicas:
 - Pooling (interrogación): Una unidad central maestra ubicada en Sierra Morena 3, se comunicará con las estaciones remotas (Cajas de válvulas y derivaciones) una a la vez. La unidad maestra intercambia datos con el radio remoto conectado, y cuando haya terminado, establece una nueva conexión con el radio remoto siguiente según el orden de asignación.
 - Informe por excepción (Report-by-excepción): Las estaciones remotas pueden contactarse de manera similar a una configuración tipo Pooling, pero, además, cualquier unidad remota espontáneamente puede enviar datos a la unidad principal (normalmente una alarma).
 - Malla (Mesh): Cualquier estación remota puede acceder a cualquier otra estación remota al azar y espontáneamente, además puede también operar bajo esquema Pooling y por excepción, permitiendo establecer rutas alternativas de comunicaciones en caso de falla de las principales.
- Los equipos deben permitir opciones múltiples para la construcción de una la red de radio, pudiendo operarse como Bridge y Router con diferentes protocolos de canal de radio tales como:
 - Transparente utilizado en modo de puente
 - Flexible utilizado en modo de enrutador
 - Impulsado por base utilizado en modo de enrutador
- La red debe tener mecanismos de seguridad para evitar bucles cíclicos en el canal de radio (por ejemplo, cuando un repetidor recibe un paquete de otro repetidor) o duplicar paquetes sobre la interfaz de usuario (por ejemplo, cuando recibe un paquete directamente y luego de un repetidor).
- La interface de Ethernet debe soportar “Limited broadcast” 255.255.255.255 y “Direct broadcast” 192.168.255.255 como también “Multicast” (224.0.0.0 hasta 239.255.255.255).
- En el modo de enrutador, el radio debe permitir varios protocolos SCADA (Modbus, IEC101, DNP3, PR2000, Comli, RP570, C24, DF1, Profibus).
- Los equipos de radio deben permitir la combinación de IP y protocolos seriales (RS232, RS485) dentro de una sola aplicación, mediante terminal servers como convertidores serial-to-TCP(UDP) y viceversa, eliminando la transferencia de carga TCP sobre el canal de radio. Adicionalmente los equipos de radio deben permitir combinar protocolos, Modus RTU y TCP Modus.
- Los equipos de radio deben tener diagnósticos integrados y herramientas de gestión de red, bajo SNMPv1 y SNMPv2c, permitiendo monitorear gráficamente el estado de

los equipos mediante la tabla MIB; los valores monitoreados y alarmas como mínimo deberían ser relativos a las siguientes variables:

- Nivel de Señal Recibido
 - Nivel de Señal Transmitido
 - VSWR
 - ETH (Tx/Rx)
 - COM (Tx/RX)
 - % Perdidas de TX
 - Temperatura
 - Calidad de Servicio.
- Para el diagnostico individual de los enlaces de radio los equipos deben estar equipados con una herramienta de “Ping”. Además de proporcionar la información estándar como el número de paquetes enviados y recibidos o el tiempo de ida y vuelta, deben proporcionar el Throughput, BER, PER y datos específicos sobre la calidad de la transmisión del radio.
 - Las actualizaciones de firmware que implementan importantes mejoras y nuevas funciones que llevan el producto a un nuevo nivel, deben poderse descargar gratuitamente desde la página web del fabricante.
 - Cambios de frecuencia, anchos de banda, velocidad y ciertas características avanzadas, deben poder activarse mediante claves de software, sin cambiar el hardware del equipo, de manera que ningún reemplazo físico sea necesario, simplemente mediante la compra de una clave se activa la función.
 - Para garantizar niveles de confiabilidad y disponibilidad de 99.99%, el Contratista debe suministrar los equipos adecuados que permitan garantizar 30 dBm de margen de desvanecimiento, es decir que la diferencia entre la señal recibida y la sensibilidad del equipo debe cumplir con este valor. Durante las pruebas de aceptación se verificará este parámetro y será condición de estricto cumplimiento para el recibo a satisfacción del sistema.

3.7.4.7.3 ESTUDIOS DE INTERFERENCIA

El oferente debe incluir dentro del valor de la oferta, el costo de los estudios de interferencias en cada sitio de instalación. El informe del estudio de interferencias debe ser completo (incluyendo las impresiones de los espectros radioeléctricos) y será el necesario para tramitar ante el Ministerio de las TIC la asignación de las frecuencias seleccionada por el Contratista en la banda requerida. Sera responsabilidad del Contratista realizar toda la gestión necesaria a nombre de la EAAB para obtener las licencias de uso de las frecuencias requeridas ante el Min TIC.

3.7.4.7.4 MEMORIAS DE CÁLCULO DE PROPAGACIÓN

El contratista debe revisar el estudio de factibilidad incluido en este documento, actualizarlo de acuerdo a las nuevas bases de datos consultadas, versión del software utilizado, referencia de las cartas geográficas consultadas, fichas técnicas de los equipos, etc. Las memorias que debe presentar el Contratista deben incluir como mínimo lo siguiente:

- Resultados de los cálculos realizados para determinar la confiabilidad y disponibilidad de los enlaces mediante el método de Vigants Barnett y Raleigh.
- Análisis de las trayectorias de propagación, con los perfiles de cada uno de los enlaces, considerando las alturas reales de los obstáculos, análisis de las zonas de Fresnel, cálculo de la altura de las antenas y las torres, longitudes del enlace, azimut de orientación de las antenas y posibles puntos de reflexión. Se debe indicar el programa con el cual se realizaron los cálculos y el mapa geográfico utilizado.
- Diagramas y planos de interconexión del sistema propuesto y demás información que el proponente considere importante.
- Descripción detallada de la solución a implementar, indicando las características técnicas de cada uno de los equipos que conforman los enlaces, incluyendo las antenas, cableado y accesorios de instalación

3.7.4.7.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

a) Radio Módems

Características Mínimas del Radio	
Banda de frecuencia	400-432; 432-470; 470-512
Espaciamento de canal	12.5 KHz.
Estabilidad de frecuencia	Mejor que ± 1.0 ppm
Modulación	QAM /FSK
Velocidad de datos RF	12.5kHz Mejor que 35 Kbps
FEC (corrección de errores)	SI, indicar tipo
Transmisor	
Potencia de salida RF	>2.0 W
Ciclo de trabajo	Continuo
Atenuación de intermodulación	> 40 dB
Emisiones espurias	<-36 dBm
RECEPTOR	
Sensibilidad	<-100dBm
Selectividad	Mejor que 50 kHz @-3 dB BW
Potencia de entrada	Mejor que 20 dBm (100 mW)

máxima del receptor	
Emisiones espurias	<-57 dBm
Rechazo de respuesta espuria	> 70 dB
Eléctrica	
Energía primaria	10 a 30 Vdc, GND negativo
Consumo de energía en RX	Mejor que 5 W
Consumo de energía en TX	Mejor que 35 W
Modo de reposo	0.1 W
Interfaces	
Ethernet	10/100 Base-T Auto MDI/MDIX RJ45
COM 1	RS232 DB9F (300-115.200 bps)
COM 2	SW de RS232/RS485 configurables DB9F
	300-115.200 bps
USB	USB 1.1 Host A
Antena	50 ohm - TNC hembra
Panel de LED	
LED de Estado	Poder, ETH, COM1, COM2, Rx, Tx, estado
Medio ambiente	
Código IP (protección del ingreso)	IP40 (Montado en gabinete IP68)
Tiempo medio entre fallos (Tiempo medio entre fallos)	> 500.000 horas (> 60 años)
Temperatura de funcionamiento	Mejor que -40 a + 70 ° C (-40 a +158 ° F)
Humedad de funcionamiento	Mejor que 5 a 95% sin condensación
Almacenamiento	Mejor que -40 a + 85 ° C (-40 a 185 ° F) / 5 a 95% sin condensación
Mecánica	
Carcasa	Aluminio preferiblemente
Dimensiones	Máximo 50 H x 150 W x 120 D mm
Peso	Máximo 1,5 kg.
Montaje	Carril DIN, soporte en L, plano del soporte, estante de Rack de 19"
Funcionales - SW	
Modos de funcionamiento	Puente / enrutador (Bridge/Router)
Protocolos de usuario COM.	Modbus, IEC101, DNP3, PR2000, UNI, Comli, DF1, RP570, PROFIBUS...
Protocolos de usuario	Modbus TCP, IEC104, DNP3TCP, Comli TCP,

Ethernet	Terminal server.
Conversores Serial a IP	Modbus RTU / TCP Modbus, DNP3 / DNP3 TCP
Protocolo de canal de Radio	
Multi master applications	Si
Report by exception	Si
Collision Avoidance Capability	Si
Remote to Remote communication	Si
Addressed & acknowledged serial SCADA protocols	Si
Data integrity control	CRC 32
Encryption	AES256
Optimization	up to 3x higher throughput
Diagnóstico y manejo	
Prueba Radio enlace	Si (ping con RSS, datos de calidad, homogeneidad)
Valores visualizados	Voltaje DC, Temp, PWR, VSWR, alarma HW, RSScom, DQcom, TXLost [%], ETH [Rx/Tx], COM [Rx/Tx].
Estadísticas	Para paquetes Rx/Tx en interfaces de usuario (ETH, COM1, COM2) y para datos de usuario y Protocolo de Radio (repeticiones, Lost, ACK etc.)
Gráficos	Para los valores vistos y estadísticas
Historia	10 períodos (configurable, por ejemplo, días)
SNMP	SNMPv1, SNMPv2c Generación de alarmas Trap's según configuración
Monitoreo	Tiempo real/guardar para análisis de archivos de todas las interfaces físicas (RADIO, ETH, COM) y unas interfaces internas entre módulos de software (por ejemplo, Terminal servidores, servidor TCP Modus, etc.).
Normas	
CE, FCC, ATEX, IECEX	
Espectro (art 3.2)	ETSI EN 300 113-2 V1.5.1 ETSI EN 302 561 V1.3.2
	FCC parte 90, FCC parte 101
EMC (compatibilidad electromagnética) (art 3.1)	ETSI EN 301 489-1 V1.9.2
	ETSI EN 301 489-5 V1.3.1
Subestaciones de energía eléctrica ambiente	IEEE 1613:2009 clase 1
Seguridad (art 3.1)	EN 60950-1: 2006 EN 60950-1: 2006 / A11:2009, EN 60950-1: 2006 / A12:2011,

	EN 60950-1: 2006 / A1:2010
Vibration & shock	EN 61373:1999
Calificación sísmica	IEC 980:1989 (1a categoría sísmica)
Atmósferas explosivas	Ex II 3G Ex ic IIC T4 Gc EN 60079-0:2012, IEC60079-0:2011, UL60079-0:2013 EN 60079-11:2012, IEC60079-11:2011, UL60079-11:2013
Sistema de Antena	
Banda de frecuencia	400-432; 432-470; 470-512.
Patrón	Omnidireccional / Direccional, dependiendo de la topología final de la red.
Ganancia	Mínimo 4 dBi.
Ancho de banda	10 MHz, o mejor.
Relación F/B	Mejor que 8 dB
Banda de frecuencia	400-432; 432-470; 470-512.
VSWR	<1.5
Polarización	Vertical
Tipo de conector	UHF / N – hembra.
Impedancia	50 Ohm.
Resistencia al viento	125 Km / h o mejor.
Potencia	200 W o mejor
Patrón	Omnidireccional / Direccional, dependiendo de la topología final de la red.
Cable de RF	Coaxial, Flexible, 50 Ohm, Tipo RG213, Atenuación 16 dB / 100m.

b) Radio Enlace de Microondas

Características Generales	
Banda de frecuencia	12.75-13.25 GHz. - (13 GHz)
T/R Espaciamiento	266 MHz. FCC, ETSI e ITU
Tipo de radio	Digital - IP
Modulación	QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM
Ancho de Banda RF	14 MHz. Emissions Bandwidths ETSI
Throughput	50 Mbps en cada dirección
Configuración	Protegida 1+1
Arquitectura	ODU / IDU (Unidad Externa / Unidad Interna).
Corrección de Errores FEC	(LDPC—Low Density Parity Check)
Transmisor	
Potencia de salida RF	>19 dBm
Control de Potencia	Manual / Automático ATPC, pasos de 0.5 dBm
Mute – Salida Potencia	< - 50 dBm.
Exactitud Potencia	< +/- 2 dB
Exactitud Frecuencia	< +/- 10 ppm
Receptor	
Sensibilidad	< -78 dBm
Estabilidad de frecuencia	Mejor que +/- 5 ppm
Potencia de entrada máxima del receptor	Mejor que -20 dBm
Tasa de Error de bits residual	10 ⁻¹²
Eléctrica	
Energía primaria	-30 a -60 Vdc, GND positivo
Consumo de energía	< 80 W
Conexión de energía	Power over Ethernet (PoE)
Interfaces	
Ethernet (PoE – IDU)	Ethernet Full Duplex 1000BaseTx—Traffic Port Ethernet Full Duplex 100BaseTx—NMS Port Serial RS-232—Serial Port (factory use only)
Tipo de conector	RJ-45 x 3 Ethernet IEEE 802.3 RS-232C Conexiones Auxiliares RS232 Sistema de Gestión alto nivel
Interface de Antena	WR-75 Guía de onda rectangular
Medio ambiente	
Código IP (protección del ingreso)	IP40 (Montado en gabinete IP68)
Tiempo medio entre fallos (Tiempo medio entre fallos)	> 900.000 horas (> 100 años)
Temperatura de funcionamiento	Mejor que -33 a + 55°C
Humedad de funcionamiento	Mejor que 100%

Almacenamiento	Mejor que -50 a 65°C
Altitud	4500 metros
Diagnóstico y manejo	
Protocolo	SNMPv2 - NMS
Acceso Local	Ethernet 100/1000Base-T, RJ-45
Acceso Remoto	Enrutamiento integrado dentro y fuera de banda sobre el enlace y las LAN interconectadas
Craft Interface	RS-232/RJ-45 o remotamente vía Telnet
Interface Hombre - Maquina	Basado en navegador GUI
Normas	
Operación	ETS 300 019 - clase 4.1
Seguridad	IEC / EN 60950
Rendimiento RF	EN 302 217-2
EMI/EMC	EN 301 489; EN 300 385
MAC QoS	IEEE P802.1p
VLAN	IEEE 802.1Q
Entorno de Subestación	IEEE 1613 (Clase 1)
Fuente de alimentación	EN 300 132-2
Almacenamiento	ETS 300 019-1-1 (Clase 1.1E)
Transporte	ETS 300 019-1-2 (Clase 2.1E)
Ambiental - SPU	ETS 300 019-1-3 (Clase 3.1E)
Antena	
Tipo	Parabólica, Solida
Patrón	Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia	Mejor a 40 dBi
Relación F/B	Mejor a 68 dB
Montaje	Integrada a la ODU
Cableado ODU	
Tipo	Cat 6, cobre
Conector	RJ-45
Enchaquetado	Para intemperie, protección UV

3.7.5 SISTEMA DE FUERZA.

3.7.5.1 ASPECTOS GENERALES

El alcance del suministro comprende el diseño, pruebas y puesta en marcha en sitio de 13 sistemas de fuerza compuesto por un Cargador/Rectificador de Baterías y un Banco de Baterías, con la capacidad adecuada para soportar la carga de los equipos suministrados en cada uno de los sitios relacionados en el proyecto.

El voltaje de salida será de 24 VDC @ 1000 W, de acuerdo con el cuadro de cargas incluido en el anexo # 5. EL sistema debe tener una autonomía de ocho (8) horas de operación en ausencia de suministro de energía. El tiempo de recarga del Banco de baterías debe ser de ocho (8) horas

Los rectificadores deben ser de estado sólido, modular, que permita ampliaciones en capacidad sin necesidad de realizar cambios en su estructura básica de hardware, cada módulo se comportara de manera autónoma como un rectificador de forma que se pueda configurar sistemas protegidos N+1.

El montaje y expansión del sistema debe ser sencillo, tipo DIN sobre un riel que permita agregar fácilmente los módulos de expansión.

El sistema debe ser gestionable a través del puerto Ethernet, permitiendo su configuración a través de un navegador web local o remotamente a través de Internet. Compatible con los protocolos de gestión SNMP con TRAP, SET y GET sobre Ethernet. Email de alarmas TRAP.

Los equipos a suministrar serán instalados en el interior del tablero de control de cada cámara de válvulas y en las derivaciones.

Los equipos deben estar protegidos contra adversidades propias del clima y del ambiente tropical (tropicalizados).

3.7.5.2 RECTIFICADOR / CARGADOR DE BATERÍAS

DATOS DE ENTRADA	
Rango de voltaje	120 VAC @ 60 Hz +/- 10% (85 - 300 Vac/dc)
Máxima corriente	7 A
Conexión, terminal de tornillo máx. 2.5mm ²	1 x L/N/PE
Protección	Fusible individual en cada modulo
Marquillado	SI
DATOS DE SALIDA	
Voltaje	24 Vdc +/- 10% (opcional 12 y 48 Vdc)
Máxima Corriente	30 A (módulos de 10A)
Regulación	>1%
Conexión, terminal de tornillo máx. 2.5mm ²	2 x Vout+ / Vout -
Protecciones	Bloqueo FET OR-ing o fusible contra cortocircuitos y protección contra altas temperaturas
GESTIÓN	
Configuración	En sitio - puerto Ethernet vía navegador WEB
Protocolos	SNMP con TRAP, email de alarmas TRAP

Relés de alarmas	3 Relés digitales de salida programables 3 Entradas multipropósito programables de entrada
OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Temperatura	Operación: -40 to +65°C Almacenamiento: -40 to +85°C
Montaje	35mm DIN rail
NORMAS	
Seguridad Eléctrica	UL 60950-1:2007, CSA C22.2 No. 60950-1 -07, IEC 60950-1:2005 + A1:2009, EN 60950-1:2006, A11:2009, A1:2010, A12:2011
EMC	ETSI EN 300 386 v1.5.1: 2010 EN 61000-6-1:2007, -6-2:2005, - 6-3:2011, - 6-4:2011, -6-5:2001 FCC Part 15 Subpart 109
Harmónicos	EN 61000-3-2:2006
Ambientales	ETSI EN 300 019: -2-1 (Class 1.2) / - 2-2 (Class 2.3) / -2-3 (Class 3.2) ETSI EN 300 132-2 v2.2.2:2003: 2011 /65/EC (RoHS) & 2012/19/EC (WEEE)

3.7.5.3 Banco de baterías:

- Las baterías serán estacionarias de plomo ácido, trabajo pesado, tipo industrial diseñadas para trabajar bajo las condiciones ambientales del sitio y con la curva de carga especificada.
- Las baterías deben ser libre de mantenimiento, tipo seco.
- El proveedor debe dimensionar el banco para sostener la carga por 8 horas sin alimentación del cargador/Rectificador, de acuerdo con IEEE 485.
- El Voltaje final de descarga no puede ser menor de 1.75 V/celda.
- Cada batería tendrá convenientemente marcados los terminales + y -, así como la capacidad en AH, número de horas y datos del fabricante.

3.7.6 PROTECCIONES CONTRA TRANSITORIOS

El sistema de instrumentación, control y comunicaciones deberá ser protegido mediante dispositivos de protección contra transientes, contra descargas atmosféricas y con conexiones a los sistemas de puesta a tierra.

Las protecciones por transitorios de tensión para los sistemas de instrumentación, comunicaciones y control, serán de larga vida útil. El sistema de protección contra sobretensiones y descargas atmosféricas debe ser con base en el cumplimiento 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, que serán de cumplimiento obligatorio

Se deberán incluir las siguientes protecciones sin limitarse a estas:

- Protecciones que cumplan las normas UL 1449, IEEE 142 y 518 C62.41-1991 o equivalente contra transitorios para las entradas de alimentación de 208/120 VAC, las entradas AC del cargador de baterías y la toma de servicios en la celda concentradora de señales de 24VDC y en cada alimentación 208/120 vac y/o 24 vdc/12 vdc/48 vdc para los equipos del sistema de control, comunicaciones e instrumentación.
- La salida del cargador de baterías se deberá proteger a la entrada y a la salida 24VDC, tensión que alimentará el sistema de instrumentación, el RTU, la HMI, el bus de Comunicaciones.
- Protecciones para puertos RS 485, RS 232 y en general puertos seriales de comunicaciones del controlador PLC y/o RTU. Protecciones a la entrada y salida de dispositivos seriales a los que se conecta el bus de comunicaciones.
- Protecciones en cada uno de los puertos Ethernet que se requieran, de acuerdo con lo estipulado en las normas indicadas en este numeral.
- Protecciones contra sobretensiones en las entradas análogas y salidas análogas del controlador PLC y/o RTU.
- Protecciones contra sobretensiones en la entrada del alimentador 208/120 VAC.
- Protecciones contra sobretensiones en la entrada del rectificador-cargador 120 VAC
- Protecciones contra sobretensiones en las salidas de 24 VDC que alimentan los equipos de control, comunicaciones e instrumentación
- Protecciones contra sobretensiones en la salida del módulo de comunicaciones seriales del PLC y/o RTU, y a la llegada del bus de datos de cada puerto serial de recolección de datos.
- Protecciones contra sobretensiones en cada una de las entradas del radio módems (a la llegada del cable de la antena).
- Los instrumentos que tengan un par de hilos para la señal y un par de hilos para la alimentación, deberían tener protección de transientes individuales y externas al instrumento para cada par de hilos, Si hay más de dos pares de cables en los instrumentos estos deben ser protegidos con protectores individuales por parejas, independiente de la naturaleza de las entradas y/o salidas del instrumento. En los casos en que un medidor y los displays se encuentren separados, se deberán proveer protectores de transientes separados a la entrada y salida de cada dispositivo. Los puertos de comunicaciones de los instrumentos deberán ser protegidos contra transientes por medio de un dispositivo externo.

3.7.7 CABLEADO

- Generalidades

Este numeral será aplicable al alambrado externo e interno de todos los equipos. Se deberá suministrar todos los cables de potencia y de control para el alambrado interno y el externo entre los equipos incluidos en el suministro.

Todos los cables de potencia y de control deben soportar regímenes hasta 600 V deberán ser conductores flexibles de cobre con trenzado Clase B, con aislamiento resistente a la humedad y al calor, de polietileno para 75°C de acuerdo con la Norma ICEA S-61-402.

El soporte y transporte del cableado de los sistemas de instrumentación control, comunicaciones y fuerza dentro de tableros y/o gabinetes deberá ser a través de canaletas plásticas, rasuradas lateralmente. Las canaletas tendrán tapa en todo su recorrido y serán aptas para el transporte y soporte de cableado dejando una holgura del 30% del volumen efectivo de la canaleta libre.

Salvo en las puertas de los tableros y/o gabinetes, se permitirá el uso de espirales y amarres plásticos para el soporte y transporte del cableado para los elementos a colocar en ellas, previa aprobación por la EAAB En este caso el cableado deberá ir sujetado por elementos mecánicos soldados a las puertas y aislados eléctricamente.

Se deberá incluir en el suministro los cables blindados que se requieran con sus respectivos drenajes y conexiones a tierra, de acuerdo con los requerimientos y normas aplicables a las redes de comunicaciones industriales, utilizadas.

No se permitirá en ningún caso para el soporte y transporte del cableado (canaletas y/o espirales) más de un solo tramo de estos elementos.

- Alambrado Interno

Los conductores deberán ir preferiblemente dentro de ductos plásticos con tapas y perforaciones laterales para la entrada de los cables.

El calibre mínimo para los conductores de control deberá ser el No. 18 AWG.

Todas las conexiones de potencia y de control deberán hacerse en los terminales del dispositivo o en borneras. No deberá haber derivaciones ni empalmes en el alambrado y a lo sumo dos conductores podrán conectarse a una misma bornera.

- Alambrado Externo

Todas las conexiones externas deberán alambrarse a borneras.

No deberá haber derivaciones ni empalmes en el alambrado y a lo sumo dos conductores deberán conectarse en el mismo lado de una bornera.

El cable deberá ser resistente a la humedad similar al material aislante de cada conductor.

- Diagramas de Alambrado

Todos los diagramas de alambrado que se suministren deberán dibujarse tal como se ve el alambrado desde el acceso principal del gabinete. A menos que se indique lo contrario, todos los equipos, terminales y conexiones deberán dibujarse en los diagramas tal como aparece físicamente en los tableros. En caso de que el alambrado interno se presente en forma de lista o tabla, deberá ir acompañado de un plano indicando la ubicación física de cada uno de los elementos con la designación utilizada en la lista o tabla.

- Elementos de conexión, soporte e identificación.

Tanto en el gabinete como fuera de él y donde se requiera, se colocarán e instalarán los siguientes elementos para la conexión, soporte e identificación, cumpliendo los requerimientos establecidos para cada uno de ellos.

- Borneras, terminales y conectores.

El Contratista deberá efectuar el suministro, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en servicio de borneras y terminales del cableado del sistema de instrumentación, comunicación, control y fuerza. El tipo de borneras, terminales y/o conectores a utilizar, serán previamente aprobadas por la EAAB

Las borneras serán del tipo cage clamp (conexión rápida sin tornillo), aptas para una tensión nominal de 600VAC y corriente nominal de 25A construidas en cobre rojo de alta pureza con recubrimiento en plata o estaño en toda su extensión para montaje sobre riel y de acuerdo con la capacidad de corriente requerida.

Para los circuitos de potencia deberán suministrarse borneras de trabajo pesado.

Las borneras deberán estar equipadas con sujetadores individuales en cada punto, para las conexiones internas y externas respectivamente, de tal manera que el terminal externo o interno pueda desconectarse sin que haya interferencia mutua.

Las borneras para control deberán ser de un tipo tal que permitan la interconexión de puntos adyacentes mediante enlaces removibles. Se deberán suministrar estos enlaces en los sitios en donde se requiera. Las borneras para las señales digitales deberán ser del tipo puente deslizante para permitir que el circuito pueda ser abierto sin necesidad de desconectar ninguno de los conductores y las borneras. Para las señales análogas deberán ser del tipo fusible para protección de los equipos de control.

No se permitirán derivaciones o empalmes con cable hechos en las borneras, ni la presencia de más de un conductor en una borna. Para la ejecución de derivaciones entre las borneras se utilizarán puentes de inserción (no más de dos conexiones por puente) o peines modulares (no más de 5 conexiones por peine).

Cada grupo de bornes deberá tener tapa final y frenos (topes) atornillables al riel omega, a los dos extremos del grupo. El grupo de bornes deberá tener una identificación general además de la identificación individual de cada borne, puestas en accesorios especiales sobre las bornes.

Las bornes para fuerza serán de color rojo, mientras que las de control e instrumentación serán grises. Las borneras de neutro serán de color azul mientras que las borneras de tierra serán de color verde-amarillo.

Todas las borneras deberán estar agrupadas y separadas apropiadamente de acuerdo con la función del cableado al que están destinadas.

Dentro de cada grupo de borneras a instalar se deberá prever un mínimo de 20% de borneras libres como reserva.

El riel para montaje de las borneras será tipo omega estándar DIN 35mm y deberá tener una protección superficial (Zincado o Irizado) que garantice su durabilidad con el tiempo frente a agentes corrosivos. Este riel ira montado sobre soportes en ángulo inclinados a fin de que las borneras faciliten las labores de mantenimiento.

Todo el cableado de instrumentación, comunicación control y fuerza, deberá estar debidamente conectadas por terminales de ponchar (cableado de instrumentación, control y fuerza) y/o conectores aislados enchufables (cableado de comunicaciones) según el caso. El material de los terminales y conectores será cobre rojo de alta pureza, electroplateados o estañados en toda la superficie.

Los terminales para el cableado de fuerza serán tubulares similares a los terminales, aislados mediante cinta de vinilo similar a la 33 de 3M después de haber sido ponchados.

El cableado de control e instrumentación utilizaran terminales tipo pin para ponchar, aislados en colores normalizados.

- Canaletas y demás accesorios plásticos

El Contratista deberá efectuar el suministro, transporte, montaje, instalación y puesta en servicio de las canaletas de cableado y demás accesorios de montaje e instalación de todo el cableado del sistema eléctrico. El tipo de canaleta a utilizar será previamente aprobado por la EAAB

El soporte y transporte del cableado del sistema eléctrico (comunicaciones, instrumentación control y fuerza) dentro de tableros y/o tableros deberá ser a través de canaletas plásticas, rasuradas lateralmente. Las canaletas tendrán tapa en todo su recorrido y serán aptas para el transporte y soporte de cableado dejando una holgura del 30% del volumen efectivo de la canaleta libre.

Salvo en las puertas de los tableros y/o tableros, se permitirá el uso de espirales y amarres plásticos para el soporte y transporte del cableado para los elementos a colocar en ellas, previa aprobación por la EAAB. En este caso el cableado deberá ir sujetado por elementos mecánicos soldados a las puertas y aislados eléctricamente.

No se permitirá en ningún caso para el soporte y transporte del cableado (canaletas y/o espirales) más de un solo tramo de estos elementos.

- Terminales de Prueba

Todos los circuitos de los transformadores de corriente y de potencial deberán estar equipados con terminales de prueba.

- Prensacables

Se deberán suministrar prensacables herméticos al agua, adecuados para sus cables externos.

- Marquillas y placas de identificación

Durante el diseño se deberá realizar la especificación para identificación de conductores.

Todo el cableado de fuerza, instrumentación, comunicaciones y control, deberá tener marquillas de identificación tanto del cable multi-conductor como de cada uno de los cables que lo componen, en sus dos extremos. Dicha marcación se realizará con elementos tubulares plásticos tipo anillo. Las letras y/o números a colocar sobre los elementos de identificación serán indelebles, resistentes a la oxidación, radiación solar, calor, álcalis y alcoholes.

La identificación de los cables multiconductores para control deberá estar de acuerdo con el método 1 ó 3 de la parte 8 del Apéndice K de la Norma NEMA WC-7 (Publicación ICEA S-66-524).

Cada conductor y cada cable deberán identificarse en cada extremo mediante marquillas indelebles termoencogibles y según los estándares de codificación desarrollados en la ingeniería de detalle.

El tipo de marquillas y placas de identificación a colocar, su ubicación y tamaño, deberán ser previamente aprobados por la EAAB.

El Contratista deberá colocar en cada tablero, celda, cubículo o compartimiento que albergue equipos, aparatos o dispositivos eléctricos y en cada uno de los elementos constitutivos de estos cerramientos, placas de identificación.

Las placas de identificación serán hechas en resina fenólica en fondo blanco y letras negras grabadas en bajo relieve.

- Interruptores Termomagnéticos de Caja Moldeada

Todos los equipos se deberán proteger adecuadamente con interruptores que deberán ser termomagnéticos del tipo de caja moldeada y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NEMA AB-1.

Todos los interruptores deberán estar equipados con un contacto para alarma, que se cierra cuando el interruptor se dispara automáticamente.

- Relés

En general, las características de los relés, deberán estar de acuerdo con la Norma IEC 255.

Todos los relés deberán ser totalmente tropicalizados, equipados con cubiertas a prueba de entrada de polvo y para energización permanente. Todos los relés deberán tener supresores de estado sólido para la eliminación de transitorios.

Los circuitos deberán operar satisfactoriamente dentro de los voltajes límites - 20% a + 10% del voltaje nominal.

Todos los elementos de contacto, deberán ser de una aleación de plata.

Todos los contactos de los relés auxiliares de los circuitos de control, deberán tener un voltaje nominal no inferior a 250 Vcc.

Todos los circuitos deberán diseñarse de tal manera que las bobinas de los relés no estén conectadas permanentemente al positivo de la fuente de alimentación. Las bobinas deberán estar normalmente conectadas al negativo de la fuente de alimentación, con contactos de control en el positivo de la fuente de alimentación.

- Equipo Electrónico

El diseño del equipo electrónico deberá ser tal que cualquier cambio cíclico y no cíclico en los valores, en las tolerancias de los componentes y en los parámetros, durante la vida de los equipos, sea compensado automáticamente, sin que se requiera para ello de ajustes durante la operación del equipo.

Todas las componentes de los equipos electrónicos deben ser del tipo normalizado.

La remoción o reemplazo de cualquier circuito impreso deberá ser posible sin riesgos para los equipos ni las personas; se deberán suministrar las instrucciones precisas para

cualquier operación que requiera sacar de servicio el equipo. Los circuitos impresos que para su remoción o instalación requieran desenergización del sistema, deberán tener una indicación clara y visible de esta restricción en el mismo circuito impreso.

La conexión de equipo de prueba con alta impedancia, en cualquier bornera de prueba o punto de prueba, no deberá producir algún daño al equipo.

Las partes de cada componente deberán estar distribuidas de tal forma que se puedan inspeccionar, remover o reemplazar sin afectar o destruir las demás o el alambrado. Las componentes que disipan bastante calor se deben instalar en sitios con espacio adecuado, preferiblemente en la parte alta de los tableros.

Los controles para calibración deberán tener fácil acceso; las calibraciones deberán ser posibles mientras el equipo esté en servicio.

Los circuitos impresos deberán tener equipos disponibles instalados por una sola cara y deberán recubrirse con una capa de protección contra deterioro debido a condiciones ambientales de humedad, corrosión, polvo u hongos. Se debe indicar el tipo de recubrimiento utilizado, como también, el nombre del fabricante que lo suministre. El recubrimiento no debe afectar las partes ni cualquier otro material utilizado en el circuito y deberá ser adecuado teniendo en cuenta las condiciones ambientales del sitio donde se instalará el equipo. El recubrimiento protector deberá ser fácilmente removible en caso de que se requiera reparar el circuito.

Los circuitos impresos y las conexiones de cables deberán ser dispuestos de tal forma que se prevenga la inserción inapropiada de las tarjetas o conectores. Todas las conexiones deberán soportar las condiciones de vibración encontradas en el medio donde se instalen.

- Rótulos y Placas de Características

Salvo indicación expresa, cada pieza principal y auxiliar de los equipos, deberá tener una placa de identificación permanentemente adherida a ella, en la que aparezca de manera legible e indeleble el número de serie, el nombre y la dirección del fabricante, la capacidad nominal, las características eléctricas y otra información importante, según corresponda, para identificarlo completamente en caso de una orden de pedido.

- Ductos, Bandejas y Tubería Flexible

La tubería de los ductos deberá considerar las normas ASTM - A36 Acero estructural y ASTM - A394 Acero para pernos, tuercas y arandelas utilizados en estructuras metálicas, la norma ANSI C80-1.

El montaje de todos los elementos metal mecánicos de soporte y transporte de las instalaciones eléctricas, deberán seguir las reglamentaciones y normas del NEC y del ICONTEC, Código Eléctrico Colombiano – NTC 2050, así como las que se definen en la norma EAAB NS 086 Instalaciones Interiores de Baja Tensión.

Cada tramo de tubería será suministrado con conectores en sus extremos.

Los bancos de ductos subterráneos requeridos deberán ser construidos siguiendo los criterios y especificaciones definidos en el documento de Especificaciones Técnicas del Sistema Eléctrico del proyecto, pero en todo caso, se regirán por los estándares de la EAAB que no aceptan tuberías plásticas sino tipo industrial para trabajo pesado.

Todas las instalaciones de tubería, cajas de paso y conexionado, dispositivos eléctricos y ductos que lleven cables, deben ser industriales., la canaleta debe ser estructural. No se aceptarán instalaciones exteriores, a los gabinetes y/o cajas, en canaleta plástica. Las cajas para la instrumentación deberán ser en fundición de aluminio libre de cobre con cerramiento Nema 4.

- Cables de control

Los cables para control serán del tipo multiconductor. Se usarán principalmente para la interconexión de los dispositivos de control y protección y para transmitir información de medida, alarmas e indicación. Se podrán utilizar, de acuerdo con los requerimientos específicos de cada circuito, mínimo calibre 16 AWG.

Los conductores deberán ser de cobre recocido no revestido de acuerdo con la norma ASTM B-3. Los conductores deberán ser trenzados clase C de acuerdo con la última revisión de la Norma ICEA- S-61-402.

El conductor individual deberá tener un aislamiento de PVC para temperatura máxima de 75°C, adecuado para condiciones húmedas o secas y un voltaje máximo de 300 V. El valor promedio del espesor del aislamiento no deberá ser menor que el indicado en la Norma ICEA S-61-402 y el espesor mínimo no deberá ser menor del 90% del valor promedio.

Los multiconductores deberán ser ensamblados formando capas concéntricas cableadas entre sí, siguiendo el sentido contrario a las manecillas del reloj.

El multiconductor deberá estar cubierto por una chaqueta del mismo material del aislamiento y del relleno. El valor promedio del espesor de la chaqueta no deberá ser menor que el indicado en la Norma ICEA S-61-402 tabla 4-22. El espesor mínimo en cualquier punto no deberá ser menor al 70% del valor promedio.

Los núcleos de los cables multiconductores deberán ser identificados de acuerdo con el método 7 y la tabla K.1 del apéndice K de la norma ICEA S-61-402 (NEMA WC-5).

Nota: Se contempló cable 3*16 apantallado, dado que permite tener una reserva del 50% en el cable en caso de rotura de alguno de los hilos utilizados, por tal motivo, es considerada como una buena práctica de ingeniería usualmente usada en los proyectos de instrumentación en la EAAB.

- Cables de comunicaciones

Los cables para interconexión de estantes y módulos deberán tener algún tipo de terminales o conectores que faciliten su instalación.

Los estantes y módulos deberán estar alambrados para el 100% de su capacidad así no se encuentren equipados.

Los cables deberán cumplir con las normas técnicas nacionales internacionalmente para la fabricación de cables. Los cables suministrados deberán cumplir con las recomendaciones y requerimientos exigidos por los fabricantes de los equipos.

Todos los cables y conectores utilizados para instalación o interconexión de equipos en exteriores deberán ser para operación en intemperie.

3.8 SERVICIOS TÉCNICOS

En esta sección se detallan los requerimientos para los servicios técnicos como pruebas de aceptación de fábrica, pruebas de aceptación en sitio, instalación y puesta en operación del sistema de control, los cuales se describen a continuación:

Por parte del contratista se deberán preparar procedimientos específicos para la instalación y pruebas de equipos y tableros, los cuales se deben adicionar con las especificaciones de compra. La prueba y aceptación deben ser realizadas de acuerdo con procedimientos preparados en esta especificación y aprobadas por la Interventoría.

3.8.1 INSTALACIÓN

Para la instalación de los equipos deberá aplicarse las normas y demás recomendaciones establecidas en este documento y en los manuales técnicos del fabricante; será responsabilidad del contratista aplicar las normas y recomendaciones específicas del fabricante para la instalación de cada uno de los equipos.

EL contratista deberá proporcionar los procedimientos específicos para la instalación de equipos y tableros, los cuales serán revisados y aprobados por la interventoría.

Cada uno de los equipos deberá ser completamente ensamblado y ajustado en fábrica y deberá ser sometido a las pruebas de rutina del contratista para asegurar la operación confiable de todos sus componentes.

El personal encargado de la instalación debe estar certificado para realizar trabajos en alturas y espacios confinados, para lo cual debe presentar con anticipación a la interventoría, la documentación y equipo que lo acredite para este tipo de labor.

3.8.2 PRUEBAS

3.8.2.1 PRUEBAS TIPO

Los equipos de control deberán haber sido sometidos a las pruebas tipo de acuerdo con lo estipulado en la Publicación IEC 1131-2 "Programmable controllers, equipment requirements and tests".

Los demás equipos y el sistema de medición de energía deberán ser sometidos a las pruebas tipo de acuerdo con lo estipulado en las normas correspondientes, para certificar que cumplen con sus requerimientos y que son aptos para operar en ambientes industriales.

El Contratista deberá suministrar dos copias a la EAAB los reportes de las pruebas tipo que satisfagan lo estipulado en las normas correspondientes para su aprobación y aceptación.

Cualquier equipo cuya condición en alguna de las pruebas sea “no cumple”, deberá ser remplazado en su totalidad.

3.8.2.2 Pruebas de rutina y aceptación

- Generales

Cada uno de los equipos serán probados de acuerdo con los procedimientos aceptados para las pruebas, los cuales deberán incluir, pero no limitarse a las siguientes actividades:

- Inventario de todos los módulos, tarjetas y componentes
- Verificación de memorias, direccionamiento, enlaces seriales y tiempos de procesamiento
- Comprobación de tensiones, polarizaciones y regulación de las fuentes de alimentación
- Todos los equipos y herramientas para pruebas, diagnóstico, montaje y reparación serán probados y utilizados comprobando su correcto funcionamiento.
- Todos los tableros deberán ser revisados en su mano de obra, acabado y ensamblaje.

- Cualquier equipo cuya condición en alguna de las pruebas sea “no cumple”, deberá ser remplazado en su totalidad.
- **Pruebas funcionales**

Estas pruebas deberán asegurar y comprobar el desempeño confiable y seguro de los equipos que conforman el sistema de control, las protecciones y el sistema de medición de energía y garantizar que cumplen con todos los requerimientos funcionales y técnicos exigidos en este documento.

1) Pruebas a los controladores de campo y de servicios auxiliares

- Simulación de entradas análogas y digitales y comprobación del correcto funcionamiento de los módulos y tarjetas para cada una de las entradas análogas y digitales.
- Verificación del funcionamiento de la adquisición de las variables de medida.
- Verificación de las comunicaciones y de la instrumentación asociada
- Comprobación de la operación de los módulos y tarjetas de señales de salida
- Comprobación de funcionamiento del sistema operativo, bases de datos, reloj de tiempo real, registro secuencial de eventos, rutinas de inicialización y reinicialización, indicación de fallas y alarmas, autochequeo y autodiagnóstico y programas de aplicación.
- Facilidades de programación y modificación de programas, utilización del equipo de mantenimiento.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los modos de operación de cada nivel y de la interfaz humana - máquina local.

2) Pruebas a los equipos de HMI

Para esta prueba, se deberá preparar el sistema para el dimensionamiento máximo requerido, preparando las bases de datos, despliegues, programas, unidades de almacenamiento de datos, etc., para las condiciones finales del sistema. Los procedimientos para las pruebas deberán incluir, pero no limitarse a las siguientes pruebas:

- Pruebas de los equipos de las estaciones de operación
- Pruebas del software básico
- Pruebas de los programas de aplicación

3) Pruebas Sistema de Telecomunicaciones

Para el recibo y aceptación del sistema de telecomunicaciones en UHF y Microondas de 13 GHz., el Contratista deberá como mínimo realizar las siguientes pruebas con sus

propios equipos y personal calificado, para lo cual deberá someter a aprobación los formularios a diligenciar en campo. Las pruebas consistirán en medir los parámetros de operación de los equipos y verificar el cumplimiento con base en la ingeniería de detalle del sistema:

- Potencia de salida
- Potencia reflejada
- Nivel señal recibida
- Sensibilidad.
- Ancho de Banda
- Nivel de retardo o latencia
- Variación del retardo o jitter
- Rendimiento o throughput
- Pérdida de paquetes.
- BER

Adicionalmente el contratista debe realizar pruebas funcionales que permitan comprobar que el sistema cumple con la función objeto del proyecto, que consiste en realizar el monitoreo y supervisión de las variables hidráulica y actuadores de las cámaras de la nueva línea de conducción Tibitoc – Casablanca.

Las pruebas funcionales básicamente consistirán en simular el comportamiento de las diferentes variables hidráulicas del sistema interconectadas a la RTU / PLC y verificar sus cambio y datos de medición remotamente en Centro de Control Modelia. Para estas pruebas el Contratista deberá diseñar y someter a aprobación los diferentes formularios que permitan la verificación en campo de estas pruebas.

Como parte de las pruebas funcionales el Contratista deberá probar el sistema de gestión y monitoreo de alarmas de la red de radio comunicaciones, así como la operación de sus diferentes configuraciones Pooling, Mesh, protecciones 1+1, variación de los parámetros de operación como potencia de transmisión, ancho de banda, modulación, etc. local y remotamente.

4) Pruebas en conjunto de todo el sistema

Para la prueba de conjunto, se deberá preparar previamente todo el sistema, dimensionando memorias, bases de datos, registros, programas, etc., para la configuración final del sistema, simulando el comportamiento de los elementos que conforman cada cámara de válvulas y/o derivación.

Los procedimientos deberán contener, sin limitarse a ellas, las siguientes pruebas:

- Demostración del arranque en "frío" del sistema, incluyendo el proceso de cargar el sistema, la inicialización y reinicialización.

- Verificación de las comunicaciones entre todos los equipos del sistema a través de la red de área local.
- Demostración de la operación apropiada de todos los elementos del equipo antes de proceder con las pruebas del sistema total.
- Demostración de la operación apropiada de todos los controles de las consolas, incluyendo los teclados y los elementos manejadores de cursor.
- Verificación de todas las entradas del sistema, incluyendo cada entrada en cada uno de los equipos que conforma el sistema de control. Las entradas deberán ser verificadas para tiempos apropiados de muestreo, enlace con la base de datos, archivo histórico, presentación en pantallas, registro de eventos y reportes.
- Verificación de todos los puntos de la base de datos para la asignación apropiada de unidades de ingeniería, límites de alarma y de disparo, designaciones, descripciones y atributos.
- Verificación de todas las operaciones de entradas de datos, tales como mensajes del operador, entrada de límites de alarmas a la base de datos y entradas no válidas e ilegales. Esta prueba deberá verificar apropiadamente las acciones del operador.
- Demostración de las funciones de operación de los equipos de la cámara de válvulas y del propio HMI del sistema de control, desde las estaciones de operación.
- Demostración de la función de seguridad del sistema de acuerdo con los niveles de seguridad y códigos de acceso establecidos.
- Verificación de la función de manejo histórico de datos, incluyendo la configuración de la base de datos histórica, la capacidad de almacenamiento de información, las tasas de muestreo y la forma de crear, almacenar y nombrar los archivos históricos.
- Verificación de la función de bloqueo que permita inhibir la operación de cualquier elemento de la cámara de válvulas, así como la inhibición de cualquier señal de alarma.
- Demostración de la función de registro cronológico de eventos
- Demostración de las funciones de las curvas de tendencias en unidades de video e impresoras. Esta prueba deberá verificar la capacidad para seguir cualquier punto análogo en la base de datos y en el archivo histórico.
- Demostración de las funciones de impresión. La prueba deberá verificar que la operación puede ser llevada a cabo dentro de un tiempo determinado.
- Verificación de todas las funciones de control y secuencias de operación especificadas
- Verificación de la función de alarma. Esto deberá incluir la verificación del tamaño del archivo de alarmas, mensajes de alarmas, formatos, respuesta al reconocimiento de alarmas, respuesta al retorno a la condición normal de una alarma, y demás características asociadas con esta función.
- Demostración de reportes impresos, tanto bajo requerimiento del operador, como automáticamente en tiempos especificados.
- Demostración de respaldo automático para eventos y reportes
- Demostración del cumplimiento de los tiempos de respuesta especificados para las diferentes condiciones previstas.
- Demostración de la capacidad para detección de errores en las comunicaciones

- Verificación de la capacidad de expansión del sistema tanto en equipo como en programación.
- Demostración de las facilidades de autochequeo y autodiagnóstico de todo el sistema

5) Pruebas de puesta en servicio

Luego de tener los equipos del sistema de control instalado completamente en cada cámara de válvulas y de derivación y listo para operación, se deberá probar el sistema en forma similar a las pruebas realizadas en fábrica, utilizando primero los equipos de simulación y posteriormente actuando directamente sobre los equipos de cada cámara.

6) Pruebas para integración

Una vez realizada la verificación de todas las señales de entrada/salida del sistema de control, su correspondencia con las definiciones de la base de datos y su perfecta indicación en la HMI del sistema de control, se deben realizar por parte del Contratista pruebas con equipo simulador, desde el sitio y pruebas en vivo para todas las señales e informaciones intercambiadas entre el Centro de Control Modelia de la EAAB y el sistema de control.

El Contratista debe coordinar con la EAAB la realización de la prueba de integración al Centro de Control Modelia de la EAAB, por lo tanto, deberá enviar con la debida anticipación la información necesaria para su preparación. Dicha información deberá comprender como mínimo los procedimientos y protocolos detallados de las pruebas, formatos para registro de resultados de todas las pruebas efectuadas, lista de señales completas con la tabla de correspondencia de direcciones para el Centro de Control de la EAAB, etc.

Para las simulaciones desde el sitio se deben realizar las siguientes pruebas:

- Indicaciones sencillas, se simularán una a una todas las indicaciones (alarmas, señalizaciones, registro de eventos, etc.) desde la cámara de válvulas y se verificará su llegada al respectivo sistema del Centro de Control de la EAAB con la marca de tiempo correspondiente.
- Adquisición de medidas: Con la opción de simulación de señales en la instrumentación se comprobará, para cada medida, valores más allá de los límites superiores e inferiores y en el valor medio.
- Comandos: se probarán cada uno de los comandos dobles o sencillos, que se puedan enviar desde el Centro de Control de la EAAB, verificando que lleguen hasta el equipo correspondiente y con confirmación, verificar su retorno al Centro de Control de la EAAB y su respectivo tiempo.

Adicionalmente se deberán efectuar pruebas de funcionamiento del sistema tales como:

- Simular una pérdida del canal de comunicación y verificar la recuperación del sistema.
- Desconectar un controlador y colocarlo de nuevo en servicio verificando la recuperación del sistema.
- Poner fuera de servicio el Gateway y luego volverlo a poner en servicio, verificando que opere adecuadamente, indicando el estado real de la Cámara de Válvulas.
- Pérdida de la alimentación auxiliar al Gateway y verificación de su reinicio automático luego de su restablecimiento.

3.8.3 DOCUMENTACIÓN

El Contratista deberá entregar 3 copias de toda la documentación del Sistema Eléctrico, Control, Comunicaciones e Instrumentación distribuida de la siguiente manera:

- La primera copia en formato impreso y digital al coordinador del proyecto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- La segunda copia en formato impreso y digital a la División táctica de Mantenimiento de la EAAB
- La tercera copia en formato impreso y digital para la Interventoría.

La documentación con relación a todos los equipos del sistema eléctrico, control, comunicaciones e instrumentación que debe ser suministrada por el contratista es la siguiente:

- Manuales de hardware del sistema de control.
- Manuales de software del sistema de control.
- Manual de mantenimiento (Fallas y diagnostico)
- Manual de Operación
- Documento de la estrategia de control detallada.
- Manual de detalles de configuración de equipos
- Hoja técnica de especificaciones de cada uno de los equipos que involucran el sistema de control.
- Registro de la prueba de aceptación en la fábrica del PLC y HMI de cada cámara.
- Registro de la prueba de aceptación
- Registro de aceptación operacional de cada cámara.
- Plano de construcción final (Cross Reference)
- Planos del sistema
- Planos del Hardware
- Planos de interconexión
- Cálculos de Potencia Total e individual por equipos.
- Copia del aplicativo definitivo del sistema de supervisión
- Programa final del PLC (Impreso y en copia magnética)

De igual manera, el contratista debe entregar a la EAAB todas las licencias físicas de cada uno del software de los equipos electrónicos que se suministren (HMI, RTU, RADIO MODENS, INSTRUMENTACION, ACTUADORES, ANALIZADORES DE PARAMETROS ELECTRICOS, RELES MULTIFUNCIONALES, ANALIZADORES DE POTENCIA REACTIVA, y demás equipos que requieren de un software para su programación y/o configuración.

3.8.4 CAPACITACIÓN

El contratista deberá dar entrenamiento del nuevo sistema de control entregado a la EAAB y los elementos de hardware y software que lo componen, y debe ser orientado a:

- Un grupo de operaciones.
- Un grupo de mantenimiento
- Un grupo de ingeniería.

Para el grupo de operación se deberá explicar cómo funciona el sistema y los procedimientos que deben ser llevados a cabo por este grupo de trabajo, en el grupo de mantenimiento se explicará posibles fallas que pueda presentar el sistema y el procedimiento para cambios instalaciones y modificaciones futuras al sistema de control, y el tercero al nivel de ingeniería debe proporcionar el manejo de los equipos para dar la posibilidad de programar y adicionar nuevas señales y generar nuevas rutinas de programación.

El contenido de cada uno de los cursos y las personas que dicten cada uno de los cursos de capacitación deberá ser presentado con anticipación, con el objeto de ser aprobados por parte de la interventoría y del EAAB. El número de asistentes a cada uno de los cursos debe ser como mínimo de 8 personas o las que determinen la EAAB

El contratista debe garantizar una alta calidad de los cursos de capacitación de acuerdo a los grupos con los cuales se trabajará; como mínimo los cursos deberán tener una duración de 5 días por grupo.

Las fechas de entrenamiento y la ubicación de los cursos deben ser determinadas por la EAAB y la disponibilidad de cada una de las partes.

3.9 LISTADO DE EQUIPOS Y SERVICIOS

En el anexo No 6 “Lista de cantidades” se relaciona un listado de equipos, materiales y servicios producto de la ingeniería de detalle desarrollada para el Sistema de Instrumentación, Control y Comunicaciones de cada una de las cámaras de válvulas y cajas de derivación, esta lista incluye todos los componentes requeridos para implementar el sistema.

3.10 GLOSARIO DE TERMINOS

Sigla	Explicación
EAAB	EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO y ASEO DE BOGOTA
SCADA	SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION
IHM	INTERFAZ HUMANO MÁQUINA
UPS	SISTEMA CONTINUO DE ENERGÍA
PLC	PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER
EPROM	MEMORIA PROGRAMABLE DE SOLO LECTURA, BORRABLE
RAM	MEMORIA DE ACCESO ALEATORIO
LAN	RED DE ÁREA LOCAL
CPU	CENTRAL PROCESS UNIT
RTU	UNIDAD TERMINAL REMOTA
ETHERNET	RED DE INTERCONEXION LOCAL
TCP / IP	PROTOCOLO DE TRANSMISION / PROTOCOLO INTERNET
UTP-CAT 6	CABLE TRENZADO NO BLINDADO
SWITCH	CONMUTADOR
MODBUS	PROTOCOLO DE COMUNICACIONES NIVEL 7
OPC	PROTOCOLO ABIERTO DE COMUNICACIONES
SPD	DIPOSITIVOS DE PROTECCION DE TRANSIENTES
BSAP	PROTOCOLO ASINCRONICO ESTANDAR DE BRISTOL
S7	PROTOCOLO DE COMUNICACIONES DE LOS PLC DE SIEMENS.
OPC-DN	PROTOCOLO DE COMUNICACIONES PARA PROCESOS DE CONTROL E INSTRUMENTACION
RTU	UNIDAD TERMINAL REMOTA
GATEWAY	PUERTA DE ACCESO EN SISTEMAS
CONTROLWAVE MICRO	MODELO RTU MARCA BRISTOL
I/O	ENTRADA/SALIDA
AI	ENTRADA ANALÓGICA
AO	SALIDA ANALÓGICA
DI	ENTRADA DISCRETA
DO	SALIDA DISCRETA

4 MANUALES DE OPERACIÓN, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

En el anexo No. 14 se presentan los Manuales de operación, instrumentación y control.