





**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS Y AL DETALLE DE LA REHABILITACIÓN Y/O OPTIMIZACIÓN DE LA BOCATOMA COCORA, EL ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO, SUMINISTRO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS ACUEDUCTOS COMUNITARIOS DE LAS COMUNAS 12 Y 13 DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ, Y LA VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN HIDRÁULICA DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN DESDE LA BOCATOMA COCORA HASTA LA PTAP LA POLA Y LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DESDE EL TANQUE CIUDAD A TANQUE SUR CON SU LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN AL D3 DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ**

**CONTRATO C-389-2022**

**INFORME ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN  
ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**



**BOGOTÁ, MARZO DE 2022**

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
VERSIÓN 1 MARZO DE 2022	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	Página i

### CUADRO DE RESPONSABILIDADES



RESPONSABLE	NÚMERO DE REVISIÓN	
	1	2
Elaboración	Danny Vargas G.	
	26-03-2022	
Revisión	Jessica Lozano	
	26-03-2022	
Aprobación	Carlos Giraldo	
	26-03-2022	

### LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. COPIAS	FECHA DE ENVÍO	OBSERVACIONES
Archivo	1	26-03-2022	



### CUADRO DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	FECHA DE MODIFICACIÓN	ORIGEN DEL CAMBIO O MODIFICACIÓN



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p>Página ii</p>

## Tabla de Contenido



1	INTRODUCCIÓN	6
1.1	ALCANCE	6
2	ADUCCIÓN COCORA – PTAP LA POLA	8
2.1	BOCATOMA COCORA	8
2.2	PUNTO DE REPETICIÓN	11
2.3	VALVULA DE CONTRAPESO	13
2.4	DERIVACIÓN PTAP´s	15
2.5	CAMARA DE QUIEBRE PTAP LA POLA	18
3	CONDUCCIÓN TANQUE CIUDAD – TANQUE SUR	22
3.1	TANQUE CIUDAD - SALIDA	22
3.2	TANQUE SUR - LLEGADA	24
4	DISTRIBUCION TANQUE SUR – DISTRITO3	28
4.1	TANQUE SUR - SALIDA	28
4.2	DISTRITO 3 - LLEGADA	28
5	NORMAS REFERENTES	32
6	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	33
6.1	CALCULO DE LOS RADIOENLACES DE COMUNICACIONES	35
6.2	PLANOS QUE COMPONEN LA AUTOMATIZACION	47
6.2.1	Planos Aducción:	47
6.2.2	Planos Conducción:	48
6.2.3	Planos Distribución	49
6.3	Consideraciones, Instalación y Puesta en Marcha (PEM) Automatización	50
6.3.1	Capacitaciones:	50
6.3.2	Protocolos de Pruebas y PEM del Sistema	51
6.3.3	Manuales de Mantenimiento y Operación	51
6.3.4	Protección contra Transitorios y Sobretensiones	51
6.3.5	Gabinetes, Ductos y Cableado	52
6.3.6	Consideraciones Especiales:	53

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA INGENIERÍA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p>Página iii</p>

7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS DE CONTROL	55
7.1	MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO	55
7.2	MEDICIÓN DE NIVEL	58
7.3	SENSOR DE PRESIÓN	61
7.4	ACTUADORES	62
7.5	MODEM DE COMUNICACIONES - NLOS	64
7.6	MODEM GPRS INDUSTRIAL DE RESPALDO	65
7.7	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC	66
7.7.1	MÓDULO DE ENTRADAS ANÁLOGAS:	69
7.7.2	MÓDULO DE SALIDAS ANÁLOGAS:	70
7.7.3	MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES:	71
7.7.4	MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES:	71
7.7.5	SWITCHE INDUSTRIAL	72
7.7.6	FUENTE DE ALIMENTACIÓN AC/DC TIPO INDUSTRIAL	73
8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS DE POTENCIA	74
8.1	INSTALACIONES Y REDES ELÉCTRICAS	74
8.1.1	Tuberías Conduit	74
8.1.2	Ductos para canalización eléctrica	74
8.1.3	Cajas para salidas	75
8.1.4	Cajas y cámaras de inspección	75
8.1.5	Cables de media tensión	75
8.1.6	Cables de baja tensión	76
8.1.7	Tableros de alumbrado	76
8.1.8	Interruptores para circuitos derivados	77
8.1.9	Switches para control de alumbrado	77
8.1.10	Tomacorrientes	77
8.1.11	Postes	77
9	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA:	78
9.1	TABLERO DE POTENCIA Y TABLERO DE CONTROL	78
9.1.1	DESCRIPCION	78
9.1.2	MEDIDA DE PAGO	79

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página iv</b></p>

9.1.3 ÍTEM DE PAGO	79
9.2 INSTRUMENTACIÓN	79
9.2.1 DESCRIPCION	79
9.2.2 MEDIDA DE PAGO	80
9.2.3 ITEM DE PAGO	80
9.3 CAJAS DE PASO Y/O DERIVACIÓN INSTRUMENTACIÓN:	81
9.3.1 DESCRIPCION	81
9.3.2 MEDIDA DE PAGO	81
9.3.3 ITEM DE PAGO	82
9.4 DUCTERIAS METÁLICAS A LA VISTA INSTRUMENTACIÓN:	82
9.4.1 DESCRIPCION	82
9.4.2 MEDIDA DE PAGO	82
9.4.3 ITEM DE PAGO	83
9.5 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA TRANSITORIOS	83
9.5.1 DESCRIPCION	83
9.5.2 MEDIDA DE PAGO	83
9.5.3 ITEM DE PAGO	84



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p>Página 5</p>

## Listado de Tablas

TABLA 1. NORMAS .....	32
-----------------------	----

## Listado de Ilustraciones

IMAGEN 1. DESCRIPCIÓN BOCATOMA .....	8
IMAGEN 2. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA BOCATOMA .....	9
IMAGEN 3. COMUNICACIONES PUNTO REPETICIÓN .....	12
IMAGEN 4. DESCRIPCIÓN SISTEMA DE CONTROL VÁLVULA CONTRAPESO .....	14
IMAGEN 5. DESCRIPCIÓN DERIVACIÓN PTAP'S .....	16
IMAGEN 6. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA DERIVACIÓN PTAP'S .....	17
IMAGEN 7. DESCRIPCIÓN CÁMARA DE QUIEBRE PTAP LA POLA .....	19
IMAGEN 8. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA CÁMARA DE QUIEBRE PTAP LA POLA .....	20
IMAGEN 9. DESCRIPCIÓN SALIDA TANQUE CIUDAD .....	22
IMAGEN 10. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA TANQUE CIUDAD .....	23
IMAGEN 11. DESCRIPCIÓN TANQUE SUR.....	25
IMAGEN 12. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA TANQUE SUR.....	26
IMAGEN 13. DESCRIPCIÓN LLEGADA DISTRITO 3 .....	29
IMAGEN 14. SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA LLEGADA DISTRITO 3 .....	29
IMAGEN 15. ESQUEMA LÍNEA DE ADUCCIÓN BOCATOMA PTAP LA POLA .....	35
IMAGEN 16. PERFIL DE ELEVACIÓN ENTRE BOCATOMA PTAP LA POLA .....	36
IMAGEN 17. UBICACIÓN PUNTO DE REPETICIÓN Y LA BOCATOMA COCORA .....	36
IMAGEN 18. UBICACIÓN PUNTO DE REPETICIÓN Y VÁLVULA DE CONTRAPESO .....	37
IMAGEN 19. DEFINICIÓN DE RADIOENLACES ADUCCIÓN BOCATOMA PTAP LA POLA .....	37
IMAGEN 20. PERFIL DE ELEVACIÓN PUNTO DE REPETICIÓN Y DERIVACIÓN PTAP'S.....	38
IMAGEN 21. CÁLCULO DEL RADIOENLACE ENTRE PUNTO DE REPETICIÓN Y DERIVACIÓN PTAP'S .....	39
IMAGEN 22. PERFIL DE ELEVACIÓN DERIVACIÓN PTAP'S Y REPETIDORA .....	40
IMAGEN 23. CÁLCULO DEL RADIOENLACE ENTRE DERIVACIÓN PTAP'S Y REPETIDORA.....	41
IMAGEN 24. CÁLCULO DEL RADIOENLACE ENTRE PUNTO DE REPETICIÓN Y REPETIDORA .....	42
IMAGEN 25. ESQUEMA DE COMUNICACIONES CONDUCCIÓN - DISTRIBUCIÓN .....	43
IMAGEN 26. PERFIL DE ELEVACIÓN TANQUE SUR Y REPETIDORA.....	43
IMAGEN 27. CÁLCULO DE RADIOENLACE ENTRE TANQUE SUR Y REPETIDORA.....	44
IMAGEN 28. PERFIL DE ELEVACIÓN DISTRITO 3 Y REPETIDORA .....	45
IMAGEN 29. CÁLCULO DE RADIOENLACE ENTRE DISTRITO 3 Y REPETIDORA .....	45

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 6</b></p>

## 1 INTRODUCCIÓN

En el proyecto de rehabilitación que involucra la optimización de la Bocatoma Cocora, se contempla el Sistema de Monitoreo y la automatización de la línea de Aducción hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, su posterior línea de conducción desde el Tanque Ciudad en la PTAP La Pola hasta el Tanque Sur y desde allí la línea de distribución al Distrito 3 de la ciudad de Ibagué.

Se plantea en el diseño, una línea de comunicaciones inalámbrica con su sistema de respaldo desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola y desde allí, con los demás puntos de interés en la Conducción y en la Distribución identificados dentro de los Estudios y Diseños, haciendo que los sistemas a implementar sean compatibles con la tecnología existente actualmente instalada que se emplea para comunicar el Sistema Central con los Tanques de Almacenamiento distribuidos a lo largo de la ciudad.



En este informe se presentan las especificaciones técnicas para la Automatización de la Aducción, la Conducción y la Distribución de las Obras desde la Bocatoma Cocora hasta la Planta de Tratamiento La Pola y su posterior paso al Tanque Sur desde el Tanque Ciudad y su llegada hasta el Distrito 3. Estas especificaciones son el documento guía para la correcta selección de equipos, sensores, actuadores y equipos de control que permitan una operación adecuada del sistema hasta su distribución.

### 1.1 ALCANCE

El alcance del presente documento es el de proveer las especificaciones técnicas para el suministro, instalación, puesta en marcha y operación del sistema de monitoreo, control y automatización de los puntos críticos definidos en los Estudios y Diseños para la Aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, la conducción al Tanque Sur y finalmente su distribución hasta el D3 de la Ciudad de Ibagué.

Cada uno de los puntos definidos para la Automatización de la línea de Aducción, Conducción y Distribución funcionarán de manera autónoma y permitirán a su vez conexión con el Sistema Central de Control ubicado en la PTAP La Pola. Su operación podrá realizarse de manera local y tendrá posibilidad de funciones de monitoreo y control remoto. El alcance de este entregable corresponde al detalle técnico y especificación para la operación de los diferentes puntos de Control como elementos autónomos en ambientes distribuidos de manera individual.

Desde la Estación Central se vigilará el funcionamiento de cada una de las líneas, permitiendo que los puntos de monitoreo se integren al Sistema SCADA existente



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> SA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 7</b></p>

(actualmente en operación), por lo que se contempla la adición de la programación y puesta en marcha de los sistemas nuevos.

Adicionalmente se presenta el detalle de ingeniería para su operación local pero con la perspectiva y visión de trabajo conjunto integrado al Sistema General de Control para el SCADA del Acueducto.

En las especificaciones técnicas de automatización se tendrá en cuenta la disposición de esquemas de detalle en los componentes que lo conforman, condiciones de recibo, la medida, tolerancias y forma de pago relacionados con la ejecución de los trabajos en el componente de Automatización.



	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 8</b></p>

## **2 ADUCCIÓN COCORA – PTAP LA POLA**

### **2.1 BOCATOMA COCORA**

La captación de la Línea de Aducción se realiza en la Bocatoma Cocora, allí se cuenta con un desarenador, el cual permite separar en primera instancia la arena y las partículas gruesas en suspensión del agua que es conducida por la línea de aducción de 36" de diámetro. A la salida del desarenador se tiene un Válvula Mariposa de Control instalada sobre la tubería, la cual tiene la misión de regular el caudal que viaja a través de la línea y llega hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola.

Se definen los siguientes elementos para el punto de la Bocatoma:

Medición:

- Macromedidor a la salida del Desarenador

Instrumentación:

- Nivel del Río antes de la Captación (Opcional)
- Nivel del Río después de la Captación - Caudal Ecológico (Opcional)

Actuadores:

- Actuador para Válvula Mariposa Reguladora de Caudal de 36"

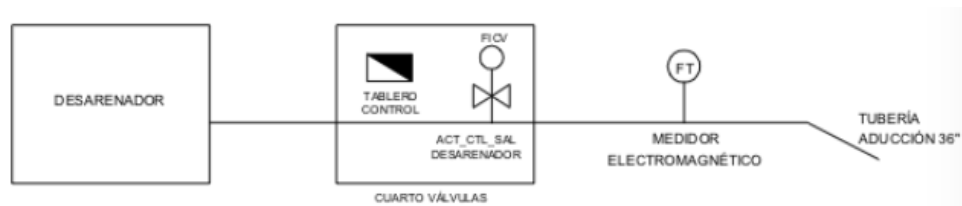




Imagen 1. Descripción Bocatoma

El caudal que se controla con la apertura y cierre de la Válvula Mariposa, se puede automatizar mediante la colocación de un Actuador Eléctrico el cual permite de manera local y/o remota ajustar el porcentaje de apertura o cierre de la válvula fijándolo en un valor predefinido. A medida que se abre o cierra, el volumen de agua que pasa por la tubería se mide a través de un medidor de caudal electromagnético el cual de manera precisa permite monitorear el flujo del agua que sale de la bocatoma hacia las Plantas de Tratamiento. Dado que se puede monitorear de manera instantánea el flujo de agua, se

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 9</b></p>

puede ajustar de manera directa la válvula electroactuada controlando su porcentaje % de apertura.

Esta actividad se puede realizar de manera local mediante el accionamiento del volante de la válvula, o mediante los botones del actuador. Igualmente se podrá hacer el ajuste de la apertura o cierre de manera remota en razón de que se tiene conexión con el Sistema Central de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola.

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:

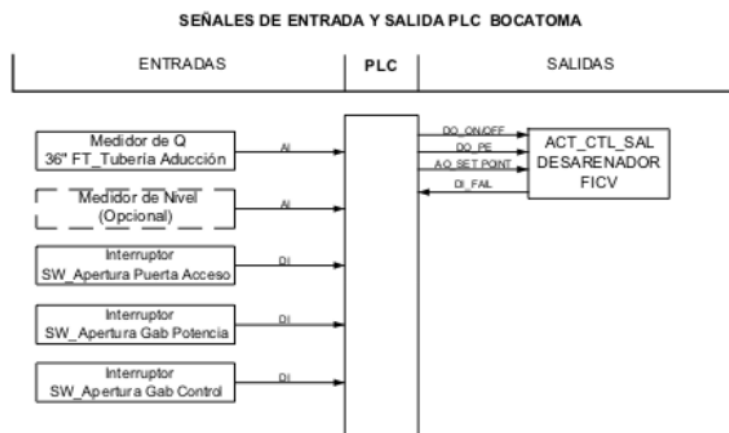




Imagen 2. Señales de Entrada y Salida Bocatoma

El sistema de Automatización en la Bocatoma, se logra mediante un Controlador Lógico Programable PLC, el cual cuenta con Entradas Análogas para el Monitoreo de los Sensores de Caudal y de Nivel, Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso al Cuarto de Control y Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control en la Bocatoma.

Todo el sistema de control: Modulo PLC y Modulos de Expansión Señales de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Control, el cual se deberá instalar en la Caseta donde se encuentra el Conjunto Valvula Mariposa y Actuador, esto en razón de la facilidad de instalación que permite la cercanía a los elementos de la automatización brindando un medio seguro para la ubicación de los equipos.

Para el control del Actuador, el sistema deberá contar con Señales Digitales de Salida para control el Encendido/Apagado del Actuador y el Sentido de Giro, para controlar si la función a ejercer es de apertura o cierre, deberá tener una señal digital de entrada para monitorear la función de fallo del actuador y emitir una alarma al sistema central y por

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. ESPECIALIZADA DE EMPRESA ESPECIALIZADA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 10</b></p>



ultimo, el sistema deberá contar con al menos una señal análoga de salida para fijar el punto de trabajo del actuador (Set Point), esto corresponde a una señal análoga de corriente en 4-20 mA, donde 4mA corresponde a 0% Abierto (Completamente Cerrado) y 100% Abierto. Esta señal es proporcional y permite fijar el porcentaje de apertura o cierre a la que se desea que permanezca la valvula.

La medición de caudal se realizará mediante un Medidor de Caudal Electromagnético en razón de la precisión que éste tipo de medidores brinda, por su principio de operación y confiabilidad de lectura por su mecanismo de instalación. Se adoptará en le Bocatoma un medidor de electrónica remota, el cual permite que el cuerpo del medidor se instale en exteriores en la tubería y la electrónica con el valor de la variable medida y la señal de salida dentro del cuarto donde se encuentra la Válvula Mariposa. La señal del valor medido se lleva al Tablero de Control, el cual se instalará dentro de la Caseta donde se encuentra la Valvula Mariposa.

Dado que en las inmediaciones de la Bocatoma se cuenta con energía eléctrica, se concibe en el diseño la implementación de un sistema de energía hibrido en el que se combina el uso de la red eléctrica con un sistema de alimentación con Panel Solar. Se empleará para ello uno de los postes cercanos a la caseta donde se encuentra la Válvula Mariposa y se instalará el Gabinete de Potencia, el cual recibe energía eléctrica de la acometida que pasa por ese punto. En ese mismo poste se deberá instalar el sistema de paneles solares para conectarlos al Inversor hibrido dentro del gabinete.

La función del Inversor Híbrido consiste por un lado en realizar la carga de un banco de baterías de la forma mas eficiente posible: esto es, cargar las baterias por medio de los paneles solares siempre que haya posibilidad de hacerlo en función de las horas sol/dia. La energía almacenada en las baterías que es corriente en DC, se pasa a corriente AC mediante un inversor de onda senosoidal pura, lo que ayuda adicionalmente a ofrecer un sistema de alimentación estable al Sistema Electrónico, similar al que se produce en una Fuente Ininterrumpida de Alimentacion UPS, generando energía regulada a todo el sistema. Igualmente, cuando la cantidad de energía solar no llegase a ser suficiente, el inversor híbrido toma la energía de la red eléctrica para cargar las baterías y con ellas, se produce la energía alterna regulada requerida para operar el conjunto eléctrico del actuador y electrónico del sistema de control.

El sistema de comunicaciones que permite llevar la información hasta la PTAP La Pola, no puede hacerse directamente, esto en razón de que la ubicación topográfica de las bocatoma por estar a nivel del río lo convierte en una zona encañonada que dificulta las comunicaciones, por ello se ha definido un Punto de Repetición el cual se encuentra en un punto elevado, visible desde la Bocatoma, desde el cual se puede establecer un enlace que permite las comunicaciones hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola según un ejercicio de calculo de radioenlace que será explicado mas adelante en este documento.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 11</b></p>

## 2.2 PUNTO DE REPETICIÓN

Como mecanismo para lograr las comunicaciones entre la Bocatoma y la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola, se ha definido un Punto Intermedio de Repetición el cual tiene como función habilitar las comunicaciones dado que al estar ubicado en un punto más alto, tiene posibilidad de tener línea de vista con uno de los puntos de monitoreo de la Aducción y así llevar la información hasta el Sistema de Monitoreo Central.

Las comunicaciones se establecen con la Bocatoma a través de un sistema de comunicaciones de propagación NLOS (Non Line Of Sight), el cual por su banda de frecuencia y tipo de transmisión de información, no exige que haya línea de vista entre las estaciones. Normalmente los sistemas de NLOS, se realizan en bajas frecuencias 470 MHz e incluso 915 MHz, algunas de las cuales no requieren permiso de uso del espectro electromagnético.

Se deberá instalar un sistema de comunicaciones entre la Bocatoma y el Punto de Repetición en comunicaciones NLOS, será responsabilidad del contratante instalar equipos en bandas libres que no requieran permiso de uso de frecuencia y en el caso que esto llegue a ser requerido, correrá por cuenta del contratista la gestión de permisos y el pago de frecuencias, sin que esto genere costos adicionales a la entidad contratante.

Se definen los siguientes elementos para el punto de Repetición:

Comunicación NLOS: Non Line of Sight



- Bocatoma
- Válvula de Contrapeso

Comunicación LOS: Line Of Sight

- Derivación PTAP's

Comunicación GPRS:

- PTAP La Pola

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 12</b></p>

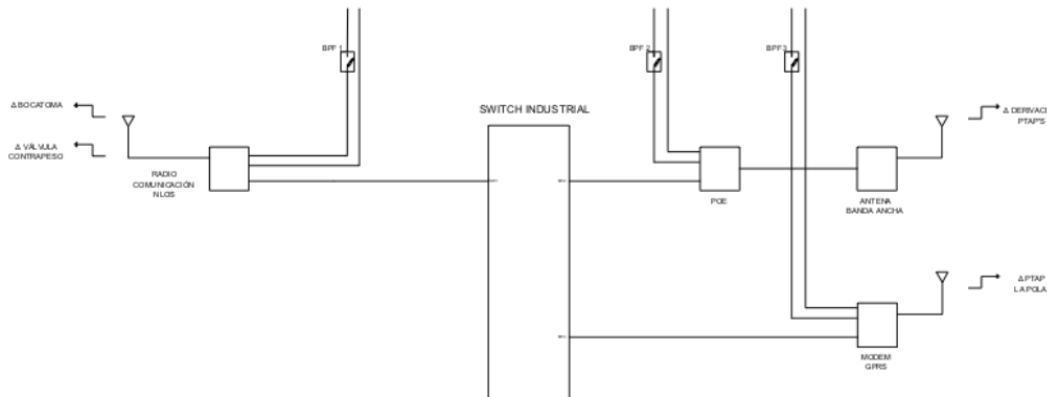




Imagen 3. Comunicaciones Punto Repetición

De la misma forma que se realizan las comunicaciones entre la Bocatoma y el Punto de Repetición, la ubicación geográfica de la Válvula de Contrapeso, requiere que haya una comunicación de respaldo en un sistema de Comunicaciones NLOS (Non Line of Sight) sin línea de vista, con el Punto de Repetición. Esto habilitará las comunicaciones de los sitios de más difícil acceso.

Todas las comunicaciones son del tipo Ethernet, las cuales permiten concentrar a través de un Switch de comunicaciones las señales entrantes y salientes, permitiendo configurar la repetición de señales y retransmisión de la información desde la Bocatoma y la Válvula de Contrapeso hacia la PTAP La Pola a través del Enlace de Banda Ancha Inalámbrica y a manera de respaldo por medio del canal GPRS.

En el esquema de comunicaciones el contratista definirá la configuración de los equipos para su funcionamiento como maestro/esclavo o como repetidor de señal. El funcionamiento de los equipos en el punto de repetición corresponde a un sistema de repetición digital que enruta las comunicaciones. En el caso que el contratista requiera colocar un equipo inteligente de procesamiento de información en la estación de repetición ésta se hará por cuenta del contratista sin generar costos adicionales a la entidad contratante.

Todo el sistema de comunicaciones: Equipos de Radios NLOS y Señales de Comunicaciones de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Potencia y de Control, el cual se deberá instalar en un poste nuevo ubicado en el punto designado para la Estación de Repetición. El poste podrá ser de concreto o de fibra de vidrio, en todo caso será mínimo de 12 metros de altura y 510 Kg-f.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 13</b></p>

En el poste se colocarán todos los equipos de comunicaciones y el sistema de alimentación basado en paneles solares que le permitan independencia de alimentación con el fluido eléctrico de 110 VAC de la Red Eléctrica. Se deberá garantizar la autonomía del sistema en función de la ubicación geográfica y las horas sol promedio día para la carga de baterías permitiendo que el sistema tenga autonomía aun en periodos del año de baja radiación solar.

En la Estación Punto de Repetición se instalará un Inversor de capacidad suficiente para proveer energía a todos los equipos, la función del Inversor se logra por medio de un Regulador de Carga que toma la energía de los Paneles Solares y realiza de manera eficiente la Carga de las Baterías. La autonomía de las baterías deberá permitir operar el sistema en ausencia de radiación solar de un mínimo de 5 días. La salida de carga se conecta a un Inversor que permite convertir la energía de Corriente Directa en 24 VDC a energía alternaca VAC a 110 VAC, la cual será del tipo Sinusoidal Pura para la alimentación de los equipos Electronicos de Comunicaciones y Control.

## 2.3 VALVULA DE CONTRAPESO



En la Línea de Aducción se define un punto crítico para el monitoreo y estabilización de presiones en el que se hace necesaria la instalación de una Válvula de Contrapeso debido a que se puede alcanzar una contra presión rapidamente, por lo que por seguridad se instala ésta valvula en la Aducción desde la Bocatoma hacia la PTAP La Pola.

Conviene al Sistema de Automatizacion identificar el estado de la Valvula, esto por medio de interruptor ON/OFF, el cual reporte al Sistema Central el estado de Activación/Desactivacion de la Válvula de Contrapeso, para ello se requiere un sistema de control con comunicación al Sistema Central de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola.

Se definen los siguientes elementos para el punto de la Bocatoma:

Medición:

- Estado ON/OFF Valvula Contrapeso
- Apertura Puerta Gabinete
- Apertura Puerta de Acceso

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 14</b></p>

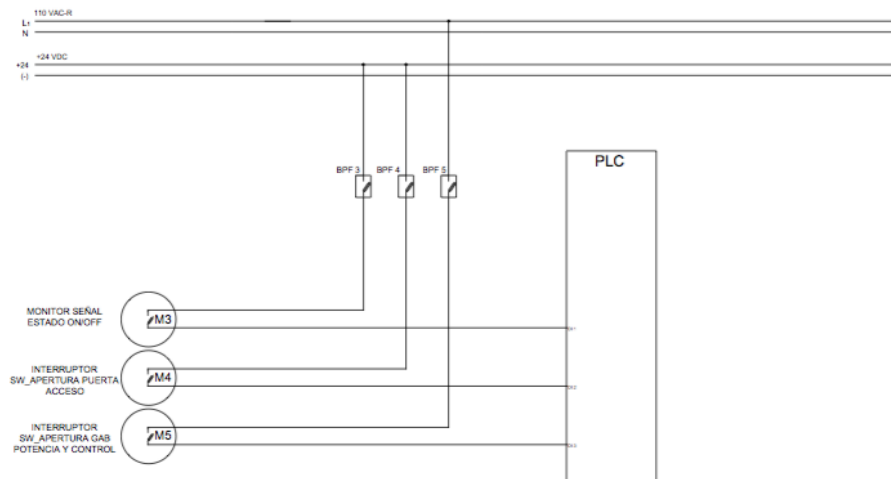




Imagen 4. Descripción Sistema de Control Válvula Contrapeso

El interruptor ON/OFF será del tipo industrial Final de Carrera, el cual de manera robusta debe permitir enviar la información del estado de la Válvula al Controlador Logico Programable PLC y éste a su vez a través de un sistema de comunicaciones principal y de respaldo, llevar la información de Estado al Sistema Central.

De manera complementaria, se instalará en el Gabinete de Potencia y de Control un Switch que reporte la condición de apertura y cierre del mismo, lo mismo que un interruptor para validar el ingreso con la apertura/cierre de la Puerta de Acceso del Foso de la Válvula, identificando así los accesos no autorizados al sistema.

Todo el sistema de potencia y de control: Modulo PLC y Modulos de Expansión, Sistema de Alimentacion, Comunicaciones y Control se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Potencia y de Control, el cual se deberá instalar en un poste cercano donde pasa la energía eléctrica en el punto mas cercano de la ubicación de la Válvula de Contrapeso, por lo que se requiere la implementación de un sistema de energía híbrido en el que se combina el uso de la red eléctrica con un sistema de alimentación con Panel Solar. En ese mismo poste se deberá instalar el sistema de paneles solares para conectarlos al Inversor híbrido dentro del gabinete.

La función del Inversor Híbrido consiste por un lado en realizar la carga de un banco de baterías de la forma mas eficiente posible: esto es, cargar las baterías por medio de los paneles solares siempre que haya posibilidad de hacerlo en función de las horas sol/día. La energía almacenada en las baterías que es corriente en DC, se pasa a corriente AC mediante un inversor de onda senoidal pura, lo que ayuda adicionalmente a ofrecer un

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 15</b></p>

sistema de alimentación estable al Sistema Electrónico, similar al que se produce en una Fuente Ininterrumpida de Alimentación UPS, generando energía regulada a todo el sistema. Igualmente, cuando la cantidad de energía solar no llegase a ser suficiente, el inversor híbrido toma la energía de la red eléctrica para cargar las baterías y con ellas, se produce la energía alterna regulada requerida para operar el sistema de control.

El sistema de comunicaciones que permite llevar la información hasta la PTAP La Pola, no puede hacerse directamente, esto en razón de que la ubicación geográfica de la Válvula de Contrapeso por ser una zona que dificulta las comunicaciones de línea de vista, por ello se ha definido apoyarse en el mismo Punto de Repetición de la Bocatoma el cual se encuentra en un punto elevado, desde el cual se puede establecer un enlace de comunicaciones sin línea de vista, que permite las comunicaciones hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola.

Se deberá instalar un sistema de comunicaciones entre la Válvula de Contrapeso y el Punto de Repetición en comunicaciones NLOS, será responsabilidad del contratante instalar equipos en bandas libres que no requieran permiso de uso de frecuencia y en el caso que esto llegue a ser requerido, correrá por cuenta del contratista la gestión de permisos y el pago de frecuencias, sin que esto genere costos adicionales a la entidad contratante.



Como respaldo al sistema de comunicaciones se instalará en el Punto de Monitoreo de la Válvula de Contrapeso un Modem de Comunicaciones Industriales GPRS con cobertura de la red celular, el cual deberá ser compatible con el Sistema existente actualmente instalado en la Empresa IBAL para la gestión de comunicaciones de respaldo entre la PTAP La Pola y los Tanques de Almacenamiento distribuidos a lo largo de la ciudad.

## 2.4 DERIVACIÓN PTAP'S

La línea de aducción que se dirige hacia la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, tiene un punto de derivación en la periferia urbana de Ibagué en el lugar que se conoce como Boquerón, allí se realiza una derivación de la tubería y se definen dos líneas de conducción, la que dá paso hacia el suministro en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Boqueron (Nueva) y la línea que sigue hacia la PTAP La Pola en su diseño original.

Eso significa entonces que parte del Caudal que lleva la línea de Aducción se queda de manera permanente en la PTAP Boquerón y el Caudal restante se disponibiliza para ser usado en la PTAP La Pola.



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 16</b></p>

En el Punto de Derivación PTAP's, se cuenta entonces con dos (2) Valvulas Mariposa, a las cuales se les instalan Actuadores Eléctricos con control del Porcentaje de Apertura para que se pueda regular el Caudal de Salida a cada una de las Plantas.

Se definen los siguientes elementos para el punto de Derivación de las PTAP's:

Instrumentación:

- Piezometro para monitoreo de Presión

Actuadores:

- Actuador para Válvula Mariposa Reguladora de Caudal Derivación PTAP Boquerón
- Actuador para Válvula Mariposa Reguladora de Caudal Derivación PTAP La Pola

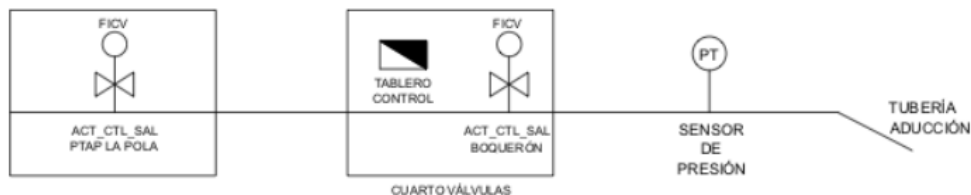




Imagen 5. Descripción Derivación PTAP's

El caudal que se controla con la apertura y cierre de las Válvulas Mariposa en dirección a la Planta de Tratamiento de Agua Boquerón y la Planta de Tratamiento de Agua La Pola, se automatiza mediante la colocación de Actuadores Eléctricos sobre las Válvulas, los cuales permiten de manera local y/o remota ajustar el porcentaje de apertura o cierre de las válvulas fijándolos en un valor predefinido para asignar el caudal de ingreso a cada una de las plantas. A medida que se abre o cierra la válvula, se modifica el volumen de agua que pasa por la tubería, éste se mide a través de los medidores de caudal electromagnético que se instalarán a la entrada en cada planta; de esa forma se puede medir de manera precisa la cantidad de agua que ingresa a cada Plantas de Tratamiento.

En este punto, se puede hacer un balance de agua, esto es, se puede medir la cantidad de agua que sale desde la Bocatoma, la cual deberá ser aproximadamente igual a la suma de los caudales que ingresan a las Plantas de Boquerón (Nueva) y a la Planta La Pola (Existente), esto es posible dado que se puede monitorear de manera instantánea el flujo de agua en toda la línea de Aducción, teniendo el monitoreo desde el Sistema Central.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 17</b></p>

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:

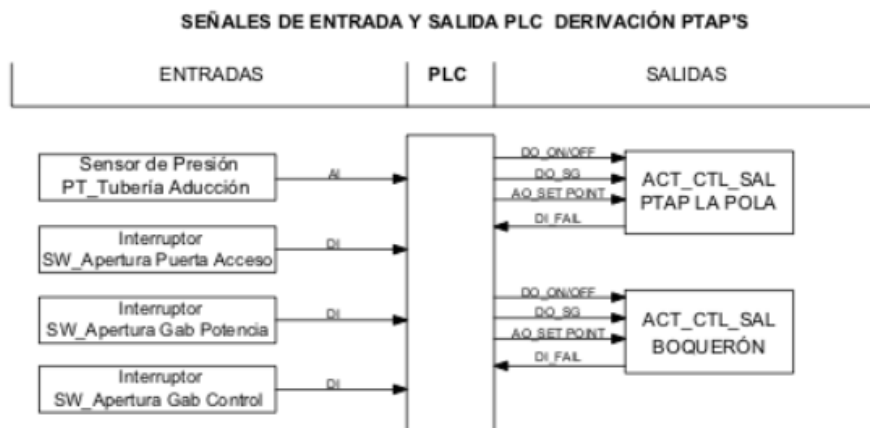




Imagen 6. Señales de Entrada y Salida Derivación PTAP's

El sistema de Automatización en el Punto de Derivación de las PTAP's, se concibe mediante la colocación de un Controlador Lógico Programable PLC, el cual cuenta con Entradas Análogas para el Monitoreo del Sensor de Presión, Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso al Foso de Válvulas, Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control en el Punto de Derivación.

Todo el sistema de control: Modulo PLC y Modulos de Expansión Señales de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Control, el cual se deberá instalar en el Foso donde se instalará el Conjunto de Valvula Mariposa y Actuador, esto en razón de la facilidad de instalación y la seguridad de los elementos, lo que permite la cercanía a los elementos de la automatización brindando un medio seguro para la ubicación de los equipos.

En el caso de que la Cámara del Foso de Válvulas se tenga riesgo de Inundación, el contratista deberá instalar el Gabinete de Control en exteriores, por lo que deberá tomar las precauciones para garantizar la seguridad de los equipos, por ejemplo con la construcción de una caseta en concreto con puerta reforzada en metal, para restringir el acceso a los equipos de personal no autorizado.

El sistema de PLC deberá contar con Señales Digitales de Salida para control del Encendido/Apagado del Actuador y el Control del Sentido de Giro que permita de manera

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 18</b></p>

remota ejercer la función de apertura o cierre de la Válvula. Deberá tener adicionalmente una señal digital de entrada para monitorear la función de fallo del actuador y en ese caso poder emitir una alarma al sistema central. Por ultimo, el sistema deberá contar con al menos una señal análoga de salida para fijar el punto de trabajo del actuador (Set Point), esto corresponde a una señal análoga de corriente en 4-20 mA, donde 4mA corresponde a 0% Abierto (Completamente Cerrado) y 100% Abierto. Esta señal es proporcional y permite fijar el porcentaje de apertura o cierre a la que se desea que permanezca la valvula de derivación hacia cada Planta de Tratamiento de Agua, pudiendo con este mecanismo ejercer el control del caudal de ingreso a las PTAP's.



Dado que en las inmediaciones del Punto de Instalación de la Derivación de las PTAP's se cuenta con energía eléctrica, ésta será tomada desde un poste cercano donde se instalará el Tablero de Potencia, allí se dispondrá de un sistema de alimentación de respaldo basado en un inversor de Fuente Ininterrumpida de Alimentación UPS, el cual deberá permitir cargar unas baterías de respaldo, con las que se generará la energía en AC para la alimentación de los equipos. La energía de alimentación generada, deberá ser del tipo Senoidal Pura y el Sistema de Alimentación deberá tener al menos dos (2) días de autonomía ante una falla del Servicio Eléctrico.

El sistema de comunicaciones que permite llevar la información desde el Punto de Derivación PTAP's hasta la PTAP La Pola, puede realizarse a través de las comunicaciones que establece el Sistema Central con la Repetidora instalada en los cerros, la cual por su ubicación estratégica permite ampliar el radio de acción de las comunicaciones dando línea de vista con los puntos alejados y estableciendo enlaces de comunicación punto a multipunto de banda ancha inalámbrica.

## 2.5 CAMARA DE QUIEBRE PTAP LA POLA

Una vez se pasa del Punto de Derivación de las PTAP's, la Aducción que se dirige hacia la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, se llega a un sistema hidráulico denominado cámara de Quiebre en la entrada de la PTAP en la que se instalan dos (2) válvulas anulares para realizar el control de presión y de caudal de ingreso a la Planta de Tratamiento de Agua.

En cada una de las válvulas anulares se realiza la instalación de un Actuador eléctrico para ejercer de manera local y remota el control de apertura y cierre mediante la fijación del porcentaje % de apertura al que se desea operar la válvula para regular el caudal de entrada a la Planta.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 19</b></p>

Se definen los siguientes elementos para el punto de Derivación de las PTAP's:

Medición:

- Macromedidor a la Entrada de la Planta

Instrumentación:

- Piezometro para monitoreo de Presión

Actuadores:

- Actuadores para las Válvulas Anulares de entrada

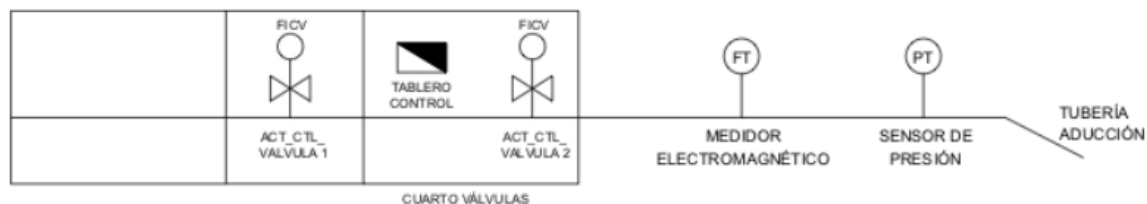




Imagen 7. Descripción Cámara de Quiebre PTAP La Pola

La Cámara de Quiebre de Presión cuenta con dos (2) Válvulas Anulares que permiten regular el nivel de presión y de caudal de ingreso a la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, la medida de Caudal se contrasta con la instalación de un Medidor Electromagnético de Flujo y los Valores de Presión se monitorean con un sensor de medición continua instalado en la tubería.

La actividad de control sobre las válvulas se puede realizar de manera local mediante el accionamiento del volante de la válvula, o mediante los botones del actuador. Igualmente se podrá hacer el ajuste de la apertura o cierre de manera remota en razón de que se tiene conexión con el Sistema Central de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola.

La medición de caudal se realiza mediante un Medidor de Caudal Electromagnético en razón de la precisión que éste tipo de medidores brinda, por su principio de operación y confiabilidad de lectura por su mecanismo de instalación. Se adoptará en la Cámara de Quiebre un medidor de electrónica integrada para que en el mismo punto de ubicación del Medidor, se tenga lectura local de la variable y transmisión de datos al Sistema Central.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 20</b></p>

De igual forma, se cuenta con un sensor instalado en un piezómetro en la tubería, el cual permite registrar de manera continua los cambios de presión que se ejercen en la línea de aducción, Los valores de presión, al igual que los valores de Caudal de ingreso a la planta leídos en el macromedidor serán monitoreados y almacenados permanentemente por el Sistema SCADA.

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:

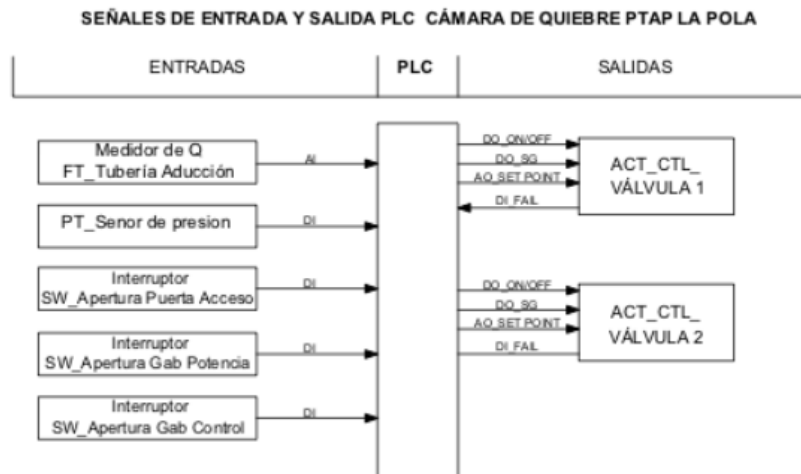




Imagen 8. Señales de Entrada y Salida Cámara de Quiebre PTAP La Pola

El sistema de control está gobernado por un Controlador Lógico Programable PLC, el cual dispone de Entradas Análogas para el Monitoreo de los Sensores de Presión y Caudal, dispone de Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso a la Cámara y la Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control requeridos para operar el sistema.

En inmediaciones de la Cámara de Quiebre, se instala un Gabinete de Potencia y de Control, en el que se alojan los equipos de Automatización: Módulo PLC y Modulos de Expansión de Señales de Entrada y Salida, para el monitoreo y control de las variables del proceso.



El sistema de PLC deberá contar con Señales Digitales de Salida para control del Encendido/Apagado de los Actuadores y el Control del Sentido de Giro que permita de manera remota ejercer la función de apertura o cierre de las Válvulas. Deberá tener adicionalmente una señal digital de entrada para monitorear la función de fallo del actuador y en ese caso poder emitir una alarma al sistema central.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 21</b></p>

De otro lado, el sistema deberá contar con manejo de señales análogas de salida para fijar los puntos de trabajo de los actuadores (Set Point), esto corresponde a unas señales análogas de corriente en 4-20 mA, proporcionales al porcentaje de apertura designado para la Válvula, donde 4mA será completamente Cerrado y 20 mA Completamente Abierto, esto con el fin de regular el caudal de agua que ingresa a la PTAP proveniente de la Bocatoma Cocora.

En la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, se cuenta con energía eléctrica, razón por la cual ésta será empleada para dar el suministro de energía al Tablero de Potencia y con ella al Sistema de Control, allí se dispondrá de un sistema de alimentación de respaldo basado en un inversor de corriente del tipo Fuente Ininterrumpida de Alimentación UPS, el cual deberá permitir cargar unas baterías de respaldo, con las que se generará la energía en AC para la alimentación de los equipos. La energía de alimentación generada, deberá ser del tipo Senoidal Pura y el Sistema de Alimentación deberá tener al menos dos (2) días de autonomía ante una falla del Servicio Eléctrico.

El sistema de comunicaciones existente en la PTAP La Pola, permite que se integren los equipos de la Cámara de Quiebre al Sistema Central mediante la colocación de una Antena para el establecimiento de un Enlace de Banda Ancha Inalambrica con el Sistema SCADA existente.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 22</b></p>

### **3 CONDUCCIÓN TANQUE CIUDAD – TANQUE SUR**

#### **3.1 TANQUE CIUDAD - SALIDA**

Desde la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola, se traza la línea de Conducción que tiene su salida desde el Tanque Ciudad (ubicado en la PTAP La Pola) y llegada al Tanque Sur ubicado en la zona urbana de Ibagué. Desde allí se da suministro de agua a la población aledaña al Tanque Sur y se realiza de manera adicional una distribución al Distrito 3 como se verá mas adelante.

Se definen los siguientes elementos para el punto de Salida en el Tanque Ciudad:

Actuadores:

- Actuador eléctrico para Válvula Mariposa de Salida

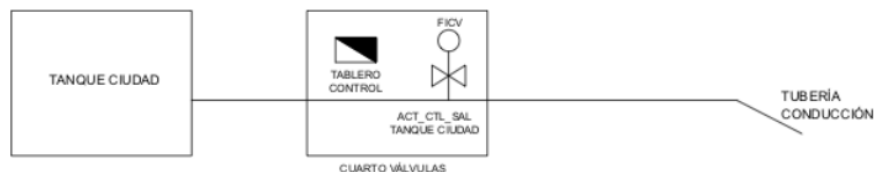




Imagen 9. Descripción Salida Tanque Ciudad

El caudal que se controla con la apertura y cierre de la Válvula Mariposa, se puede automatizar mediante la colocación de un Actuador Eléctrico el cual permite de manera local y/o remota ajustar el porcentaje de apertura o cierre de la válvula fijándolo en un valor predefinido. A medida que se abre o cierra, el volumen de agua que pasa por la tubería se mide a través de un medidor de caudal electromagnético ubicado en el Tanque Sur de Destino, el cual de manera precisa permite monitorear el flujo del agua que sale del Tanque Ciudad y llega al Tanque Sur. Dado que se puede monitorear de manera instantánea el flujo de agua, se puede ajustar de manera directa la válvula electroactuada controlando su porcentaje % de apertura.

Esta actividad se puede realizar de manera local mediante el accionamiento del volante de la válvula, o mediante los botones del actuador. Igualmente se podrá hacer el ajuste de la apertura o cierre de manera remota en razón de que se tiene conexión con el Sistema Central de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 23</b></p>

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:

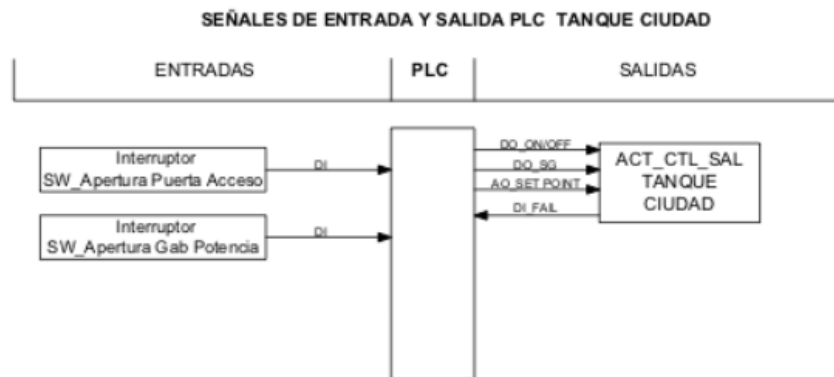


Imagen 10. Señales de Entrada y Salida Tanque Ciudad



El sistema de Automatización en el Tanque Ciudad, se logra mediante un Controlador Lógico Programable PLC, el cual cuenta con Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso al Cuarto de Control y Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control en el Tanque Ciudad.

Todo el sistema de control: Modulo PLC y Modulos de Expansión Señales de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Control, el cual se deberá instalar en la Caseta donde se encuentra el Conjunto Valvula Mariposa y Actuador, esto en razón de la facilidad de instalación que permite la cercanía a los elementos de la automatización brindando un medio seguro para la ubicación de los equipos.

Para el control del Actuador, el sistema deberá contar con Señales Digitales de Salida para control el Encendido/Apagado del Actuador y el Sentido de Giro, para controlar si la función a ejercer es de apertura o cierre, deberá tener una señal digital de entrada para monitorear la función de fallo del actuador y con ella emitir una alarma al Sistema Central. Por ultimo, el sistema deberá contar con al menos una señal análoga de salida para fijar el punto de trabajo del actuador (Set Point), esto corresponde a una señal análoga de corriente en 4-20 mA, donde 4mA corresponde a 0% Completamente Cerrado y 100% Completamente Abierto. Esta señal es proporcional en todo el rango y permite fijar el porcentaje de apertura o cierre a la que se desea que permanezca la valvula.

En la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, se cuenta con energía eléctrica, razón por la cual ésta sera empleada para dar el suministro de energía al Tablero de Potencia y con ella al Sistema de Control, allí se dispondrá de un sistema de alimentación de respaldo basado en un inversor de corriente del tipo Fuente Ininterrumpida de



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBACUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 24</b></p>

Alimentación UPS, el cual deberá permitir cargar unas baterías de respaldo, con las que se generará la energía en AC para la alimentación de los equipos. La energía de alimentación generada, deberá ser del tipo Senoidal Pura y el Sistema de Alimentación deberá tener al menos dos (2) días de autonomía ante una falla del Servicio Eléctrico.

El sistema de comunicaciones existente en la PTAP La Pola, permite que se integren los equipos de la Cámara de Quiebre al Sistema Central mediante la colocación de una Antena para el establecimiento de un Enlace de Banda Ancha Inalambrica con el Sistema SCADA existente.

### 3.2 TANQUE SUR - LLEGADA

La línea de conducción que proviene de la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola, tiene llegada al Tanque Sur por el punto en el que se encuentra la Válvula Reguladora de Nivel que controla el llenado del Tanque evitando así su rebose.

En la línea de entrada se tiene una Válvula Mariposa a la que se le adapta un Actuador Eléctrico para el control del Caudal de Ingreso al Tanque de Almacenamiento mediante el control del Porcentaje de Apertura.

Se definen los siguientes elementos para el Tanque Sur:

Medición:



- Macromedidor a la Entrada del Tanque

Instrumentación:

- Sensor de Nivel para monitoreo de Llenado del Tanque

Actuadores:

- Actuador para la Válvula Reguladora de Nivel
- Actuador para Válvula Mariposa Reguladora de Caudal

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 25</b></p>

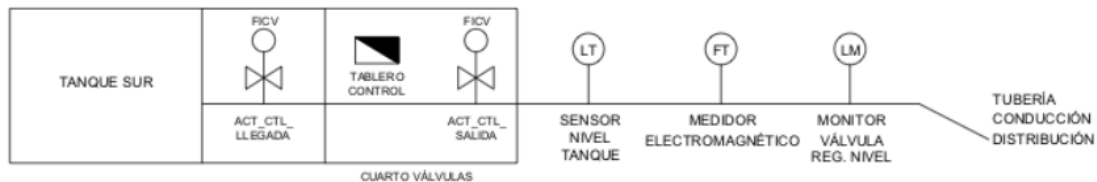


Imagen 11. Descripción Tanque Sur



El caudal que se controla con la apertura y cierre de las Válvulas Mariposa en dirección al Tanque Sur, se automatiza mediante la colocación de un Actuador Eléctrico sobre la Válvula, el cual permite de manera local y/o remota ajustar el porcentaje de apertura o cierre de las válvulas fijándolos en un valor predefinido para asignar el caudal de ingreso al Tanque de Almacenamiento. A medida que se abre o cierra la válvula, se modifica el volumen de agua que pasa por la tubería, éste se mide a través del medidor de caudal electromagnético que se instala a la entrada del tanque; de esa forma se puede medir de manera precisa la cantidad de agua que ingresa al Tanque Sur.

La medición de caudal se realiza mediante un Medidor de Caudal Electromagnético en razón de la precisión que éste tipo de medidores brinda, por su principio de operación y confiabilidad de lectura por su mecanismo de instalación. Se adoptará en el Tanque Sur un medidor de electrónica integrada para que en el mismo punto de ubicación del Medidor, se tenga lectura local de la variable y transmisión de datos al Sistema Central.

El límite de llenado se controla con la Válvula Reguladora de Nivel, la cual posee un sensor ubicado en la parte superior del tanque y se emplea para indicar el momento en que el tanque se encuentra lo suficientemente lleno, para que así se active la Válvula, se cierre y evite el rebose del tanque.

De igual forma se cuenta con un Sensor de Nivel por Ultrasonido instalado en la parte superior del Tanque Sur para monitorear los Niveles de Vacío y Llenado del tanque, pudiéndose establecer con ello los mejores momentos de llenado del tanque en función de los consumos realizados.

Una vez se han alcanzado los niveles de llenado en el tanque deseados, se cuenta con una línea de distribución para el consumo de la población aledaña al Tanque Sur y una Línea Adicional de Distribución hacia el Distrito 3, a la que se agrega una Válvula de Salida tipo Mariposa, la cual por medio de un actuador eléctrico regula el caudal de salida hacia el Distrito 3 abasteciendo esa zona de la ciudad.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 26</b></p>

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:





Imagen 12. Señales de Entrada y Salida Tanque Sur

La Automatización del Tanque Sur, emplea un Controlador Lógico Programable PLC, el cual cuenta con Entradas Análogas para el Monitoreo del Sensor de Nivel para controlar el llenado del Tanque y Medición de Caudal para controlar el Flujo. Posee Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso al Tanque, y monitoreo de la Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control.

Todo el sistema de control: Modulo PLC y Modulos de Expansión Señales de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Control, el cual se deberá instalar al lado del Conjunto de Valvula Mariposa y Valvula Reguladora de Nivel.



El sistema de PLC deberá contar con Señales Digitales de Salida para control del Encendido/Apagado de los Actuadores y el Control del Sentido de Giro que permita de manera remota ejercer la función de apertura o cierre de las Válvulas. Deberá tener adicionalmente señales digitales de entrada para monitorear la función de fallo de los actuadores y en ese caso poder emitir una alarma al sistema central. Por ultimo, el sistema deberá contar con al menos dos señales análogas de salida para fijar el punto de trabajo del actuador (Set Point), esto corresponde a una señal análoga de corriente en 4-20 mA, donde 4mA corresponde a 0% Completamente Cerrado y 100% Completamente Abierto. Esta señal es proporcional y permite fijar el porcentaje de apertura o cierre a la

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> SA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 27</b></p>

que se desea que permanezcan las valvulas mariposa para el ingreso de agua al tanque en la conducción y la salida del agua del tanque en la distribución.

Dado que en las inmediaciones del Tanque Sur se cuenta con energía eléctrica, ésta será tomada desde el poste mas cercano donde se instalará el Tablero de Potencia, allí se dispondrá de un sistema de alimentación de respaldo basado en un inversor de Fuente Ininterrumpida de Alimentación UPS, el cual deberá permitir cargar unas baterías de respaldo, con las que se generará la energía en AC para la alimentación de los equipos. La energía de alimentación generada, deberá ser del tipo Senoidal Pura y el Sistema de Alimentación deberá tener al menos dos (2) días de autonomía ante una falla del Servicio Eléctrico.

El sistema de comunicaciones que permite llevar la información desde el Tanque Sur hasta la PTAP La Pola, puede realizarse a través del establecimiento de un enlace de banda ancha inalámbrica entre el Tanque Sur y La Repetidora instalada en los cerros y desde allí con el Sistema Central (enlace existente). La Repetidora por su ubicación estratégica permite ampliar el radio de accion de las comunicaciones dando linea de vista con los puntos alejados y estableciendo enlaces de comunicación punto a multipunto de banda ancha inalámbrica.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 28</b></p>

## **4 DISTRIBUCION TANQUE SUR – DISTRITO3**

### **4.1 TANQUE SUR - SALIDA**

Como se expresó en 3.2 Tanque Sur Llegada, una vez se han alcanzado los niveles de llenado en el tanque deseados, se cuenta con una línea de distribución para el consumo de la población aledaña al Tanque Sur y una Línea Adicional de Distribución hacia el Distrito 3, a la que se agrega una Válvula de Salida tipo Mariposa, la cual por medio de un actuador eléctrico regula el caudal de salida hacia el Distrito 3 abasteciendo esa zona de la ciudad.

Para efectos de la Automatización y Control, se ha tenido en cuenta en la configuración de los equipos de la Conducción en su Llegada al Tanque Sur, la inclusión de la Válvula Mariposa y el Actuador a la salida del Tanque Sur que forman parte de la Distribución, lo que permite optimizar los costos de implementación y facilitar la operación del sistema.

### **4.2 DISTRITO 3 - LLEGADA**

La línea de distribución que se dirige hacia el Distrito 3 desde el Tanque Sur, tiene un punto de llegada de ubicación estratégica que cuenta con Medición de Caudal para monitorear la cantidad de agua que se distribuye, un conjunto de Válvula Mariposa con Actuador Eléctrico para Regular el Caudal y un Piezómetro para monitorear los niveles de presión en la tubería.

Se definen los siguientes elementos para el punto de Derivación de las PTAP's:

Medición:



- Macromedidor a la Llegada en el Distrito 3

Instrumentación:

- Piezometro para monitoreo de Presión

Actuadores:

- Actuador para Válvula Mariposa Reguladora de Caudal Llegada Distrito 3

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 29</b></p>

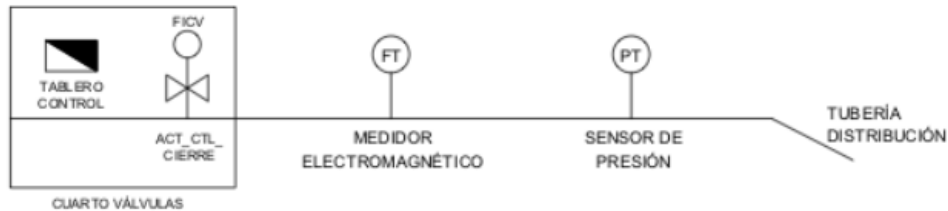


Imagen 13. Descripción Llegada Distrito 3

El caudal que es regulado con la apertura y cierre de la Válvula Mariposa a la llegada de la Línea de Distribución en el Distrito 3, se automatiza mediante la colocación de un Actuador Eléctrico sobre la Válvula, el cual permite de manera local y/o remota ajustar el porcentaje de apertura o cierre de las válvulas fijándolos en un valor predefinido para asignar el caudal de ingreso al Distrito 3. A medida que se abre o cierra la válvula, se modifica el volumen de agua que pasa por la tubería, éste se mide a través del medidor de caudal electromagnético que se instala a la llegada; de esa forma se puede medir de manera precisa la cantidad de agua que ingresa al Distrito 3.

La medición de caudal se realiza mediante un Medidor de Caudal Electromagnético en razón de la precisión que éste tipo de medidores brinda, por su principio de operación y confiabilidad de lectura por su mecanismo de instalación. Se adoptará en la Llegada del Distrito 3 un medidor de electrónica integrada para que en el mismo punto de ubicación del Medidor, se tenga lectura local de la variable y transmisión de datos al Sistema Central.

Para el control de las señales de entrada y salida se tiene la siguiente configuración:

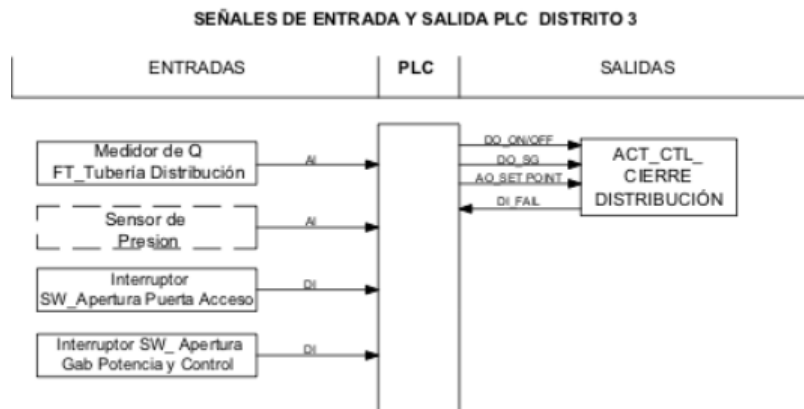




Imagen 14. Señales de Entrada y Salida Llegada Distrito 3

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA INACUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 30</b></p>



El sistema de Automatización en el Punto de Llegada del Distrito 3, se concibe mediante la colocación de un Controlador Lógico Programable PLC, el cual cuenta con Entradas Análogas para el Monitoreo del Sensor de Presión y de Caudal, Entradas Digitales para el monitoreo de las señales de Apertura y Cierre de la Puerta de Acceso al Foso de Válvulas y Apertura y Cierre de los Gabinetes de Potencia y de Control.

Todo el sistema de control: Modulo PLC y Módulos de Expansión de Señales de Entrada y Salida, se instalan en un Gabinete, denominado Gabinete de Control, el cual se deberá instalar en el Foso donde se instalará el Conjunto de Valvula Mariposa y Actuador, esto en razón de la facilidad de instalación y la seguridad de los elementos, lo que permite la cercanía a los elementos de la automatización brindando un medio seguro para la ubicación de los equipos.

En el caso de que la Cámara del Foso de Válvulas se tenga riesgo de Inundación, el contratista deberá instalar el Gabinete de Control en exteriores, por lo que deberá tomar las precauciones para garantizar la seguridad de los equipos, por ejemplo con la construcción de una caseta en concreto con puerta reforzada en metal, para restringir el acceso a los equipos de personal no autorizado.



El sistema de PLC deberá contar con Señales Digitales de Salida para control del Encendido/Apagado del Actuador y el Control del Sentido de Giro que permita de manera remota ejercer la función de apertura o cierre de la Válvula. Deberá tener adicionalmente una señal digital de entrada para monitorear la función de fallo del actuador y en ese caso poder emitir una alarma al sistema central. Por ultimo, el sistema deberá contar con al menos una señal análoga de salida para fijar el punto de trabajo del actuador (Set Point), esto corresponde a una señal análoga de corriente en 4-20 mA, donde 4mA corresponde a 0% Completamente Cerrado y 100% Completamente Abierto. Esta señal es proporcional y permite fijar el porcentaje de apertura o cierre a la que se desea que permanezca la valvula de llegada al Distrito 3, pudiendo con este mecanismo ejercer el control del caudal.

Dado que en las inmediaciones del Punto de Instalación de la Llegada del Distrito 3 se cuenta con energía eléctrica, ésta será tomada desde un poste cercano donde se instalará el Tablero de Potencia, allí se dispondrá de un sistema de alimentación de respaldo basado en un inversor de Fuente Ininterrumpida de Alimentación UPS, el cual deberá permitir cargar unas baterías de respaldo, con las que se generará la energía en AC para la alimentación de los equipos. La energía de alimentación generada, deberá ser del tipo Senoidal Pura y el Sistema de Alimentación deberá tener al menos dos (2) días de autonomía ante una falla del Servicio Eléctrico.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 31</b></p>

El sistema de comunicaciones que permite llevar la información desde el Distrito 3 hasta la PTAP La Pola, puede realizarse a través de las comunicaciones que establece el Sistema Central con la Repetidora instalada en los cerros, la cual por su ubicación estratégica permite ampliar el radio de acción de las comunicaciones dando línea de vista con los puntos alejados y estableciendo enlaces de comunicación punto a multipunto de banda ancha inalámbrica. Por esta razón se instalará un Equipo de comunicaciones entre la Llegada del Distrito 3 y la Repetidora, aprovechando así el canal existente entre la Repetidora y la PTAP La Pola, lo que permite centralizar la información del Sistema de Distribución.



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 32</b></p>



## 5 NORMAS REFERENTES

Se tomarán como referencia las normas generales y específicas de las siguientes entidades en su última edición publicada:

NORMA	DESCRIPCIÓN
IEC 60068-3-3	Environmental testing - Part 3-3: Guidance - Seismic test methods for equipments
IEC 60439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60947-1	Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules
IEC 60947-2	Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers
IEC 61000-6-1	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
IEC 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
IEC 61000-6-3	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
IEC 61010-1	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements
IEC 61439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
IEC 61439-2	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies
IEC 61641	Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault
IEC 62271-1	High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications
IEC 62271-100	High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating current circuit-breakers
IEC 62271-200	High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
IEC 439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
IEC 439-2	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies
IEC 529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 831-1	Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V - Part 1: General - Performance, testing and rating - Safety requirements - Guide for installation and operation
IEC 947-4-2	Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-2: Contactors and motor-starters - AC semiconductor motor controllers and starters
IEEE 344	Standard for Seismic Qualification of Equipment for Nuclear Power Generating Stations
IEEE Std C37.09	IEEE Standard Test Procedure for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis
IEEE Std C37.20.2	IEEE Standard for Metal-Clad Switchgear
IEEE Std C37.20.3	IEEE Standard for Metal-Enclosed Interrupter Switchgear
IEEE Std C37.20.4	IEEE Standard for Indoor AC Switches (1 kV to 38 kV) for Use in Metal-Enclosed Switchgear
IEEE Std C37.22	American National Standard Preferred Ratings and Related Required Capabilities for Indoor AC Medium-Voltage Switches Used in Metal-Enclosed Switchgear
IEEE Std C37.23	IEEE Standard for Metal-Enclosed Bus
ANSI/IEEE C37.20.1	Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear
ANSI C37.57	Switchgear Metal Enclosed Interrupter Switchgear Assemblies Conformance Testing
ANSI C37.58	Switchgear Indoor AC Medium Voltage Switches for Use in Metal Enclosed Switchgear Conformance Test Procedures
NEMA/ANSI C37.51	For switchgear - Metal-enclosed low-voltage ac power circuit breaker switchgear assemblies - Conformance test procedures
NEMA SG3	Low-Voltage Power Circuit Breakers
NEMA SG5	Power Switchgear Assemblies
NEMA SG6	Power Switching Equipment
NEMA ICS 3	Industrial Control And Systems: Medium Voltage Controllers Rated 2001 To 7200 Volts AC
UL 347	Medium-Voltage AC Contactors, Controllers, and Control Centers
UL 845	Motor Control Centers
UL 508	Standard for Industrial Control Panels
UL 1558	Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear
CSA C22.2	Enclosed and Dead-Front Switches
EEMAC E14-1	Industrial Control and Systems
IEC/TR 61641	Metal Clad and Station Type Cubicle Switchgear
IEC/TR 61641	Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault

Tabla 1. Normas

- FCC, ICEA, EIA. Lineamientos de las normas NTC 2206; NTC 2050 y IEC – 607 y IEC 61024-1, UL 1449, IEEE 142 y 518 C62.41. – RETIE Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas, Ministerio de Minas y Energía, Colombia - RAS 2017

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 33</b></p>

## **6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**



Para la Operación del Sistema de Automatización de la Aducción, Conducción y Distribución de la Línea que va desde la Bocatoma Cocora, pasa por la PTAP La Pola y termina en el Distrito 3 se contempla la integración con el Sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), Sistema de Adquisición, Control y Supervisión de Datos, existente en el Centro de Monitoreo de la Empresa Ibaquereña de Acueducto y Alcantarillado IBAL, el cual esta ubicado en el segundo piso de la Sede Administrativa de la Planta de Tratamiento de Agua PTAP La Pola.

Desde el Sistema Central de Control de la PTAP La Pola, se podrá operar todo el Sistema de Automatización de la Línea de Aducción, Conducción y Distribución. El sistema está basado en elementos industriales del tipo Controlador Lógico Programable (PLC), de marca reconocida compatibles con los existentes en la planta de tratamiento, que de manera autónoma permitan realizar la operación en cada uno de sus puntos de monitoreo en un esquema de Procesamiento Distribuido (Subsistema de Control), permitiendo la operación de manera autónoma y compartiendo información para operar el Sistema como un todo desde el Sistema Central de Monitoreo en la PTAP La Pola.

Se deberá prever que se tenga la capacidad suficiente en el Sistema Central de la PTAP La Pola para dar ingreso a todas las señales de Monitoreo y Control que Intervienen en la línea de Aducción, Conducción y Distribución, permitiendo la representación en modo gráfico cada una de las variables presentes en el Sistema de Automatización, incluyendo los parámetros eléctricos de potencia y electrónicos de control en el sistema central.

Para las comunicaciones se aprovechará la infraestructura existente, la cual permite a través del establecimiento de un Canal de Banda Ancha Inalámbrica la comunicación con el Centro de Monitoreo de la PTAP La Pola, y la Estación Repetidora instalada en el Cerro y de forma paralela con un Sistema Redundante de Comunicaciones por medio de un RadioModem Industrial con canal de datos por Internet. La arquitectura de comunicaciones sigue el modelo implementado en la empresa IBAL para el Monitoreo de los tanques de almacenamiento distribuidos a lo largo de la ciudad.

El Sistema de Automatización de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y de Tratamiento de Lodos, contará con dos (2) modos de operación: operación en modo manual con botones e interruptores para operación independiente desde los tableros como elemento de seguridad ante un potencial fallo general del sistema de automatización y Operación Centralizada desde el Centro de Control en la PTAP La Pola, donde se podrán visualizar TODAS las variables del proceso.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 34</b></p>

El diseño vigila la presencia de la Tierra Física en cada uno de los puntos y la Integra con la Tierra de los equipos y gabinetes para aterrizar las señales de los Equipos de Instrumentación, Control y Comunicaciones.



La energía no regulada que proviene de las líneas de tensión 110VAC, tendrá asociada la Tierra Física del Sistema de Protecciones Atmosféricas Pararrayos y Tierra y los Sistemas de Inversión para Conformación de Señal a manera de energía de respaldo, UPS tendrán asociada la Tierra Lógica generada por el inversor.

El sistema SCADA deberán permitir la operación en modo automático con la inclusión de rutinas para funcionamiento autónomo, así como operación en modo manual con la visualización y el control individual de cada variable del proceso. Así mismo deberá tener validaciones y registro de usuarios con diversos niveles de acceso para la parametrización, configuración, mantenimiento, uso y operación del sistema.

Las comunicaciones de red se realizarán a través de Switches Industriales en comunicaciones Ethernet OPC UA SCADA para los computadores y Modbus TCP/IP para los equipos de Control y se deberá llevar registro claro del mapa de variables del proceso y su funcionamiento como un todo.

Se deberá garantizar por parte del contratista que el Sistema de Automatización y Control posea tecnología de marca reconocida en Colombia, moderna, de últimas especificaciones técnicas y esté debidamente representada a nivel nacional por distribuidores.

La tecnología a emplear deberá estar validada a nivel industrial, deberá ser compatible con los sistemas instalados actualmente en la Empresa IBAL y deberá estar vigente en el mercado por lo menos durante los próximos 10 años y con acceso a partes y repuestos en el país como mínimo por ese periodo de tiempo y cinco años más.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 35</b></p>

## 6.1 CALCULO DE LOS RADIOENLACES DE COMUNICACIONES

Actualmente la Empresa IBAL cuenta con un sistema de comunicaciones para los Sistemas de Monitoreo y Control de las Plantas de Tratamiento y la Comunicación con los Tanques de Almacenamiento distribuidos a lo largo de la ciudad de Ibagué. Se contempla dentro de este estudio el análisis de radioenlaces para el establecimiento de comunicaciones con el Sistema Central que permitirá la Supervisión Remota de todo los Puntos de la Línea de Aducción, Conducción y Distribución de la Línea que va desde la Bocatoma Cocora, llegando a la PTAP La Pola, su conducción desde el Tanque Ciudad al Tanque Sur y su Distribución hasta el Distrito 3 de la ciudad.

Se contempla el establecimiento de un enlace de radio de banda ancha inalámbrica y un sistema de respaldo basado en un módem GPRS con acceso a Internet como mecanismo de seguridad en el caso de que las comunicaciones dedicadas presenten algún fallo.

En este informe se presentan las especificaciones técnicas para viabilización de una Red Inalámbrica Propia de datos compatible con la red existente a lo largo del Acueducto, la cual va a permitir el envío de información en tiempo real de todos los procesos al Sistema Centralizado ubicado en la Planta de Tratamiento de Agua PTAP La Pola.

A nivel general se muestra la siguiente imagen:

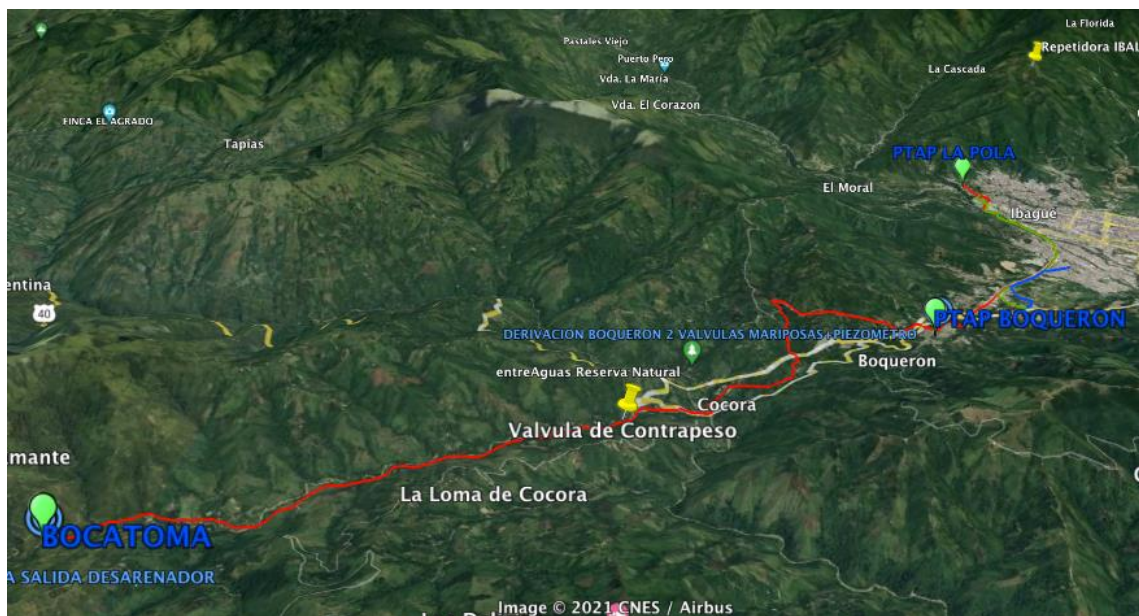




Imagen 15. Esquema Línea de Aducción Bocatoma PTAP La Pola

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 36</b></p>

El primer ejercicio es el de intentar establecer un enlace de comunicaciones punto a punto entre la Bocatoma y la PTAP La Pola:





En esta imagen, se nota claramente que no hay posibilidad de hacer una comunicación directa entre la Bocatoma y la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

Se recurre en este caso a la ubicación de un Punto de Repetición cercano en un lugar cercano a la Bocatoma que tenga mayor altura y que dé visibilidad con la ciudad de Ibagué para el envío de datos en un sistema de línea de vista LOS Line of Sight:



Imagen 17. Ubicación Punto de Repetición y la Bocatoma Cocora

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 37</b></p>

Se encuentra que el Punto de Repetición señalado se encuentra muy cercano a la Bocatoma y a pocos kilómetros del Punto de la Válvula de Contrapeso:

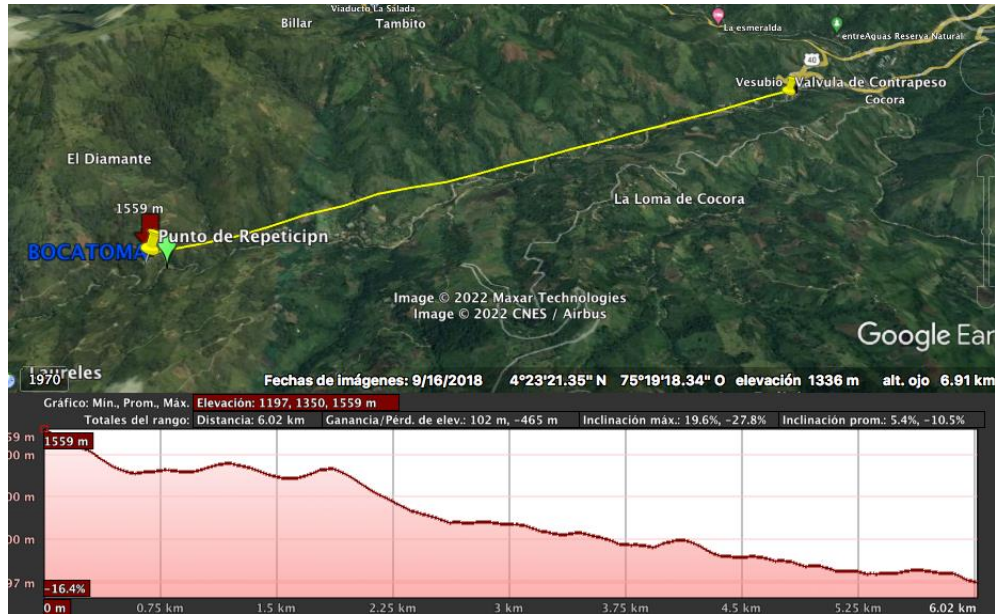


Imagen 18. Ubicación Punto de Repetición y Válvula de Contrapeso

La distancia de separación entre el Punto de Repetición y la Válvula de Contrapeso es de 6,01 Km y si bien no hay línea de vista, las condiciones topográficas son favorables para el establecimiento de un canal NLOS Non Line Of Sight (Sin Linea de Vista) que permita llevar la información de los sistemas de la Valvula de Contrapeso hacia la PTAP La Pola, a través de la línea de comunicaciones que se establezca del punto de Repetición.

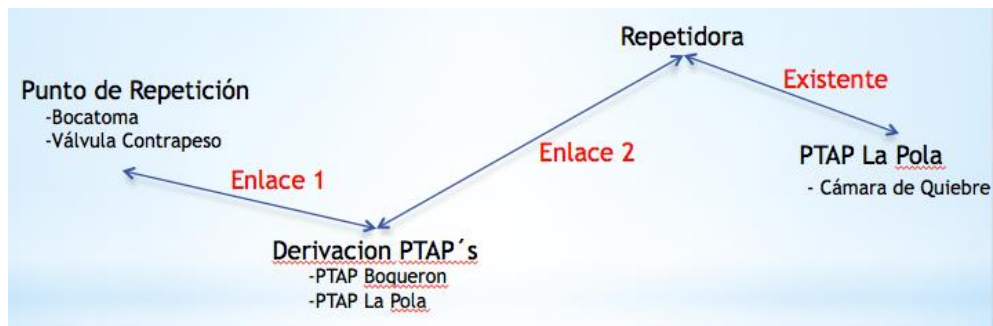




Imagen 19. Definición de Radioenlaces Aducción Bocatoma PTAP La Pola

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 38</b></p>

En el Punto de Repetición se concentran las Señales de la Bocatoma y el Punto de Monitoreo de la Vácula de Contrapeso. El enlace que se viabiliza se realiza entre el Punto de Repetición y el Punto de Derivación de las PTAP's, en razón de que existe línea de vista entre estos dos puntos.



Para lograr las comunicaciones hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP La Pola, se realiza un enlace de banda ancha inalámbrica entre el Punto de Derivación de las PTAP's y la Repetidora.

El enlace entre la Repetidora y la PTAP La Pola es existente, por lo que en este esquema de comunicaciones, se puede establecer un canal de datos entre cualquiera de los puntos de la Aduccion y la PTAP La Pola, pudiendo visualizar el sistema como un todo.

El enlace 1 entre el Punto de Repetición y el Punto de Derivación de las PTAP's se visualiza de la siguiente forma según la diferencia de niveles entre ambos puntos:



Imagen 20. Perfil de Elevación Punto de Repetición y Derivación PTAP's

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 39</b></p>

Este es un trayecto de 10,04 Km en línea recta entre el Punto de Repetición y la Derivación PTAP's. Dado que los enlaces de banda ancha inalámbricos exigen línea de vista, es decir que exista visual entre las dos antenas de los extremos, se ha empleado un software para el cálculo de radioenlaces que permite encontrar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las comunicaciones:

Las coordenadas geograficas son:

Punto de Repetición:  
4°22'40.87"N / 75°20'48.30"O  
Derivación PTAP's:  
4°24'46.61"N / 75°15'48.35"O

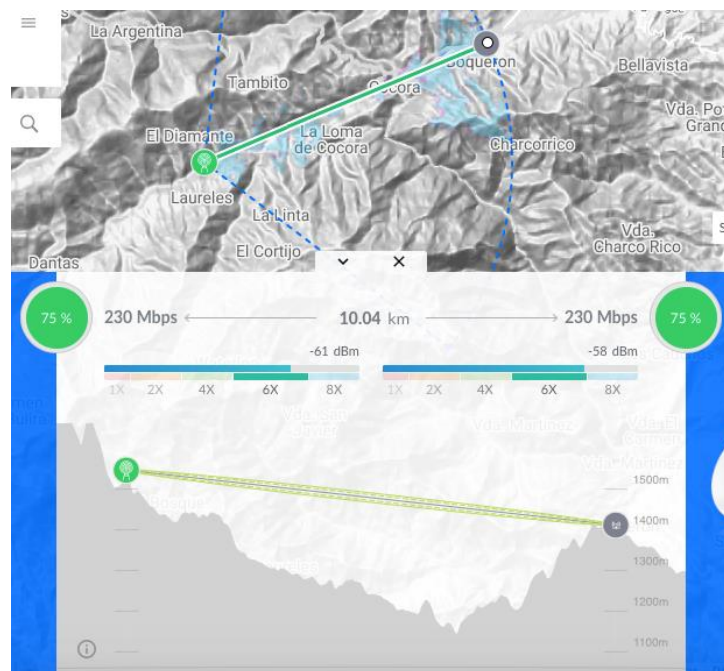




Imagen 21. Cálculo del Radioenlace entre Punto de Repetición y Derivación PTAP's

Este enlace requiere que las antenas se instalen a unos 12 metros del nivel del suelo en cada punto, esto permitirá que el enlace de comunicaciones pueda establecerse de manera más confiable. Una altura mayor del lado del Punto de Repetición permitirá tener un canal de datos más estable.

El contratista deberá garantizar la calidad del radioenlace con la colocación de postes y/o torres de comunicaciones lo suficientemente altas para que las condiciones normales de operación y/o vegetación de la zona no afecten en ningún caso la calidad del enlace.



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 40</b></p>

Para las características de estos enlaces se recomienda emplear antenas de 2,4 GHz (En banda libre) con ganancias de 22dBi y potencias de 28 dBm, garantizando así una capacidad máxima aproximada de 230 Mbps en un ancho de banda de 40 MHz.

En las pruebas y en el montaje de las antenas del sistema de comunicaciones, el Contratista tendrá a su cargo identificar si se requieren permisos de colocación de antenas cuando éstas superan cierta altura haciendo cumplimiento al trámite ante Planeación Municipal (si aplica) del Formulario de los Formularios F14 (Decreto 061) y F15 (Incorporación cartográfica del predio). Esta actividad se considera como parte de los trámites a cargo del contratista y así deberá ser incluida dentro de los ítems de pago, en su oferta.

Para el Cálculo del Enlace 2 entre el Punto de Derivación PTAP's y la Repetidora se tiene el siguiente Perfil de Elevación:

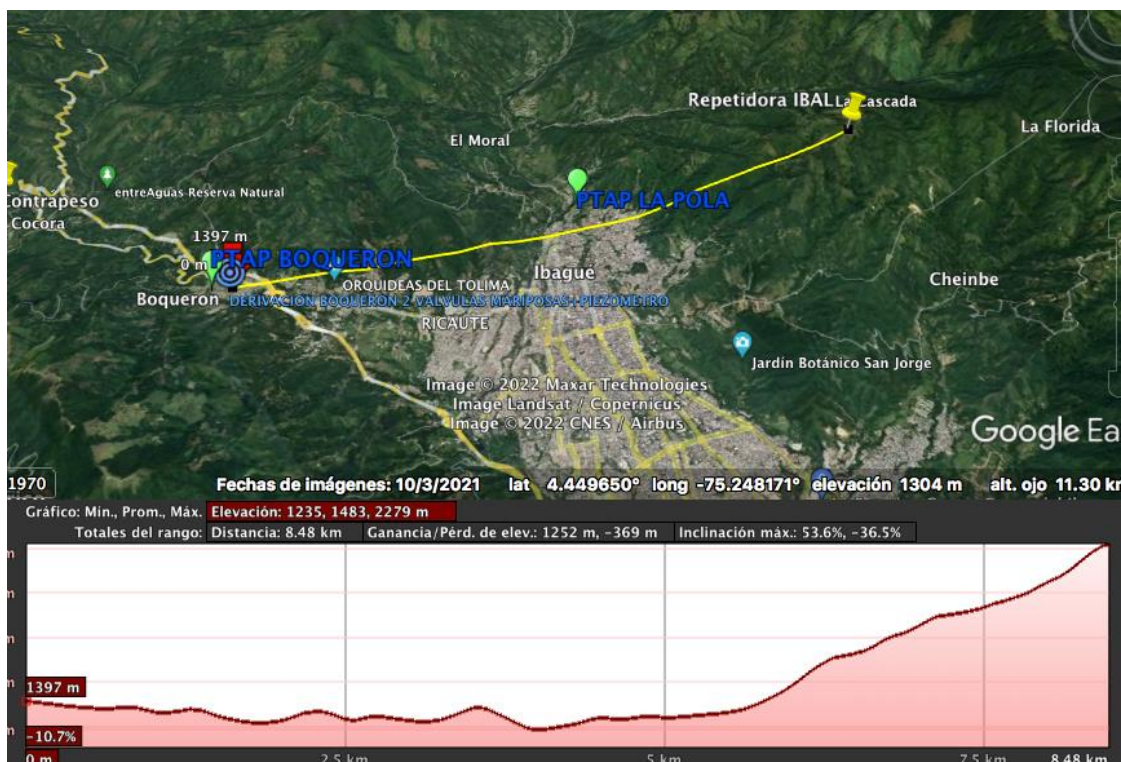




Imagen 22. Perfil de Elevación Derivación PTAP's y Repetidora

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 41</b></p>

Este trayecto es de 8,29 Km en línea recta entre el Punto de Derivación PTAP's y la Repetidora. En razón de que los enlaces de banda ancha inalámbricos exigen línea de vista, se ha empleado un software para el cálculo de radioenlaces que permite encontrar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las comunicaciones:

Las coordenadas geograficas son:

Derivación PTAP's:

4°24'46.61"N / 75°15'48.35"O

Repetidora:

4°28'49.51"N / 75°13'58.33"O

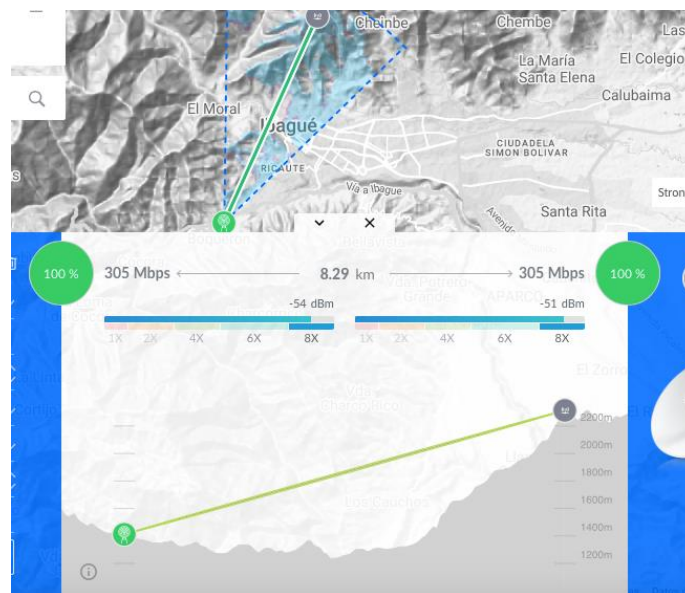




Imagen 23. Cálculo del Radioenlace entre Derivación PTAP's y Repetidora

Este enlace requiere que la antena en el Punto de Derivación PTAP's se instale a unos 12 metros del nivel del suelo y que la Repetidora tenga cobertura hacia esa parte de la Ciudad. Una altura mayor del lado del Punto de Derivación PTAP's permitirá tener un canal de datos más estable.

El contratista deberá garantizar la calidad del radioenlace con la colocación de postes y/o torres de comunicaciones lo suficientemente altas para que las condiciones normales de operación y/o vegetación de la zona no afecten en ningún caso la calidad del enlace.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 42</b></p>

Para las características de estos enlaces se recomienda emplear antenas de 2,4 GHz (En banda libre) con ganancias de 22dBi y potencias de 28 dBm, garantizando así una capacidad máxima aproximada de 305 Mbps en un ancho de banda de 40 MHz.

Para el análisis de radioenlace, se hizo el ejercicio de establecer una canal de comunicaciones entre el Punto de Repetición y la Repetidora directamente:

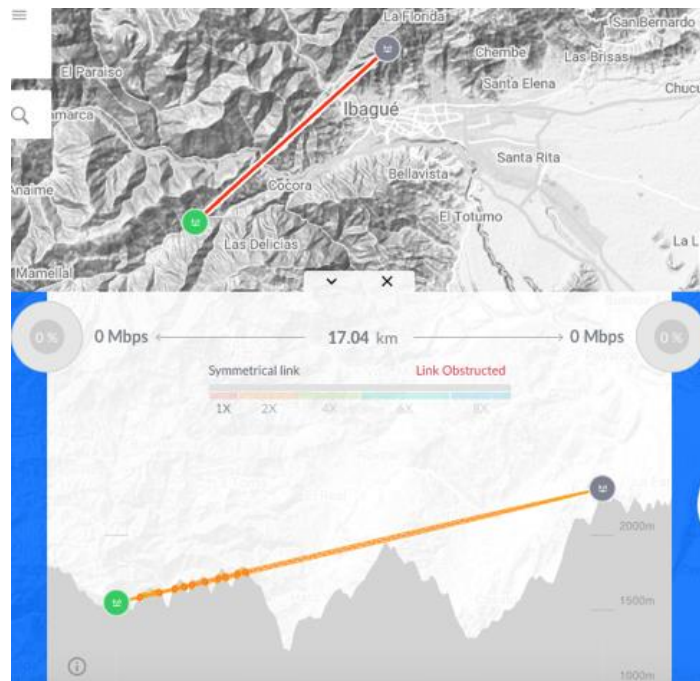


Imagen 24. Cálculo del Radioenlace entre Punto de Repetición y Repetidora

Mostrando que el enlace de comunicaciones No es viable entre el Punto de Repetición y la Repetidora, por esta razón el canal de salida de datos con línea de vista se realiza desde el Punto de Repetición hasta el Punto de Derivación de las PTAP's, según el análisis presentado.

De igual forma se hace el análisis para realizar el enlace de Banda Ancha entre la Conducción del Tanque Ciudad ubicado en la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Pola el Tanque Sur:



	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 43</b></p>



Imagen 25. Esquema de Comunicaciones Conducción - Distribución

Las comunicaciones para la Conducción desde el Tanque Ciudad en las Instalaciones de las PTAP La Pola y el Tanque Sur se realizan a través de la Repetidora. En ella se identifica que el Tanque Ciudad por estar en el predio de la PTAP La Pola, ya cuenta con un enlace de banda ancha inalámbrica con la Repetidora.

Se hace el ejercicio entonces de dar la la viabilidad de las comunicaciones del Tanque Sur con la Repetidora directamente, una vez esto se valida, se logra entonces el canal de comunicaciones entre el Tanque Ciudad y Tanque Sur.

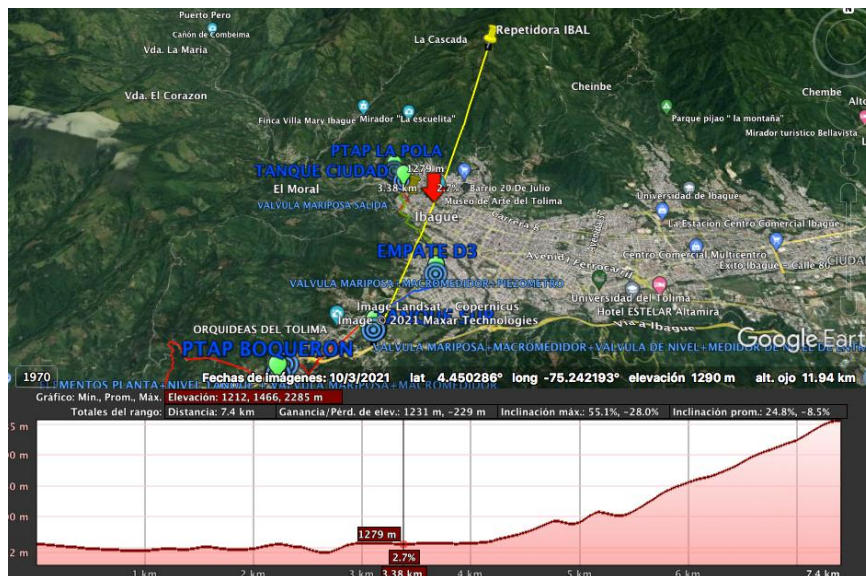




Imagen 26. Perfil de Elevación Tanque Sur y Repetidora

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 44</b></p>

Las comunicaciones se viabilizan con el cálculo del radioenlace:

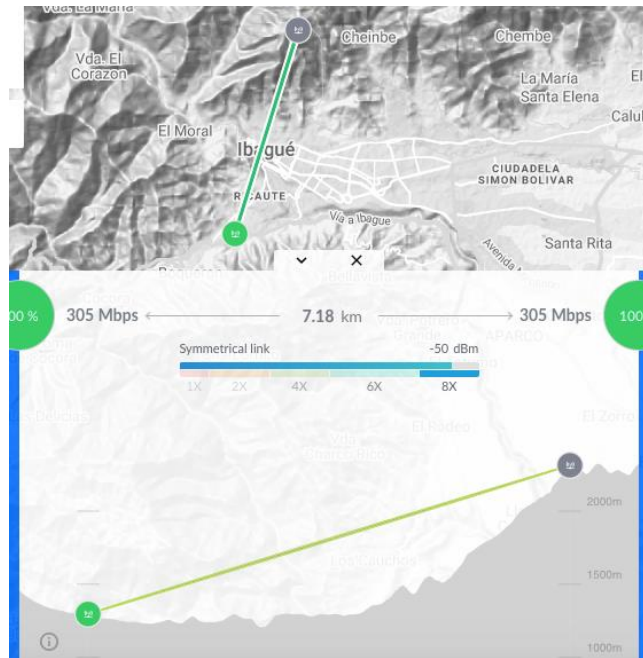


Imagen 27. Cálculo de radioenlace entre Tanque Sur y Repetidora



Este trayecto es de 7,18 Km en línea recta entre el Tanque Sur y la Repetidora. En razón de que los enlaces de banda ancha inalámbricos exigen línea de vista, se ha empleado un software para el cálculo de radioenlaces que permite encontrar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las comunicaciones.

Las coordenadas geograficas son:

Tanque Sur:  
4°25'10.34"N / 75°15'5.58"O

Repetidora:  
4°28'49.51"N / 75°13'58.33"O

Para las características de estos enlaces se recomienda emplear antenas de 2,4 GHz (En banda libre) con ganancias de 22dBi y potencias de 28 dBm, garantizando así una capacidad máxima aproximada de 305 Mbps en un ancho de banda de 40 MHz.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 45</b></p>

En la Distribución desde el Tanque Sur hasta el Distrito 3, se aprovechará el canal establecido entre el Tanque Sur y la Repetidora, con ello basta validar el radioenlace entre el Distrito 3 y la repetidora para habilitar las comunicaciones de banda ancha.

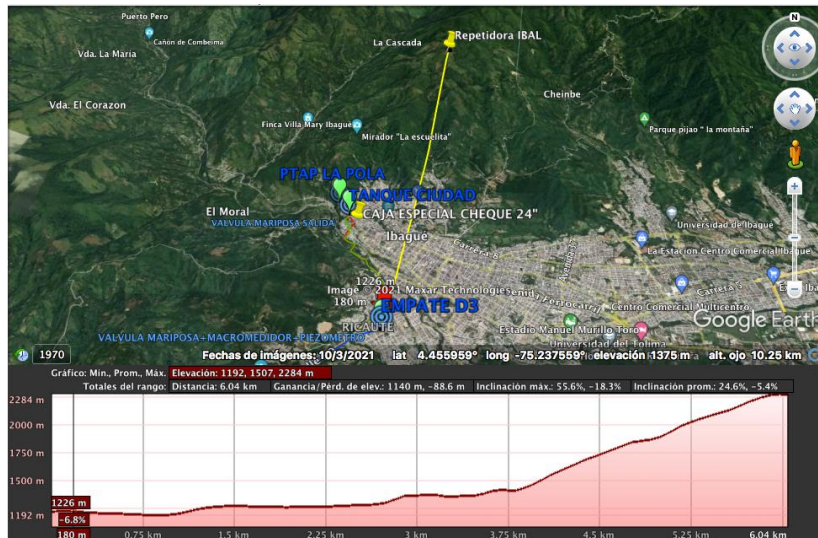


Imagen 28. Perfil de Elevación Distrito 3 y Repetidora

El cálculo de radioenlace muestra:

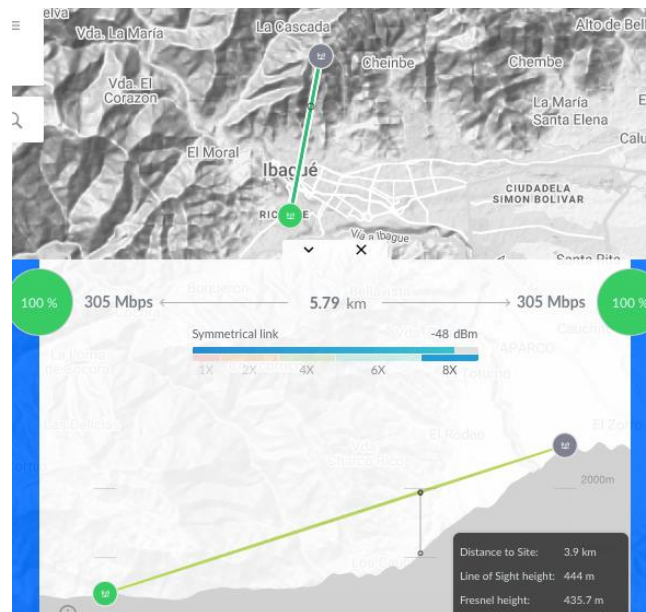




Imagen 29. Cálculo de radioenlace entre Distrito 3 y Repetidora

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 46</b></p>

Este es un trayecto de 5,79 Km en línea recta entre el Punto del Distrito 3 y la Repetidora. Dado que los enlaces de banda ancha inalámbricos exigen línea de vista, es decir que exista visual entre las dos antenas de los extremos, se ha empleado un software para el cálculo de radioenlaces que permite encontrar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las comunicaciones:

Las coordenadas geograficas son:

Distrito 3:

4°25'48.84"N/ 75°14'33.47"O

Repetidora:



4°28'49.51"N / 75°13'58.33"O

Este enlace requiere que las antenas se instalen a unos 12 metros del nivel del suelo en cada punto, esto permitirá que el enlace de comunicaciones pueda establecerse de manera más confiable. Una altura mayor del lado del Distrito 3 permitirá tener un canal de datos más estable.

El contratista deberá garantizar la calidad del radioenlace con la colocación de postes y/o torres de comunicaciones lo suficientemente altas para que las condiciones normales de operación, edificaciones y/o vegetación de la zona no afecten en ningún caso la calidad del enlace.

Para las características de estos enlaces se recomienda emplear antenas de 2,4 GHz (En banda libre) con ganancias de 22dBi y potencias de 28 dBm, garantizando así una capacidad máxima aproximada de 305 Mbps en un ancho de banda de 40 MHz.

En las pruebas y en el montaje de las antenas del sistema de comunicaciones, el Contratista tendrá a su cargo identificar si se requieren permisos de colocación de antenas cuando éstas superan cierta altura haciendo cumplimiento al trámite ante Planeación Municipal (si aplica) del Formulario de los Formularios F14 (Decreto 061) y F15 (Incorporación cartográfica del predio). Esta actividad se considera como parte de los trámites a cargo del contratista y así deberá ser incluida dentro de los ítems de pago, en su oferta.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 47</b></p>

## 6.2 PLANOS QUE COMPONEN LA AUTOMATIZACION



A continuación se hace una descripción de los planos que componen la arquitectura de la Automatización de la Aducción, Conducción y Distribución:

Contenido:

### 6.2.1 Planos Aducción:

- 1. ADUCCION\_ESQUEMA GENERAL BOCATOMA.dwg
  - Esquema General De Funcionamiento Elementos Aducción Bocatoma Cocora.
  - Un (1) Archivo
- 2. ADUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES BOCATOMA.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en la Bocatoma Cocora.
  - Un (1) Archivo
- 3. ADUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR\_BOCATOMA.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Bocatoma.
  - Un (1) Archivo
- 4. ADUCCION\_ESQUEMA GENERAL PUNTO DE REPETICION.dwg
  - Esquema General De Funcionamiento Elementos Aducción Punto de Repetición.
  - Un (1) Archivo
- 5. ADUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES PUNTO DE REPETICION.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Punto de Repetición.
  - Un (1) Archivo
- 6. ADUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR\_PUNTO DE REPETICION.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Punto de Repetición.
- 7. ADUCCION\_ESQUEMA GENERAL VALVULA DE CONTRAPESO.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Aducción Válvula de Contrapeso.
  - Un (1) Archivo





 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL SA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 48</b></p>

- 8. ADUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES VALVULA DE CONTRAPESO.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Valvula Contrapeso.
  - Un (1) Archivo
- 9. ADUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR VALVULA DE CONTRAPESO.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Válvula de Contrapeso.
  - Un (1) Archivo
- 10. ADUCCION\_ESQUEMA GENERAL DERIVACION PTAPS.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Aducción Derivación PTAP's.
  - Un (1) Archivo
- 11. ADUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES DERIVACIÓN PTAPS.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos de Derivación PTAP's.
  - Un (1) Archivo
- 12. ADUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR DERIVACIÓN PTAPS.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Derivación PTAP's.
  - Un (1) Archivo
- 13. ADUCCION\_ESQUEMA GENERAL CAMARA DE QUIEBRE PTAP.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Aducción Cámara de Quiebre PTAP La Pola.
  - Un (1) Archivo
- 14. ADUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES CAMARA DE QUIEBRE PTAP.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Cámara de Quiebre PTAP La Pola.
  - Un (1) Archivo
- 15. ADUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR CAMARA DE QUIEBRE PTAP.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Cámara de Quiebre PTAP La Pola.
  - Un (1) Archivo

### 6.2.2 Planos Conducción:



- 16. CONDUCCION\_ESQUEMA GENERAL TANQUE CIUDAD.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Conducción Tanque Ciudad PTAP La Pola.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 49</b></p>

- Un (1) Archivo
- 17. CONDUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES TANQUE CIUDAD.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Tanque Ciudad PTAP La Pola.
  - Un (1) Archivo
- 18. CONDUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR TANQUE CIUDAD.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Tanque Ciudad PTAP La Pola.
  - Un (1) Archivo
- 19. CONDUCCION\_ESQUEMA GENERAL TANQUE SUR.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Conducción Tanque Sur.
  - Un (1) Archivo
- 20. CONDUCCION\_ESQUEMA CONEXIONES TANQUE SUR.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Tanque Sur.
  - Un (1) Archivo
- 21. CONDUCCION\_DIAGRAMA UNIFILAR TANQUE SUR.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Tanque Sur.
  - Un (1) Archivo

### 6.2.3 Planos Distribución

- 22. DISTRIBUCION\_ESQUEMA GENERAL DISTRITO3.dwg
  - Esquema General De funcionamiento Elementos Distribución Distrito 3.
  - Un (1) Archivo
- 23. DISTRIBUCION\_ESQUEMA CONEXIONES DISTRITO3.dwg
  - Esquema General de Conexionado de los Elementos en Distrito 3.
  - Un (1) Archivo
- 24. DISTRIBUCION\_DIAGRAMA UNIFILAR DISTRITO3.dwg
  - Diagramas Unifilares Sistemas de Tablero de Potencia y de Control Distrito 3.
  - Un (1) Archivo

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 50</b></p>

## 6.3 Consideraciones, Instalación y Puesta en Marcha (PEM) Automatización



### 6.3.1 Capacitaciones:

El contratista deberá realizar una jornada de capacitación en la ciudad de Ibagué en las Instalaciones de la Plantas de Tratamiento La Pola donde se implementa el Sistema Principal SCADA de la Linea de Aducción, Conducción y Distribución desde la Bocatoma Cocora hasta el Distrito 3 de la Ciudad de Ibague.

Se realizará un entrenamiento de tres (3) días para la familiarización de todo el componente de automatización por parte de los Operadores y Funcionarios Técnicos y Administrativos de la Empresa con trabajo de campo, que permita poner en práctica al personal del acueducto los conocimientos recibidos garantizando la puesta en marcha de la automatización. Se deberá tener un acompañamiento permanente durante la Puesta en Marcha y pasados 15 días se programará una actividad de refuerzo para asimilar de mejor manera los conceptos impartidos y las experiencias durante la operación de los sistemas.

De manera adicional se impartirá una capacitación en el Sistema de Ingeniería, el cual deberá incluir: Sistemas Eléctricos, Sistemas Electrónicos, Configuración y Parametrización de Sensores, Medidores y Actuadores, Conexiónados en Tableros de Potencia y de Control, Lectura e interpretación de Planos, Mantenimiento Preventivo y Correctivo General del Sistema, Códigos de Programación del Sistema de PLC y Módulos de Entrada y Salida y Códigos de Programación del Sistema SCADA. Esta capacitación estará a cargo del Contratista y tendrá una duración de tres (3) días y estará dirigida a los ingenieros designados por la Empresa Ibaquereña de Acueducto y Alcantarillado IBAL para la operación, mantenimiento y actualización del sistema de Automatización de todos los elementos implementados en la Linea de Aducción, Conducción y Distribución. El sistema tendrá control de cambios por fecha y si bien el Acueducto quedará empoderado de todo el sistema, el contratista mantendrá las garantías definidas por la instalación del sistema.

Las capacitaciones se realizarán en sesiones presenciales de trabajo teórico-prácticas, de oficina y campo, dirigido al personal de profesionales, tecnólogos o técnicos que hagan parte de la Empresa IBAL designados para la operación y análisis de la información. Se manejarán temas en las áreas de operación, procesamiento, mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema de Potencia y Control.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 51</b></p>

Para garantizar la operación del sistema, el contratista por su cuenta propia mantendrá un ingeniero calificado tiempo completo de lunes a viernes en horario de oficina por un periodo de un (1) mes, para realizar el apoyo permanente al equipo de operación de la Automatización de la Línea de Aducción, Conducción y Distribución con el objeto de garantizar la correcta implementación y el funcionamiento del sistema como un todo, tiempo en el cual se podrán tener actualizaciones de software sin que esto genere un costo adicional para la empresa, de acuerdo con las necesidades que se vayan previendo en dicho periodo de implantación.

### **6.3.2 Protocolos de Pruebas y PEM del Sistema**

El contratista desarrollará los protocolos de prueba para la Puesta en Marcha PEM de los Sistemas. En ellos se incluye el proceso de energización y operación de sensores, medidores y actuadores.

Se debe dejar registro sistemático de las pruebas de funcionamiento individual y de conjunto de cada grupo de tableros de potencia y de control distribuidos a lo largo de la Línea de Aducción, Conducción y Distribución.

En el protocolo de pruebas se dejará constancia de las curvas de calibración de instrumentos y control de cambios cuando aplique.



### **6.3.3 Manuales de Mantenimiento y Operación**

Con la terminación de la implementación del proyecto de Automatización, se entregarán todos los manuales de operación, funcionamiento y mantenimiento en idioma español, lo mismo que los planos record actualizados del sistema eléctrico y electrónico en cada subsistema en medio impreso y magnético, con control de cambios.

### **6.3.4 Protección contra Transitorios y Sobretensiones**

El sistema de instrumentación, control y comunicaciones deberá estar protegido mediante dispositivos de protección contra transitorios, sobretensiones y descargas atmosféricas, estando debidamente conectados un sistema de malla de tierra general.

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 seleccionarse 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.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 52</b></p>

En caso de riesgo de descarga directa, y en particular siempre que la instalación esté provista de sistema externo de pararrayos, el protector contra sobretensiones debe ser capaz de descargar un transitorio de mucha energía evitando el efecto de picos de tensión de decenas de kV. En cambio, cuando el riesgo lo constituyan las inducciones de voltaje por impacto indirecto de rayo en la proximidad, las corrientes generadas que el protector debe descargar son menores y menos duraderas. De todos modos, los picos de tensión pueden alcanzar más de un kV por metro de conductor a una distancia de hasta 100 metros.



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 corriente alterna 220/110 VAC, y corriente directa DC, las señales de alimentación en 24VDC para los equipos del sistema de control, comunicaciones e instrumentación.
- Protecciones en cada uno de los puertos Ethernet que se requieran, de acuerdo con lo estipulado en las normas indicadas en este numeral.
- Protecciones en las entradas y salidas digitales del controlador PLC en campo del lado de los sensores y del PLC mediante conexionado de borneras relé.
- Protecciones contra sobre tensiones en las entradas análogas y salidas análogas del controlador PLC y/o sus módulos de expansión.
- Protecciones contra sobre tensiones en las salidas de 24 VDC que alimentan los equipos de control, comunicaciones e instrumentación.
- Protecciones contra sobre tensiones en cada una de las entradas de las antenas de comunicaciones.

### 6.3.5 Gabinetes, Ductos y Cableado

Los tableros de Potencia y de Control serán todos mínimo del tamaño 800x600x400 mm (Alto x Ancho x Profundo), con protección IP65, modulares, desmontables por partes, con doble fondo, puerta interior con seguro, y puerta exterior con llave, los cuales deberán estar montados en cárcamos para realizar el ingreso y salida de cableados desde la parte inferior.

El gabinete deberá estar debidamente aterrizado, elaborado en lámina de acero cold rolled mínimo calibre 18, Pintura Electroestática, Modular por Piezas desmontables,

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 53</b></p>

Certificado Retie 1103, deberá estar dotado de iluminación propia interna, ventilación y sistema para control de humedad y condensación. Cuando el gabinete este en exteriores éste deberá proveerse de techo para evitar radiación solar directa sobre los equipos y proteger los gabinetes de la lluvia.

Las conexiones enterradas se realizarán en tubería conduit, separados los ductos de potencia de los ductos de control. La tubería externa será tubería en IMC con terminales roscado empleando conduletas para las conexiones. Los puntos de llegada a los medidores, actuadores, sensores y válvulas se podrán hacer en coraza flexible metálica con terminales roscados en condiciones normales y prensaestopas cuando las condiciones de hermeticidad los requieran.



Marcado: Cada cable irá marcado e identificado a cada extremo con un número único.

Al completar la instalación el proveedor de la instalación debe entregar documentado todos estos resultados con diagramas detallados y que contengan los recorridos del cableado de Potencia y de Control, señalando que cables (numerados) y su disposición final en cada ducto.

### 6.3.6 Consideraciones Especiales:



De manera complementaria a la documentación técnica presentada, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. El Diseño permite que se implementen soluciones tecnológicas similares, conocidas como desviaciones técnicas las cuales se aceptan siempre y cuando el sistema mantenga las condiciones de calidad y funcionamiento como un todo del sistema. Manteniendo o superando las especificaciones técnicas generales propuestas.
2. En algunos casos los consumos de los equipos y elementos a instalar tanto en el sistema eléctrico como en el de automatización pueden variar, por lo que corresponde al contratista la responsabilidad de revisar en detalle los cuadros de carga y la distribución de cargas en los tableros para la implementación final de los diámetros de los conductores y el establecimiento de las protecciones eléctricas.
3. Las especificaciones técnicas presentadas son de tipo generales, lo que permite que el sistema no esté vinculado a una marca en particular, dando así la libertad al contratista de seleccionar su mejor proveedor siempre y cuando cumpla las condiciones técnicas de confiabilidad y compatibilidad con los elementos existentes. Elementos requeridos para la operación de todos los sistemas con un todo en el corto, mediano y largo plazo.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA INACUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 54</b></p>

4. Será responsabilidad del Contratista la elaboración de la Ingeniería de Detalle determinado por la selección final de los equipos y demás elementos para la operación de los sistemas Eléctricos de Potencia y Electrónicos de Control del Sistema, garantizando su funcionamiento como un todo basado en los lineamientos de los estudios y diseños presentados.
5. El Contratista suministrará la lista de planos, los planos generales, de detalle y despieces, As Built, Diagramas eléctricos unifilares y de conexiones, diagramas de alambrado, elementales y de bloques terminales, los planos de taller, Planos de cableado de fuerza y control, con inclusión de información sobre los métodos de soporte y características mecánicas de acuerdo con su suministro; los planos de partes embebidas, los catálogos en donde se indiquen las partes de repuesto y las listas correspondientes; los catálogos de ensamble, las instrucciones de operación y mantenimiento, los diagramas de cableado y conexionado, las instrucciones para almacenamiento, y en general todos los planos, cálculos e información que se requiere para su fabricación, transporte, instalación y operación, para demostrar que cumple con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas presentadas.
6. Nota:  
Los proponentes deberán examinar cuidadosamente TODOS los documentos del pliego de condiciones, los cuales constituirán una obligación legal en caso de que les sea adjudicada la licitación. Si los proponentes encontrasen discrepancias entre los planos eléctricos y éstas especificaciones, o tuviesen dudas acerca de su significado e interpretación deberán solicitar con la debida anticipación, aclaración por escrito, antes de presentar su propuesta. Cualquier detalle que se haya omitido en las presentes especificaciones, en los planos o en ambos, pero que deben formar parte de la construcción, no exime al contratista de su ejecución ni podrá tomarse como base para reclamaciones, sobrecostos o demandas posteriores.

Durante la ejecución de la obra se deberá mantener un juego de los planos eléctricos, con el fin de registrar en ellos todos aquellos cambios que se hagan al proyecto durante su construcción. Al finalizar los trabajos se entregará un juego definitivo de los planos eléctricos y electrónicos con toda la ingeniería de detalle en medio físico y digital donde se reflejen los cambios realizados durante la construcción.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p>Página 55</p>

## **7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS DE CONTROL**

### **7.1 MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO**

El Medidor de Flujo Electromagnético funciona por el principio de la ley de inducción electromagnética de Faraday para medir la velocidad del líquido, en el que se contempla una conmutación de flujo en el interior de un circuito cerrado, el cual origina una corriente inducida dura un periodo de tiempo. Siguiendo la ley de Faraday, los caudalímetros magnéticos miden la velocidad de los líquidos conductores en las tuberías como el agua y los lodos en las Plantas de Tratamiento.

Este tipo de medidores no poseen partes móviles y el flujo esta aislado por un revestimiento que protege el cuerpo del medidor, cuenta con un par de electrodos que detectan la velocidad del fluido en la zona de inducción. En comparación con las técnicas tradicionales de medición de flujo mecánico, como la turbina y el desplazamiento positivo, que miden el flujo basándose en cojinetes y engranajes mecánicos giratorios, la construcción simple del medidor magnético proporciona una vida útil más prolongada, menos mantenimiento, menor caída de presión y un menor costo general a largo plazo.



Para una mejor comprensión de las especificaciones técnicas se precisa, que cuando se hace referencia al medidor electromagnético, se debe interpretar como el conjunto: elemento primario (donde residen las bobinas y los electrodos) y el elemento secundario (unidad electrónica), esta última puede ser del tipo integrada cuando esta en la parte superior del Medidor o Remota cuando se encuentra ubicada a varios metros de distancia del medidor de caudal.

La medición del instrumento es independiente de la presión, viscosidad, temperatura, densidad y de otros parámetros físicos. Una de las características principales es la precisión de sus medidas, ya que muestran gran eficiencia y exactitud. Por lo general consumen muy poca energía, el mantenimiento de estos instrumentos es mínimo y son de fácil instalación.

Especificaciones Técnicas:

- El medidor debe ser del tipo de inducción electromagnética por ley de Faraday.
- El error máximo permisible para velocidades mayores de 0.5 m/s debe ser igual o menor  $\pm 0.2\%$ .
- La repetitividad permisible para velocidades mayores a 0.5 m/s debe ser igual o menor a  $\pm 0.1\%$ .





 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA INACUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 56</b></p>

- Las condiciones óptimas de medición deben darse con tramos rectos de 5 diámetros aguas arriba y 2 diámetros aguas abajo, para lo que debe tener un error máximo de +/- 0.2%
- El componente debe medir y resistir hasta velocidades de -10 a 10 m/s del fluido.
- Debe medir el flujo en forma bidireccional y ser capaz de totalizarlo en ambos sentidos a través de 3 totalizadores configurables por el usuario.
- El equipo debe ser apto para funcionamiento a intemperie.
- El medidor electromagnético debe ser calibrado hidráulicamente en fábrica a 3 puntos (Calibración húmeda) contra un medidor maestro que sea aceptado por el "National Institute of Science and Technology", NIST o alguna de las siguientes entidades: PTB, BIPM, UK, CNCR, CENAM, CEM.

#### Elemento Primario:

- La excitación de las bobinas debe producirse mediante la pulsación de una señal de corriente directa. El equipo debe tener una señal de respuesta lineal y directamente proporcional a la rata instantánea de caudal del líquido.
- El elemento primario del medidor debe ser del diámetro especificado y este no debe cambiar en toda la longitud (full bore). No se admiten medidores del tipo inserción ni wafer.
- Todos los electrodos deben ser en Aleación C22 con forma de punta de bala para evitar la adherencia de partículas sólidas que puedan bloquearlos y generar errores en la medición.
- Con el fin de garantizar la exactitud y minimizar los errores causados por los efectos de la conductividad interna de la tubería adyacente al elemento primario, se debe utilizar como criterio de diseño una relación L/D (longitud / diámetro) de 1.3 ó mayor para diámetros igual o mayores a DN450 y una relación de L/D igual a 1 para diámetros nominales menores a DN450.
- El medidor electromagnético debe ser diseñado para montaje directo en la línea entre bridas ANSI 150. El cuerpo del medidor debe tener bridas solidas con recubrimiento en acero al carbón.
- El medidor debe proveerse con un cuarto electrodo que permita la detección de tubería parcialmente llena, con el objeto de minimizar las inexactitudes en la totalización. No se aceptan otros métodos de detección puesto que no garantizan confiabilidad. En el evento en que el medidor detecte que la tubería no está totalmente llena, el medidor deberá permitir configurar una salida digital de alarma adicional a la salida de pulsos indicando dicho estado y se podrá configurar este mensaje como una falla o una advertencia con el fin de determinar si se inhibe la medición o solo se advierte sobre este hecho.
- Debe tener la función de circuito de limpieza de los electrodos con el fin de evitar la acumulación de materia altamente conductiva y capas delgadas incrustantes que conducen a errores de medición y, en última instancia, a la pérdida de señal.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 57</b></p>



#### Elemento Secundario:

- El transmisor debe estar integrado al medidor, pero podrá ser de tipo remoto con longitud de cable variable tanto para la bobina como para la señal.
- El material del encerramiento del convertidor deberá ser aluminio recubierto o policarbonato.
- Debe ser diseñado para operación con una tensión de alimentación Universal. Deberá soportar alimentación AC de 100 to 240 V y DC a 24 V al mismo tiempo.
- Los transmisores o elemento secundario deben ser intercambiables entre sí, para medidores de igual o diferentes diámetros, sin que esto afecte la configuración del conjunto medidor o que se requiera re-calibración del conjunto.
- La unidad electrónica del convertidor debe ser de estado sólido y controlado por microprocesador. Todos los parámetros de operación deben ser configurables por el usuario localmente a través de un arreglo de teclado óptico, magnético o capacitivo (no se aceptan pulsadores, ni membranas) y una pantalla de visualización que permita la operación desde el exterior del instrumento, sin necesidad de remover ninguna cubierta para evitar cualquier tipo de desgaste en la manipulación. Además, con el propósito de garantizar que en todo momento se conserve el grado de protección especificado. La programación también se deberá poder hacer a través de un computador.
- Debe medir el flujo en forma bidireccional y ser capaz de totalizarlo en ambos sentidos.
- Debe presentar estabilidad del cero, a través de la configuración de cortes de bajo flujo e indicadores de tubería vacía.
- El equipo debe detectar el estado de tubería cuando esta no esté completamente llena, es decir, cualquier porcentaje de llenado inferior al 100% (tubería semillena) debe ser detectado y esta condición debe poder parametrizarse en una salida digital (tubería llena o semillena)

El encerramiento del medidor debe cumplir con la norma de protección contra ingreso de polvo y humedad: IP68. También debe cumplir IP65, resistencia a fuertes chorros de aguas.

#### Especificaciones:



Variables medidas:	Flujo volumétrico, conductividad, flujo másico
Error de medición máx.:	flujo volumétrico (estándar): $\pm 0.5$ % de la medida $\pm 1$ mm/s (0.04 pulg/s) flujo volumétrico (opcional): $\pm 0.2$ % de la medida $\pm 2$ mm/s (0.08 pulg/s), Flat Spec

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	<b>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</b>	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL</small> <small>EMPRESA IBAQUEÑERA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
<b>VERSIÓN 1</b> <b>MARZO DE 2022</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN</b> <b>LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 58</b>

Rango de medición:	9 dm <sup>3</sup> /min a 162.000 m <sup>3</sup> /h (2,5 gal/min a 100.000 gal/min)
Máx. presión de proceso:	PN 40, Clase 300, 20K
Rango de temperatura del medio:	Material del revestimiento interior de goma dura: 0 a +80 °C (+32 a +176 °F)
Material del revestimiento interior	-20 a +50 °C (-4 a +122 °F)
Material del revestimiento PTFE:	-20 a +90 °C (-4 a +194 °F)
Rango de temperatura ambiente	
Material de carcasa del sensor	
DN 25 a 300 (1 a 12"):	AlSi10Mg, recubierto
DN 25 a 2000 (1 a 78"):	Acero al carbono con barniz protector
Material cubierta del transmisor:	Policarbonato; AlSi10Mg, recubierto
Grado de protección:	Versión compacta: IP66/67, caja tipo 4X
Sensor versión remota (estándar):	IP66/67, caja tipo 4X
Sensor versión remota (opción):	IP68, caja tipo 6P, con barniz protector de acuerdo a EN ISO 12944 C5-M/Im1/Im2/Im3
Transmisor versión remota:	IP66/67, caja tipo 4X
Salidas	3 salidas: 0-20 mA/4-20 mA HART (activa)
Comunicación digital	HART, PROFIBUS DP, EtherNet/IP
Suministro de energía	HART, PROFIBUS DP, EtherNet/IP
Aprobaciones para áreas peligrosas	cCSAus
Aprobac. y certificados metrológicos	Calibración realizada en laboratorios de calibración acreditados (según ISO/IEC 17025), NAMUR
Certif. y aprobaciones de presión	3.1 material, calibración realizada en instalaciones de calibración acreditadas (de acuerdo a ISO/IEC 17025), NAMUR, CRN

## 7.2 MEDICIÓN DE NIVEL

La medición de Nivel por Ultrasonido es una tecnología ideal para una amplia gama de aplicaciones de líquidos, especialmente en agua y aguas residuales. Este tipo de sensores emiten cuatro pulsos de sonido de alta frecuencia por segundo, cada pulso se desplaza por el aire, refleja en la superficie del líquido y vuelve al transductor. Realizando compensación de temperatura la electrónica calcula el intervalo de tiempo de la transmisión y retorno de la señal, traduciendo en una distancia de medición basada en la velocidad del sonido.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 59</b></p>

La tecnología sin contacto de nivel ultrasónico se desempeña muy bien en ambientes agresivos, requiere poco o ningún tipo de mantenimiento y proporciona una mayor fiabilidad y exactitud que otros dispositivos que funcionan en contacto con el líquido.

Muchos sensores están construidos en materiales termoplásticos de avanzada, que brindan una elevada resistencia a productos y ambientes corrosivos.

Se recomienda para éste tipo de sensores, con salida 4-20 mA proporcionales al nivel leído que cuenten con Protocolo HART para configuración, parametrización y puesta en marcha, lo que permite acceder a las funciones del sensor desde el tablero de control.

El contratista con el suministro de los sensores de Nivel, deberá suministrar la Interfaz física de comunicaciones para el Protocolo HART, lo mismo que el software de configuración del Sensor, con un manual en español de la descripción de los parámetros y las tablas de configuración final de cada uno de los sensores instalados.

La alimentación de los sensores de nivel normalmente se realiza con voltaje de 24 VDC, el cual se encuentra disponible en el tablero de Control. Desde allí serán tomadas las alimentaciones de los sensores porque así se garantiza que el sistema es compatibles con los requerimientos de nivel de voltaje y consumo de corriente, haciendo la operación confiable y de largo plazo.



#### Principio de Operación del sensor de Nivel por Ultrasonido

Es un sistema de medición de nivel por ultrasonido, el cual registra permanentemente el nivel instantáneo y en tiempo real, de la altura del agua medida.

El sistema de ultrasonido consta de un sensor y un módulo de acondicionamiento de señales que calculan el nivel con base en la determinación de la distancia existente entre el sensor y la superficie del agua. Para esto utiliza una ráfaga de ultrasonido; y se fundamenta en la medición del tiempo que se demora en ir a la superficie del agua y regresar, teniendo en cuenta que la relación del tiempo con la velocidad del sonido en el aire, permite calcular la distancia.

La distancia se calcula con la siguiente fórmula:  $x = v \cdot t$  Donde  $x$ : distancia (mts),  $v$ : Velocidad del sonido en el aire (340 m/s) y  $t$  es el tiempo (seg.) de viaje en un sentido de la ráfaga de ultrasonido.

Es además un método de medición de nivel que no tiene contacto directo con el agua (no invasivo), puesto que el sensor se fija a una altura determinada por encima de la lámina de agua, contribuyendo a tener una medición constante y sin depender de fenómenos como sedimentación o desbordamiento.

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 60</b></p>

El sensor envía una ráfaga de ultrasonido cada cierta cantidad de milisegundos, siendo este lapso de tiempo suficiente para generar la señal, impactar con el objeto a medir, regresar al receptor y calcular por medio de un microprocesador electrónico, el nivel con base en el tiempo de viaje de la ráfaga.



El sensor permite realizar mediciones confiables de nivel en un rango que va desde los 35 cms hasta los 15 metros. Es importante anotar que las condiciones de medición son al aire libre, con un sistema de protección IP68, que le permite soportar las condiciones climáticas y ambientales.

El sensor tiene una salida en corriente 4-20 mA proporcionales al valor del nivel, lo que permite colocar el sensor a largas distancias (permite conexiones de hasta 200m) del tablero de control, sin pérdida de la calidad de señal. La técnica de transmisión análoga por corriente es mucho más inmune al ruido electromagnético que la de voltaje.

La salida de 4-20 mA que puede ser conectada a un equipo de comunicaciones del tipo Controlador Lógico Programable PLC, para controlar el nivel, y proporciona una alarma de "fallo" de 3.8mA o 21 mA. Para monitorear el estado de funcionamiento del sensor.

#### Especificaciones:

Material de la carcasa:	Polipropileno
Instalación mecánica:	1" GAS M (opt DN100 brida Polipropileno)
Grado de protección:	IP68
Conexión eléctrica:	IP68 conector macho con 10m cable vehicular
Temperatura de trabajo:	-25 ° a 75 ° C
Presión:	De 0,5 a 1,5 bar (absoluto)
Fuente de alimentación:	24Vdc
Consumo de energía:	1,5 W
Salida analógica:	4 a 20mA, 750OHM Max
Comunicación digital:	Protocolo HART
Gama máxima de la medida:	15 m
Distancia Punto Muerto:	0,3 m
Compensación de temperatura:	Digital de -30 a 80 ° C
Precisión:	± 0,2% (de la distancia medida) mejor que ± 2 mm
Resolución:	1mm
Calibración:	Interfaz HART. Suministrada con el grupo de sensores
Calentamiento:	10 minutos típico

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 61</b></p>

Desviación técnica: Para el sistema de monitoreo de los sensores de nivel se puede reemplazar la técnica de medición por ultrasonido a técnica de medición por radar. El contratista podrá suministrar sensores de nivel por radar sin que esto signifique un incremento del precio a la empresa.

### 7.3 SENSOR DE PRESIÓN

El transmisor de presión ha sido desarrollado para aplicaciones industriales. Vienen en modelos de 0,1 MPa a 3 MPa funcionando como transmisores de presión relativa, y modelos de 10 MPa como transmisor de presión absoluta.



Principio de Funcionamiento:

La presión del medio actúa sobre la membrana de acero inoxidable, la cual es desviada y transmite la presión al puente de piezorresistencias en el sensor de medición. Cada sensor está compensado para los cambios de temperatura y funciona en un amplio rango de temperatura.

La señal de tensión de salida del sensor es conducida a un sistema electrónico el cual la transforma en una corriente de salida en el intervalo de 4 hasta 20 mA. Sobre la membrana del sensor actúa la presión, la cual es proporcional a la presión percibida en el piezómetro. Esta presión se compara con la presión atmosférica, la cual a través del tubo de compensación en el cable de conexión actúa sobre el otro lado del sensor. El apantallado del cable está conectado a la caja

Especificaciones:

0.1 MPa (1 bar)	Presión Relativa
0.3 MPa (3 bar)	Presión Relativa
1 MPa (10 bar)	Presión Relativa
3 MPa (30 bar)	Presión Relativa
10 MPa (100 bar)	Presión Absoluta
Señal de Salida	4-20 mA
Voltaje (Vexc):	11 to 33 Vdc
Max. Carga (Ω):	$RL_{max} = (V_{exc} - 11 V) / 20 mA$
Precisión:	< 0.25 % of upper range limit (URL) (Including non-linearity, hysteresis and repeatability)
Rango:.	3:1 with no precision loss
Sobrepresión:	1.5 times rated pressure

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 62</b></p>

Presion de Ruptura: 0.1 MPa (1 bar) 10 times rated pressure  
0.3 MPa (3 bar) 8 times rated pressure  
1 MPa (10 bar) 5 times rated pressure  
3 MPa (30 bar) 4 times rated pressure  
10 MPa (100 bar) 2 times rated pressure

Peso: 136 g  
Temperatura Ambiente: -10 to 70 °C  
Temperatura Proceso: -10 to 70 °C  
Desviación Térmica: < 0.02 % of FS / °C  
Sensibilidad Térmica: < 0.02 % of FS / °C  
Respuesta Dinámica: < 30 ms  
Conexión a Proceso: External thread 1/4" - 18 NPT (Base model)  
Material: Acero Inoxidable 316L



## 7.4 ACTUADORES

Los actuadores son parte importante en el funcionamiento de las válvulas de control, válvulas de seguridad de proceso, válvulas de seccionamiento y las válvulas de servicio, las cuales se utilizan en los procesos que se desarrollan en la industria; dichos actuadores deben tener las características de calidad para que las válvulas lleven a cabo las acciones de control y cumplan con los requisitos de funcionamiento. Por lo que los actuadores son parte esencial para operar una válvula y permitir su apertura, cierre y regulación del flujo que pasa a través de ésta.

Una técnica para el control de los actuadores consiste en implementar módulos digitales de entrada y salida encargados de la señalización para el control de la válvula, siendo esta comandada por el PLC junto con los circuitos electrónicos de baja potencia que comprenden a la unidad de entrada y salida de señales digitales y análogas. Una de las principales tareas de los módulos es adecuar los niveles eléctricos de los actuadores, a los valores de voltaje que emplea el PLC.

Algunos actuadores permiten funcionar tanto la apertura y cierre, como el sensor de posición de válvulas, mediante un final de carrera o sensores de contacto que permiten tener dos estados:

- El estado de límite superior hará referencia a que el actuador ha llegado a su máxima capacidad de apertura (100%), es cuando el contacto del sensor envía una señal al módulo de entradas digitales del PLC informando que ha llegado a su límite de apertura.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 63</b></p>

- El estado de límite inferior hará referencia a que el actuador se encuentra con capacidad de apertura nula (0%), es cuando el contacto del sensor envía una señal al módulo de entradas digitales del PLC informando que se encuentra cerrado (apertura nula).

Por otro lado existen en el mercado actuadores inteligentes que cuentan con sistemas de comunicaciones en bus, por ejemplo el estándar de comunicaciones seriales half-duplex RS-485, con el Protocolo de Comunicaciones MODBUS RTU, MODBUS TCP, permitiendo un control del actuador mediante el envío de mensajes a direcciones de bus previamente asignadas en el actuador. El sistema está basado en un modelo Maestro/Esclavo, donde el equipo maestro se encuentra del lado del PLC y el actuador se comporta como un esclavo del sistema. Esto permite comunicaciones en bus, con ventajas importantes como el control inteligente de los dispositivos y la operación simultánea y en red de hasta 127 actuadores gobernados desde una estación maestra.

Para la arquitectura del Sistema de Automatización se define el empleo de Actuadores con Operación en Señales de control Análogas y Digitales por simplicidad de diseño y reducción de costos con la implementación de las siguientes funciones:

- Control de Apertura/Cierre/Stop
- Porcentaje de Apertura (Las de Proceso)
- Enclavamiento de Apertura y de Cierre
- Indicador de Fallo
- Modo de Operación: Manual, Local o Remoto
- Indicación y Control del Torque de Operación
- Operación en modo seguro



Se deberán suministrar actuadores que permitan operación con señales digitales para los actuadores ON/OFF y para el control de posición SETPOINT, se integrará una señal análoga para funciones de control.

Los actuadores con Setpoint, deberán contar con una unidad de display local y un sistema de botones/teclas para su configuración y puesta en marcha. Deberá conservar los valores de programación aún en ausencia de energía eléctrica y tendrá protección IP68 para su operación y funcionamiento.

El actuador deberá contar con las siguiente protecciones:

- Protección contra válvula obstruida (par excedido)
- Syncrophase, protección contra pérdida de fase automática de su rotación.
- Protección contra válvula clavada.
- Termostato de protección del motor.
- Protección contra inversión instantánea de marcha.
- Protección contra fallo de la señal de control (configurable).



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 64</b></p>

Especificaciones:

Sistema de Alimentación: 110VAC 1F  
 Motor: S2 – 15 min, S2 – 30 min/Clases A, B  
 Interruptores: 2 Interruptores de posición - 1 para cada dirección  
 2 Interruptores de par - 1 para cada dirección  
 Carga inductiva de CA (cos Ø > 0,8):5<sup>a</sup>

Potenciómetro de Precisión:



Linealidad: <= 2%  
 Potencia: 0,5W  
 Resistencia: 10K ohm  
 Transmisor:  
 Conexión: 3-4 Hilos  
 Rango de Señal: 4-20 mA  
 Alimentación: 24 VDC  
 Controles Locales: START- STOP – REMOTO  
 Comunicaciones: MODBUS RTU Opcional

## 7.5 MODEM DE COMUNICACIONES - NLOS

El modem de comunicaciones NLOS Non Line of Sight opera en la banda de frecuencia de 410 a 480 MHz. Permite comunicaciones de larga distancia: hasta 100 Km y no requiere línea de vista para realizar la transmisión de datos.

Ofrece una solución de comunicaciones robustas en un canal Ethernet y/o Serial de Bus de comunicaciones de banda ancha en potencias de hasta 5 Wattios. Permite selección de frecuencias y ancho de banda de 6.25 kHz hasta 25 kHz y con Potencias Programables de 0,1 W a 5 W.

Modulacion: GMSK  
 Detección de Errores: 32 Bits CRC  
 Encriptado: AES 128 Bits Opcional  
 Interfase: Serial RS232/RS485  
 Comunicación Serial: 300 bps a 23.4 kbps  
 Enlace: 1200 a 19200 baudios  
 Modos de Operación: Punto a Punto, Punto a Multipunto, Repetidor.  
 Voltaje: 7-30 VDC  
 Antena: OEM MCX

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL</small> <small>EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
VERSIÓN 1 MARZO DE 2022	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN          LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 65</b>

Diagnostico	RJ45
Temperatura	-30 <sup>a</sup> a 85 <sup>a</sup> C
Peso	90 grms
Aprobacion	FCC Part 90
Certificacion	CE
Opcional:	Amplificador de 10W Alimentación de 5 a 30 VDC Modulacion QAM 64 bits



## 7.6 MODEM GPRS INDUSTRIAL DE RESPALDO

Modem de comunicaciones industriales por Red Celular basado en redes: GSM/GPRS/EDGE/UMTS/ HSDPA/HSUPA/HSPA+, permite conectividad en redes 2G y 3G en aplicaciones M2M (Machine to Machine) brindando confiabilidad a los sistemas de transmisión de datos.

Soporta comunicaciones seriales de alta velocidad por canales USB.

Especificaciones:

Comunicaciones:	Comandos AT. Hayes 3GPP TS 27.007 and 27.005
Conexión:	TCP/IP y SMS via AT Commands
Soporta	1xRS232
Soporta	1x Mini USB 2.0
Temperatura	-40 a 85 <sup>a</sup> C
Alimentacion	6 a 36 VDC
Conector	SMA-K
Sim	1 Mini
Estándar	GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA/HSUPA/HSPA+/LTE Cat 1
Velocidad	1200 a 115200 bps
Proteccion	IP30
Aprobaciones	RoHS 2.0, WEEE

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 66</b></p>

## 7.7 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

Se conocen como Controladores Lógicos Programables, el PLC es un pequeño computador industrial que está especializado para dar la máxima confianza y rendimiento en un ambiente industrial.

Unidad Central de Programación (CPU):

Es la encargada de procesar todas las actividades del PLC, tiene tres componentes principales:

- Procesador: realizar operaciones lógicas, aritméticas y de transferencia de información dentro del PLC.
- Unidad de memoria: en esta se guarda el programa que se desea implementar en el control de un proceso.
- Sistema de alimentación: es la fuente de energía con la cual funcionará el PLC y las señales de entrada/salida del controlador.

Circuitos de interfaz para los dispositivos de campo (Entradas/Salidas):

En la interfaz de entrada del PLC se adaptan dispositivos como: pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores, etc. Con el fin de lograr la codificación de las señales de entrada y convertirlas en un formato entendible para la CPU. También sirve para aislar eléctricamente los circuitos internos del PLC de los dispositivos captadores.

La interfaz de salida decodifica las señales provenientes de la CPU, realiza una amplificación de estas y las envía a los diferentes dispositivos, como por ejemplo: bobinas de contactores, electroválvulas, alarmas, relés, arrancadores, etc. Al igual que las entradas brindan protección a los circuitos internos del PLC. Las salidas pueden depender de las entradas y del programa que se ha cargado previamente en el PLC.



El procedimiento que realiza un PLC para recibir una señal de entrada, se basa en un dispositivo captador que codifica una señal, la envía a la CPU donde pasa por el programa cargado por el operador, luego se decodifica a los dispositivos de salida y así realiza el control del proceso deseado.

Tipos de señales:

Se cuentan con dos tipos de señales, las señales de Entrada y las señales de Salida.

Señales de Entrada:

Analógicas: donde la tensión o corriente es variantes en el tiempo y se necesita hacer la lectura de este tipo de señal y convertirlas de Analógica a Digital para que el PLC las

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 67</b></p>

pueda comprender. Estas interfaces utilizan diferentes niveles de tensión y corriente, en este caso se utilizarán señales basadas en corrientes en un rango de 4 a 20 mA.

Digitales: llamadas también entradas binarias, son señales del tipo "todo" o "nada" solo comprende señales de dos estados (ON/OFF, Abierto/Cerrado, Verdadero/Falso). Estas interfaces utilizan diferentes niveles de tensión, en este caso se utilizarán señales basadas en tensión de 24 V DC.

Señales de Salida:

Digitales: los contactos de salida del PLC se conectan a los dispositivos que se desean actuar. Enviando una señal de activación o desactivación para ejercer el control y monitoreo del dispositivo tipo ON/OFF

Análogas: Existen señales de salida análogas que se emplearán en el formato de corriente 4-20 mA de salida para controlar por ejemplo los Set Point de operación de los sistema de control como lo es el rango de operación de los actuadores eléctricos.

Protocolos de comunicación para dar comptabilidad con la Plataforma existente:

Los protocolos de comunicación, son un grupo de reglas que permiten compartir información entre distintos dispositivos que conforman una red.

Protocolo OPC UA SCADA: permiten el funcionamiento con independencia del sistema operativo. El estándar OPC UA no está ligado a ninguna plataforma y utiliza un protocolo binario optimizado basado en TCP para aplicaciones de alto rendimiento.



OPC UA puede utilizarse, por ejemplo, con Windows, Linux, Mac OS X, un sistema operativo en tiempo real o un sistema operativo para móvil (Android o iOS).

Independencia de cualquier capa de transporte: OPC UA soporta en la actualidad los siguientes mecanismos de transporte y protocolos:

- Transferencia de mensajes en flujo binario directamente a través de TCP/IP.

Todas las aplicaciones OPC UA soportan el intercambio de datos binario (prescrito por la especificación OPC UA) .

Principio cliente-servidor sencillo

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 68</b></p>

Un servidor OPC UA proporciona mucha información dentro de una red, p. ej. en relación con la CPU, el propio servidor OPC UA, los datos y los tipos de datos. El cliente OPC UA consulta dicha información.

Implementación en diferentes lenguajes de programación  
 OPC Foundation ha implementado el estándar OPC UA en varios lenguajes de programación: Hay disponibles pilas para .NET, ANSI C, y Java; ya no se realiza mantenimiento de las pilas para ANSI C y Java.

La OPC Foundation proporciona la pila para .NET, así como algunos programas de ejemplo, como software Open Source.

Algunas empresas ofrecen Software Development Kits (SDK). Estos paquetes de desarrollo contienen las pilas de la OPC Foundation y otras funciones que facilitan el desarrollo de soluciones.

Ventajas del uso de SDK:

- Asistencia por parte del proveedor
- Software probado
- Documentación detallada
- Condiciones de licencia claras (importante para la venta posterior de soluciones)

Especificaciones:

Procesador: CPU Industrial PLC con alta estabilidad de funcionamiento de alto desempeño.

Memoria: 64 kB expandible con Micro Memory Card

Puertos Integrados: Dos (2) Ethernet Conexión de Red Ethernet con OPC UA

Módulos: Permite la conexión de módulos con periferia distribuida, Módulos de Entrada y Salida Análogas y Digitales, Módulos de

Comunicaciones adicionales.

Respaldo: Garantizado en Memory Card

Tiempos: Operaciones de Bit: min 0.01 uS

Operaciones de Palabra: min 0.02 uS

Aritmética con coma fija: min 0.02 uS

Aritmética con coma flotante: min 0.03 uS

Áreas de Direcciones: Max 8192 E/S



Contadores: 64 Configurables SFB

Temporizadores: 64 Configurables sin remanencia de 10 ms a 9000s

Bloques: 512 (DB, FC, FB)

Imagen de Proceso: 128 Bytes

Sistema Modular: Permite conexión de módulos flexibles para entrada y para salida.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 69</b></p>

Reloj de Tiempo: Si respaldado por 6 semanas.  
Precisión. Por día < 10 s

Normas: 2004/108/CE, UL 508, C22.2 No. 142

Aprobación: APPROVED for use in Class I, Division 2, Group A, B, C, D Tx;

Homologación: EN 60079-15:2003. Norma CEI 61131-2

El contratista deberá entregar todos los elementos debidamente programados y funcionando. Para el suministro se entiende que éstos equipos deberán contener una configuración y programación con la aplicación específica del Subsistema en el que operan, esta programación hace parte del entregable de Ingeniería que incluye los códigos fuente y todos los recursos para la reprogramación y/o configuración completa del sistema.

#### 7.7.1 MÓDULO DE ENTRADAS ANÁLOGAS:

El módulo de entradas análogas, está conformado por leds indicadores de estado de cada canal, deberá ser industrial con versiones de cuatro (4) y ocho (8) señales análogas.



Este módulo podrá ofrecer para cada una de las entradas el rango de operación siguiente: 1...5V, 0...20mA, 4...20mA, en función de la elección realizada por configuración. Puede emplearse dos referencias diferentes de módulos, siempre y cuando que se conserve el 25% de reserva por módulo.

Las funciones principales de este módulo son:

- Comprobación de las vías de entrada, protección contra sobretensiones, adaptación de señales mediante filtrado analógico.
- Adaptación de las señales de entrada: selección de las ganancias, compensación.
- Digitalización de las señales: convertidor analógico / digital de 12 bits.
- Conversión a formato de usuario de las medidas de entrada: coeficiente de recalibrado, filtrado, puesta a escala.
- Control del módulo: test circuito de conversión, test de rebosamiento de rango, test de presencia de bornero.
- Aislamiento de las entradas.
- Tratamiento rápido de las entradas 1 ms.

Especificaciones:

Número de canales: 4 o 8 para entradas análogas  
Conexión: 2 o 3 hilos configurable

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 70</b></p>

Rango de entradas:	0 a 5 VDC, 4-20 mA
Conversión análoga / digital:	12 bits
Tiempo de lectura, scan normal	3,3 ms
Aislamiento entre el canal y el bus	1000 VRMS
Aislamiento entre canales	30VDC
Tiempo de ejecución	0.25 us
Temperatura	-25 a 70°C
Precisión	+/- 0,5%
Aprobaciones	UL508, CSA22.2-142,
FM Class1 Div.2	

### 7.7.2 MÓDULO DE SALIDAS ANÁLOGAS:



Este módulo podrá ofrecer para cada una de las salida configuración en voltaje o corriente, en el rango de operación siguiente: 0...5V, 0...20mA, 4...20mA, en función de la elección realizada por configuración. Puede emplearse dos referencias diferentes de módulos, siempre y cuando que se conserve el 25% de reserva por módulo.

Las funciones principales de este módulo son:

- Comprobación de las vías de salida, protección contra sobretensiones, adaptación de señales mediante filtrado analógico.
- Adaptación de las señales de salida: selección de las ganancias, compensación.
- Digitalización de las señales: convertidor digital / analógico de 12 bits.
- Conversión a formato de usuario de las medidas de entrada: coeficiente de recalibrado, filtrado, puesta a escala.
- Control del módulo: test circuito de conversión, test de rebosamiento de rango, test de presencia de bornero.
- Aislamiento de las salidas.
- Tratamiento rápido de las salidas 1 ms.

Especificaciones:

Numero de Salidas:	2 a 4 Según corresponda
Diagnóstico:	Indicación por LED, por interrupción
Voltaje	24 VDC
Impedancia de Voltaje entrada	1 k ohm
Impedancia de Corriente	500 ohm
Proteccion de Corto Circuito	Si. 25 mA max
Resolucion	12 bits (11 bits + signo) +/- 10VDC 0..20 mA
Conversion por canal	0.8 ms
Error admisible	+/- 0.5%

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜENSE DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 71</b></p>

Longitud de cable	200 m
Aislamiento	500 V
Aprobaciones	UL508, CSA22.2-142,
FM Class1 Div.2	

### 7.7.3 MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES:

Este módulo comprende principalmente los siguientes elementos:

- Bloque de visualización de las vías y diagnóstico del módulo. En este indicador se verá a través de un LED por cada entrada el estado de la misma, empleando lógica positiva.
- Deberá ser de 8 y de 16 entradas las cuales serán a 24VDC. Deberá ser entradas aisladas.
- Las conexiones de entrada serán a través de bornera relé para proteger los puertos del modulo del PLC

Especificaciones:

Número de entradas:	8 o 16 digitales
Voltaje nominal de entrada:	24 VDC
Corriente nominal de entrada:	3.5 mA
Tensión para 1 de entrada	≥ 11V
Corriente para 1 de entrada	≥ 3 mA
Tensión para 0 de entrada	≤ 5 V
Corriente para 0 de entrada	≤ 1.5 mA
Impedancia de entrada	6.3 KΩ
Tiempos de respuesta típico	4 ms
Tiempos de respuesta máximo	7 ms



### 7.7.4 MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES:

Este módulo comprende principalmente los siguientes elementos:

Bloque de visualización de las vías y diagnóstico del módulo. En este indicador se ve a través de un led por cada entrada el estado de la misma, empleando lógica positiva.

Deberá ser de 8 y 16 salidas según corresponda, las cuales serán a 24VDC. Deberán ser aisladas.



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 72</b></p>

Las salidas se cablearan directamente a relés de interposición tipo miniatura (6,0 mm de ancho máximo) que tendrán un contacto basculante libre de potencial. Los contactos de los relés deberán soportar como mínimo dos (2) amperios. Los conectores deberán ser del tipo tornillo.

Especificaciones:

Número de salidas	8 o 16 digitales
Lógica	Positiva
Voltaje de operación nominal	24 VDC
Voltaje de operación limite	19 a 30 VDC
Corriente máxima	0.1 A por canal
Voltaje residual	≤ 1.5 VDC para I = 0.1 A
Respuesta en el tiempo	1.2 mA
Resistencia de aislamiento	10 a 500 MΩ a 500V DC
Potencia disipada por el módulo	2.4 W

### 7.7.5 SWITCHES INDUSTRIAL

Permiten la conexión en red de sistemas de comunicación a nivel industrial, y si bien su costo es más alto que el de los de uso tradicional, su desempeño, confiabilidad, calidad de señal y robustez que brinda a la operación compensa la diferencia en costo de implementación:



- Estos switches permiten un montaje con ahorro de espacio gracias al diseño pequeño y compacto.
- Rápida puesta en marcha, de fácil configuración. Existen versiones administrables y no administrables.
- Diagnóstico sencillo y directo por medio de LEDs

Campo de aplicación :

Los switches Industrial Ethernet no gestionados (unmanaged) permiten implementar soluciones alcanzables para crear topologías pequeñas en línea, o estrella con funcionalidad de switch en Controladores Lógicos Programables o unidades de proceso. La caja está concebida para montaje con ahorro de espacio en armarios eléctricos sobre perfil DIN.

Funciones

- Construcción de redes Industrial Ethernet eléctricas con topología en línea o estrella

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 73</b></p>

- Aplicación de cables de conexión no cruzados a gracias a función Autocrossing de los puertos integrada
- Configuración y ampliación sencilla de redes; sin limitación de la extensión de la red en caso conectar los switches en cascada.
- Fast Ethernet (100 Mbits/s)
- Permite comunicaciones Ethernet de alto desempeño.



### 7.7.6 FUENTE DE ALIMENTACIÓN AC/DC TIPO INDUSTRIAL

Las fuentes designadas de alimentación reguladas de 24 V cumplen los requisitos básicos en el entorno industrial y proporcionan todas las funciones importantes brindando calidad de alimentación para los sistemas de control y de adquisición de datos. La entrada de gran alcance con conmutación manual admite conectividad a una variedad de sistemas de alimentación monofásicos. El diseño compacto significa que los reguladores primarios de modo conmutado requieren poco espacio en el riel DIN, mientras que el alto grado de eficiencia produce bajo consumo de energía y pérdida de calor en el armario de control.

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas, así como la aprobación UL para la exportación garantizan un uso sin problemas.

#### Beneficios

- 24VDC/10A para aplicaciones industriales con requerimientos básicos
- Entrada monofásica de amplio alcance con conmutación manual
- No se requieren holguras de instalación lateral
- Eficiencia superior del 89%
- Led verde para "24V Ok"
- Conmutación en paralelo
- Rango de temperatura ambiente de 0 ° C a +60 ° C
- Enfriamiento por convección natural
- Protección contra cortocircuito y sobrecarga

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p>Página 74</p>

## **8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS DE POTENCIA**

### **8.1 INSTALACIONES Y REDES ELÉCTRICAS**

#### **8.1.1 Tuberías Conduit**

En todos los trabajos se utilizará tubería conduit metálica galvanizada. Esta tubería será igual al tipo conduit construida por SIMESA y con las siguientes dimensiones mínimas:

DIÁMETRO NOMINAL PULGADAS	ESPELOR DE LA PARED MILÍMETROS	DIÁMETRO EXTERIOR M
½	1.52	21.34
¾	1.52	26.67
1	1.52	33.40
1.1/4	1.78	42.16
1.1/2	2.03	48.26
2	2.54	60.33
2.1/2	3.18	88.90
3	4.29	88.90
4	4.394	114.30



Los accesorios para la tubería Conduit deberán ser del mismo tipo de tubería.

#### **8.1.2 Ductos para canalización eléctrica**

Los ductos serán de material aislante al calor, impermeable, incombustible, mal conductor de electricidad; tendrán su superficie interior completamente lisa para no causar daño al aislamiento de los conductores.

Químicamente serán inactivos y no serán susceptibles de descomposición u oxidación en forma que ataquen el aislamiento de los conductores aún en el caso que se encuentren sumergidos en soluciones salinas.

En el diseño se han empleado ductos PVC de 4" de diámetro interior para las redes de distribución.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 75</b></p>

### 8.1.3 Cajas para salidas

Las cajas para salidas de lámparas, toma corrientes, tomas telefónicas, switches de control de alumbrado serán galvanizadas calibre 20 de profundidad no inferior a 45 mm, las cajas a utilizar serán de referencias 5800, 2400, octagonales, doble fondo.

### 8.1.4 Cajas y cámaras de inspección

Las cajas de inspección estarán conformadas por paredes construidas en ladrillo tolete recocado colocado en forma "trabada" y tendrán las superficies internas pañetadas. El piso se formará con una capa de recebo compactado sobre la cual se fundirá una placa de concreto de 2.500 PSI.

Las cajas estarán provistas en su fondo de un sistema de drenaje (caja o tubería) el cual será opcional a juicio de la Empresa, dependiendo del nivel freático de la zona.

Las tapas para las cajas de inspección serán, prefabricadas cumpliendo, en un todo con lo especificado por la empresa por tamaño y localización de la caja.



El proyecto contempla tres tipos de cajas de inspección a saber:

- Cámara de inspección sencilla para canalizaciones de MT y BT según los detalles constructivos Norma CS-275.
- Cámara de inspección doble para canalizaciones de MT y BT según detalle constructivo de Norma CS-276.
- Cámara de inspección para acometidas de BT y alumbrado público según detalle constructivo Norma CS-274

### 8.1.5 Cables de media tensión

Para la red subterránea de media tensión el cable estará conformado por tres (3) cables monopares trenzados entre si, creando la configuración denominada cable triplex. Cada conductor tendrá un aislamiento de polietileno reticulado "Cross-linked" con un nivel de aislamiento del 100% y será apto para trabajo a una temperatura de operación de 90 grados centígrados, en un sistema de tres fases, voltaje entre líneas 5 KV ; 60 Hz, con neutro puesto a tierra con la subestación de potencia.

Cada uno de los conductores que conforman el cable triplex será fabricado en conductor de cobre recocado con 37 hilos, calibre AWG, No 2/0 y tendrá la siguiente configuración:

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 76</b></p>

Un conductor de cobre electrolítico, cinta semiconductora extruida, capa de polietileno reticulado para alto voltaje, cinta semiconductora, pantalla electrostática, constituida por hilos de cobre electrolítico, colocados en forma helicoidal, chaqueta exterior de polivinilo especial para intemperie sobre la cual deben estar impresas a todo lo largo del cable las características del mismo, de acuerdo a requerimientos de la empresa. Los materiales y pruebas de estos conductores deberán corresponder a los requisitos aplicables según normas americanas IPCEA S-66-524 última versión.



### 8.1.6 Cables de baja tensión

Todos los conductores para los circuitos de baja tensión que se utilicen dentro de la ducterías subterráneas serán de cobre electrolítico, conductibilidad 98%, temple suave, con aislamiento plástico 600 voltios, tipo THHN, temperatura máxima 90 grados centígrados, sobre el cual deberán estar debidamente marcados, a todo lo largo de su longitud, el tamaño del conductor y el voltaje de su aislamiento.

Los materiales y las pruebas de estos conductores corresponderán a requisitos aplicables según normas americanas IPCEA S-61-402 última revisión. Los conductores del calibre AWG # 8 hasta el calibre AWG # 2 inclusive, deberán ser de siete (7) hilos, del calibre AWG # 1 al calibre AWG # 4/0, serán de diecinueve (19) hilos; del calibre 250 MCM al 500 MCM inclusive serán de treinta y siete (37) hilos en conductores hasta calibre 10 pueden ser de un solo hilo.

### 8.1.7 Tableros de alumbrado

Los tableros de control y protección para alumbrado estarán conformados por interruptores automáticos, termo magnéticos ensamblados en una unidad con barraje tripolar, neutro, aislado, con capacidad para 240 Amperios y recubierta en lámina de acero para ser incrustada en muro. Estos tableros estarán dotados del número de circuitos que aparecen en los cuadros de carga y serán aptos para operación en un sistema trifásico, tetrapolar, 220 voltios, 60 ciclos. La caja será fabricada en lámina de acero calibre americano no inferior al # 18 y su ejecución será del tipo para uso general NEMA 1 presentando un acabado en esmalte gris al horno, especial para clima tropical, aplicado sobre un inhibidor de corrosión. Estos tableros estarán dotados de un barraje de tierra, que permita recibir el cable de tierra de la acometida y hacer una derivación por cada circuito.

	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 77</b></p>

### 8.1.8 Interruptores para circuitos derivados

Estos interruptores se incorporarán en los anteriores tableros, serán automáticos con disparo libre, de tipo en caja moldeada plástica, enchufable, con mecanismo operación para cierre y apertura rápidos. Estarán provistos de elementos termo magnéticos que permitan una característica de tiempo inverso y disparo instantáneo. Tendrán una capacidad de interrupción en corto circuito no inferior a 10.000 amperios RMS a 240 voltios; serán individuales, intercambiables, y se suministrarán en las cantidades y capacidades de carga continua indicadas en los cuadros de cargas correspondientes a cada tablero.

### 8.1.9 Switches para control de alumbrado

Switches para uso general, tipo de incrustar, apropiados para ser instalados en un sistema de corriente alterna, con capacidad para 10 amperios continuos, 120 voltios CA., unipolar, de contacto mantenido, dos (2) posiciones abierto cerrado, con terminales de tornillos, aptos para recibir alambres de cobre hasta el calibre AWG #10 completos con herrajes, tornillos, y placas plásticas. Los switches dobles y conmutables deberán cumplir también con estas especificaciones

### 8.1.10 Tomacorrientes

Toma corrientes doble de incrustar 2 polos 15 Amperios. 250 voltios con terminales de tornillo apropiados para recibir alambre sólido de cobre hasta el calibre AWG # 10, completos con herrajes, tornillos y placa plástica.



La tomacorriente a instalar en la sala de bombas tendrán una cubierta ó tapa a prueba de agua.

### 8.1.11 Postes

Todos los postes a utilizar en el alumbrado exterior serán de concreto centrifugado de 10 m 510 Kg. tipo alumbrado público y deberán cumplir la norma AP-801.

Desviación Técnica: Se permite el suministro de postes en fibra de vidrio.

Estos postes se pintarán con aluminio extrareflectivo y esmalte sintético de acuerdo a la norma AP-600.

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAQUEÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
VERSIÓN 1 MARZO DE 2022	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 78</b>

## **9 SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA:**



### **9.1 TABLERO DE POTENCIA Y TABLERO DE CONTROL**

#### **9.1.1 DESCRIPCION**

Corresponde al suministro, montaje, instalación y Puesta en Marcha PEM del tablero de Potencia y del Tablero de Control asociado a los Subsistemas en la Aducción, Conducción y Distribución de la Línea desde la Bocatoma Cocora, llegando a la PTAP La Pola, la Conducción desde el Tanque Ciudad hasta el Tanque Sur y su Distribución hasta el Distrito 3, con TODOS sus componentes eléctricos, electrónicos y de obra civil para su correcto funcionamiento y anclaje. Se contempla dentro de los elementos para el control basados en PLC de Alta Gamma y comunicaciones con los Módulos de Entrada y Salida para los sistemas de comunicaciones y de Control. Se tiene también el control de energía regulada y no regulada por medio de interruptores y totalizadores, sistemas de barraje y conexiones atendiendo la descripción técnica de los documentos de referencia. Los equipos deberán entregarse funcionando como un todo, haciéndose la entrega final de todos los planos As-Built y los manuales de los equipos en español en medio físico y magnético.

<b>1.1</b>	Gabinete Tablero de Potencia y Control. Sistema de Monitoreo	GL	1
<b>1.2</b>	Actuador Valvula Mariposa	GL	1
<b>1.3</b>	Protecciones Eléctricas.	GL	1
<b>1.4</b>	Sistema de Alimentacion Hibrido con Paneles Solares	GL	1
<b>1.5</b>	Modulo de Comunicaciones	GL	1
<b>1.6</b>	Poste, Ductos y Cableado	GL	1
<b>1.7</b>	Instalacion y Puesta en Marcha	GL	1

El contratista deberá entregar el ítem completamente instalado y funcionando. Además de deberán contemplar todos los elementos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento en cumplimiento de la normatividad vigente. No se tendrá lugar a incursión de costos adicionales por cualquier tipo de elemento o cantidad adicional no contemplada en los documentos que se entregan para ofertar. Será responsabilidad del contratista el entregar el ítem de manera completamente funcional sin perjuicio para el contratante.

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	<b>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</b>	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
<b>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 79</b>

### 9.1.2 MEDIDA DE PAGO

La medida de pago para el suministro e instalación del sistema está especificada en el componente del presupuesto. Este componente incluye mano de obra para instalación, asesoría especializada por parte del proveedor equipos y herramientas necesarias para su instalación; materiales varios; desperdicios y/o reposiciones de materiales varios; mano de obra civil, técnica y especializada para la configuración y puesta en marcha, costos para el transporte interno; todas con sus prestaciones sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento.

### 9.1.3 ÍTEM DE PAGO



	<b>Elemento</b>	<b>Cant</b>	
	Gabinete Tablero de Potencia y Control. Sistema de Monitoreo	1	
	Actuador Valvula Mariposa	1	
	Protecciones Eléctricas.	1	
	Sistema de Alimentacion Hibrido con Paneles Solares	1	
	Modulo de Comunicaciones	1	
	Poste, Ductos y Cableado	1	
	Instalacion y Puesta en Marcha	1	

## 9.2 INSTRUMENTACIÓN

### 9.2.1 DESCRIPCION

Corresponde al suministro, montaje, instalación, calibración y Puesta en Marcha PEM de los Equipos, Sensores y Software para el monitoreo de todas las variables asociadas a la operación de los Subsistemas en la Aducción, Conducción y Distribución, y su interacción con la Planta de Tratamiento de Agua PTAP La Pola y su sistema SCADA existente. Incluye todas las aplicaciones de comunicación para la operación y control, lo mismo que los sistemas de desarrollo y programación para la configuración y puesta en marcha de todas las variables asociadas a la operación general del sistema, lo mismo que la conexión al tablero de Potencia y al Tablero de Control, con TODOS sus componentes



 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p><b>IBAL</b> LA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 80</b></p>

eléctricos, electrónicos y de obra civil para su correcto funcionamiento y anclaje. Los equipos deberán entregarse funcionando como un todo, haciéndose la entrega final de todos los planos As-Built, Curvas de Calibración, Entornos de Configuración y Parametrización y Aplicaciones con sus respectivos manuales de los equipos y software en medio físico y magnético.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Transmisor y medicion de nivel por ultrasonido	Und	1
Sensor de Presion	Und	1
Transmisor y medicion de caudal de agua sobre tuberia	Und	1
Actuador electrico	Und	1



El contratista deberá entregar el ítem completamente instalado y funcionando. Además de deberán contemplar todos los elementos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento en cumplimiento de la normatividad vigente. No se tendrá lugar a incursión de costos adicionales por cualquier tipo de elemento o cantidad adicional no contemplada en los documentos que se entregan para ofertar. Será responsabilidad del contratista el entregar el ítem de manera completamente funcional sin perjuicio para el contratante.

### 9.2.2 MEDIDA DE PAGO

La medida de pago para el suministro e instalación del sistema está especificada en el componente del presupuesto. Este componente incluye mano de obra para instalación, asesoría especializada por parte del proveedor equipos y herramientas necesarias para su instalación; materiales varios; desperdicios y/o reposiciones de materiales varios; mano de obra civil, técnica y especializada para la configuración y puesta en marcha, costos para el transporte interno; todas con sus prestaciones sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento.

### 9.2.3 ITEM DE PAGO

12	Instrumentacion	Global	1
	Suministro, Instalación, Calibración y PEM Medición de Nivel		
	Suministro, Instalación, Calibración y PEM Sensor de Presion		
	Suministro, Instalación, Calibración y PEM Medidor de Caudal		

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	<b>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</b>	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL</small> <small>EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
<b>VERSIÓN 1</b> <b>MARZO DE 2022</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN</b> <b>LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 81</b>

## 9.3 CAJAS DE PASO Y/O DERIVACIÓN INSTRUMENTACIÓN:

### 9.3.1 DESCRIPCION



Corresponde al suministro, montaje e instalación de todas las Cajas de Paso y/o derivación para el conexionado de los Equipos, Sensores y Software para el monitoreo de todas las variables asociadas a la operación de los Subsistemas que operan en conjunto con la Planta de Tratamiento de Agua Potable, incluye la conexión al tablero de Potencia y al Tablero de Control, con TODOS sus componentes eléctricos, electrónicos y de obra civil para su correcto funcionamiento y anclaje. Los equipos deberán entregarse funcionando como un todo, haciéndose la entrega final de todos los planos record As-Built, Rutas de Cableado, Ubicación, Marcación de Tuberías y Ductos.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Caja de paso de 0,5x0,5x0,7 mts tipo nema 4 tramontina o aluminio	Und	1,000
Conduleta de Ø 3/4"	Und	1,000
Conduleta de Ø 1"	Und	1,000
Conduleta de Ø 2"	Und	1,000

El contratista deberá entregar el ítem completamente instalado y funcionando. Además de deberán contemplar todos los elementos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento en cumplimiento de la normatividad vigente. No se tendrá lugar a incursión de costos adicionales por cualquier tipo de elemento o cantidad adicional no contemplada en los documentos que se entregan para ofertar. Será responsabilidad del contratista el entregar el ítem de manera completamente funcional sin perjuicio para el contratante.

### 9.3.2 MEDIDA DE PAGO

La medida de pago para el suministro e instalación del sistema está especificada en el componente del presupuesto. Este componente incluye mano de obra para instalación, asesoría especializada por parte del proveedor equipos y herramientas necesarias para su instalación; materiales varios; desperdicios y/o reposiciones de materiales varios; mano de obra civil, técnica y especializada para la configuración y puesta en marcha, costos para el transporte interno; todas con sus prestaciones sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL          EMPRESA IBAGÜERENA DE          ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
VERSIÓN 1 MARZO DE 2022	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN          LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 82</b>

### 9.3.3 ÍTEM DE PAGO

14	CAJAS DE PASO Y/O DERIVACION INSTRUMENTACION	Global	1
	Caja de paso de 0,5x0,5x0,70 mts tipo nema 4 tramontina o aluminio		

## 9.4 DUCTERIAS METÁLICAS A LA VISTA INSTRUMENTACIÓN:

### 9.4.1 DESCRIPCION



Corresponde al suministro, montaje e instalación de toda la Ductería Metálica y/o Bandejas Metálicas para el conexionado de los Equipos, Sensores y Software para el monitoreo de todas las variables asociadas a los Subsistemas en la Aducción, Conducción y Distribución, incluye la conexión al tablero de Potencia y al Tablero de Control, con TODOS sus componentes eléctricos, electrónicos y de obra civil para su correcto funcionamiento y anclaje. Los elementos deberán entregarse funcionando como un todo, haciéndose la entrega final de todos los planos record As-Built, Rutas de Cableado, Ubicación, Marcación de Tuberías y Ductos.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Tubería de Ø 3/4" IMC	ML	1,000
Tubería de Ø 1" IMC	ML	1,000
Tubería Ø 2" tipo IMC	ML	1,000

El contratista deberá entregar el ítem completamente instalado y funcionando. Además de deberán contemplar todos los elementos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento en cumplimiento de la normatividad vigente. No se tendrá lugar a incursión de costos adicionales por cualquier tipo de elemento o cantidad adicional no contemplada en los documentos que se entregan para ofertar. Será responsabilidad del contratista el entregar el ítem de manera completamente funcional sin perjuicio para el contratante.

### 9.4.2 MEDIDA DE PAGO

La medida de pago para el suministro e instalación del sistema está especificada en el componente del presupuesto. Este componente incluye mano de obra para instalación, asesoría especializada por parte del proveedor equipos y herramientas necesarias para su instalación; materiales varios; desperdicios y/o reposiciones de materiales varios; mano de obra civil, técnica y especializada para la configuración y puesta en marcha, costos

 <b>IEH GRUCON S.A.</b> Una empresa del Grupo Emdepa	<b>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</b>	 <b>IBAL</b> <small>LA ESP. OFICIAL</small> <small>EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</small>
<b>VERSIÓN 1</b> <b>MARZO DE 2022</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN</b> <b>LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Página 83</b>

para el transporte interno; todas con sus prestaciones sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento

### 9.4.3 ITEM DE PAGO

15	DUCTERIAS METALICAS A LA VISTA INSTRUMENTACION	Global	1
----	--	--------	---

## 9.5 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA TRANSITORIOS

### 9.5.1 DESCRIPCION



Corresponde al suministro, montaje e instalación de todos los Dispositivos de Protección contra Sobretensiones DPS en todos los tableros de Potencia y de Control para el conexonado de los Equipos, Sensores y Software para el monitoreo de todas las variables asociadas a la operación de los Subsistemas en la Aducción, Conducción y Distribución, incluye la conexión al tablero de Potencia y al Tablero de Control, con TODOS sus componentes eléctricos, electrónicos y de obra civil para su correcto funcionamiento y anclaje. Los elementos deberán entregarse funcionando como un todo, haciéndose la entrega final de todos los planos record As-Built, Rutas de Cableado, Ubicación, Marcación de Tuberías y Ductos.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Proteccion Nivel 120 Vac equipos	Und	1,000
Proteccion Nivel 24 VDC alimentacion equipos	Und	1,000
Proteccion Lazos de corriente 4-20 mA.	Und	1,000
Proteccion Lazos de Comunicaciones	Und	1,000

El contratista deberá entregar el ítem completamente instalado y funcionando. Además de deberán contemplar todos los elementos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento en cumplimiento de la normatividad vigente. No se tendrá lugar a incursión de costos adicionales por cualquier tipo de elemento o cantidad adicional no contemplada en los documentos que se entregan para ofertar. Será responsabilidad del contratista el entregar el ítem de manera completamente funcional sin perjuicio para el contratante.

### 9.5.2 MEDIDA DE PAGO

La medida de pago para el suministro e instalación del sistema está especificada en el componente del presupuesto. Este componente incluye mano de obra para instalación,

 <p>IEH GRUCON S.A. Una empresa del Grupo Emdepa</p>	<p>PROYECTO C-389-2022 "Estudios y Diseños de la rehabilitación y/o optimización de la Bocatoma Cocora, tratamiento, suministro y abastecimiento de agua potable para los acueductos comunitarios comunas 12 y 13 de Ibagué, y validación hidráulica línea de aducción desde la Bocatoma Cocora hasta la PTAP La Pola, línea de conducción desde el Tanque Ciudad a Tanque Sur con su línea de distribución al D3 de la ciudad de Ibagué"</p>	 <p>IBAL SA ESP. OFICIAL EMPRESA IBAGÜERENA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>
<p>VERSIÓN 1 MARZO DE 2022</p>	<p><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AUTOMATIZACIÓN LÍNEA ADUCCIÓN, CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>Página 84</b></p>

asesoría especializada por parte del proveedor equipos y herramientas necesarias para su instalación; materiales varios; desperdicios y/o reposiciones de materiales varios; mano de obra civil, técnica y especializada para la configuración y puesta en marcha, costos para el transporte interno; todas con sus prestaciones sociales y demás costos laborales, y otros costos varios requeridos para su correcta ejecución y funcionamiento

### 9.5.3 ITEM DE PAGO

16	DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA TRANSITORIOS	Global	1
----	--	--------	---