



**INFORME
FINAL**

**DOCUMENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE
ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS EN
LA CUENCA PASTO Y SUS TRASVASES**

DOCUMENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS EN LA CUENCA PASTO Y SUS TRASVASES

LUIS FERNANDO GAVIRIA T.
Rector Universidad Tecnológica de Pereira

JUAN MAURICIO CASTAÑO ROJAS
Ing. Químico, M.Sc., Ph.D.
Coordinador del proyecto

JUAN CAMILO BERRIO CARVAJAL
Adm. Ambiental. M.Sc.

NORMA LILI CASTRO GIRALDO
Adm. Ambiental

VANESSA CALDERÓN GARCÍA
Adm. Ambiental.

CHRISTIAN CAMILO MARTINEZ GONZÁLEZ
Ing. Ambiental. M.Sc.

ALEJANDRO HERRERA GONZALEZ
Adm. Ambiental.

STEPHANIA SUÁREZ GRAJALES
Adm. Ambiental.

Diseño y Diagramación
Recursos Informaáticos y Educativos -CRIE
Universidad Tecnológica de Pereira

HUGO MARTIN MIDEROS LÓPEZ
Director CORPONARIÑO

Subdirectora de conocimiento y evaluación ambiental
MARÍA NATHALIA MORENO SANTANDER

Supervisor
ANDRÉS RICARDO SANTACRUZ MALLAMA

Equipo técnico

ERIKA SILVANA NARVÁEZ CHALIAL
DALILA NATALIA PÉREZ HERNÁNDEZ
ANGELA YULIETH GUERRERO ORTIZ
EDID ROCIO RINCÓN MUÑOZ
BRYAN ALEXANDER GÓMEZ RAZA
CHRISTIAN CAMILO LÓPEZ LÓPEZ
BRAYAN JULIÁN TORRES
YELINE ISABEL CASTRO

Pereira 2020

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	13
1.1 Conceptos Básicos	13
1.1.1 Red de monitoreo hidrolimatlógica	13
1.1.2 Gestión del riesgo (Con enfoque en desabastecimiento de agua)	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo General.....	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 LOCALIZACIÓN	15
4 METODOLOGÍA	18
4.1 Estrategias de participación	18
4.1.1 Elaboración de listado de actores	18
4.1.2 Entrevista estructurada	18
4.1.3 Generación de Matriz de adyacencia	19
4.1.3.1 Generación de grafos, métricas de análisis	19
4.2 Diagnóstico del estado del monitoreo hidrolimatlógico local	19
4.2.1 Diagnóstico de instrumentación existente	19
4.2.1.1 Ubicación	20
4.2.1.2 Tipo de estación	20
4.2.1.3 Estado actual de las estaciones	20
4.2.1.4 Periodicidad	20
4.2.1.5 Institución responsable.....	20
4.2.2 Distribución y densidad de estaciones	21
4.2.3 Diagnóstico de la estructura institucional	22
4.2.4 Verificación de Campo	23
4.2.4.1 Visitas de inspección.....	23
4.3 Propuesta de instrumentación para un sistema local de monitoreo hidrolimatlógico.....	24
4.3.1 Tipo y ubicación de estaciones.....	24
4.3.2 Justificación.....	25
4.3.3 Especificaciones Técnicas	25
4.4 Propuesta de operación de monitoreo.....	25
4.4.1 Interinstitucional.....	26
4.4.2 Operativa	26
4.5 Costos y Presupuestos	28
4.5.1 Adquisición e instalación de equipos	28
4.5.2 Operación y Mantenimiento.....	29
5 RESULTADOS	30
5.1 Estrategias de participación.....	30
5.1.1 Redes de actores	32
5.2 Diagnóstico del estado del monitoreo ambiental local.....	34
5.2.1 Diagnóstico de instrumentación existente.....	34
5.2.1.1 EMPOPASTO	35

5.2.1.1.1 Tipo de estación EMPOPASTO.....	36
5.2.1.2 Secretaría de gestión del riesgo.....	37
5.2.1.3 IDEAM.....	38
5.2.1.4 Estado actual de las estaciones.....	40
5.2.1.5 Periodicidad.....	40
5.2.2 Distribución y densidad de estaciones.....	41
5.2.3 Diagnóstico de la estructura institucional.....	43
5.2.3.1 Potencialidades de la Red de Monitoreo Hidroclimatólogo.....	45
5.2.3.2 Oportunidades de Mejora de la Red de Monitoreo Hidroclimatólogo.....	46
5.2.4 Verificación de Campo.....	46
5.2.4.1 Visitas de inspección.....	47
5.2.4.1.1 Fichas desarrolladas para estaciones propuestas.....	47
5.2.4.1.2 Estación Climatológica Alta Bobo.....	48
5.2.4.1.3 Estación Climatológica Alta Chachagüí.....	49
5.2.4.1.4 Estación Climatológica Alta Pasto.....	50
5.2.4.1.5 Estación Climatológica Alta Pasto Bobo.....	51
5.2.4.1.6 Estación Climatológica Alta Nariño.....	52
5.2.4.1.7 Estación Climatológica Divisoria Bobo Pasto.....	53
5.2.4.1.8 Estación Climatológica Media Alta Pasto.....	54
5.2.4.1.9 Estación Hidroclimatólogo Antes Centenario.....	55
5.2.4.1.10 Estación Hidroclimatólogo Bermúdez.....	56
5.2.4.1.11 Estación Hidroclimatólogo Bobo.....	57
5.2.4.1.12 Estación Hidroclimatólogo Carnicerías.....	58
5.2.4.1.13 Estación Hidroclimatólogo El Quinche Zona Baja.....	59
5.2.4.1.14 Estación Hidroclimatólogo El Quinche Zona Alta.....	60
5.2.4.1.15 Estación Hidrológica Miraflores.....	61
5.2.4.1.16 Estación Hidrológica Piedras.....	62
5.2.4.2 Estaciones existentes.....	63
5.2.4.2.1 Estación Climatológica Casanare.....	64
5.2.4.2.2 Estación Climatológica Coba Negra.....	65
5.2.4.2.3 Estación Climatológica Guadalupe.....	66
5.2.4.2.4 Estación Climatológica Piedras.....	67
5.2.4.2.5 Estación Climatológica Wilquipamba.....	68
5.2.4.2.6 Estación Hidroclimatólogo Miraflores.....	69
5.2.4.2.7 Estación Hidroclimatólogo Antes Bobo Casanare.....	70
5.2.4.2.8 Estación Hidroclimatólogo Piedras.....	71
5.3 Propuesta de Instrumentación para un sistema local de monitoreo ambiental.....	72
5.3.1 Tipo y ubicación de estaciones.....	72
5.3.1.1 Estaciones climatológicas.....	72
5.3.1.2 Estaciones hidroclimatólogas.....	74
5.3.1.2.1 Instrumentación por subzonas.....	77
5.3.1.3 Estación de Monitoreo de Fuentes Hídricas.....	82
5.3.2 Justificación.....	83
5.3.3 Especificaciones Técnicas.....	83

5.3.3.1 Estaciones hidroclimatológicas telemétricas con sistema de radio frecuencia.....	84
5.3.3.1.1 Sistema de sensores	84
5.3.3.1.2 Plataforma registradora de datos	85
5.3.3.1.3 Sistema de comunicación por radio frecuencia	86
5.3.3.1.4 Sistema de alimentación	87
5.3.3.1.5 Conexión a tierra y pararrayos.....	87
5.3.3.2 Estaciones climatológicas telemétricas con sistema de radio frecuencia	87
5.3.3.2.1 Sistema de sensores	87
5.3.3.2.2 Plataforma registradora de datos	89
5.3.3.2.3 Sistema de comunicación por radio frecuencia	91
5.3.3.2.4 Sistema de alimentación	91
5.3.3.2.5 Conexión a tierra y pararrayos.....	92
5.3.3.3 Estación central de monitoreo.....	92
5.3.3.3.1 Sistema de comunicación	92
5.3.3.3.2 Sistema de alimentación.....	93
5.3.3.3.3 Software especializado de gestión del SAT.....	93
5.3.3.3.4 Servidor	94
5.4 Propuesta de operación de un sistema local de monitoreo ambiental	95
5.4.1 Interinstitucional.....	95
5.4.2 Operativa	96
5.4.3 Diseño del sistema de gestión de la calidad bajo la norma NTC–ISO/IEC 17025 ISO-17025	97
5.5 Costos y Presupuestos	105
5.5.1 Adquisición e instalación de equipos	105
5.5.2 Operación y Mantenimiento.....	107
5.5.2.1 Presupuesto operación y mantenimiento	107
6 BIBLIOGRAFÍA.....	109
7 ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Cuenca de río Pasto. Fuente: CORPONARIÑO 201816	
Figura 2. Mapa base de la cuenca del río Pasto. Fuente: CORPONARIÑO 2018	17
Figura 3. Análisis DOFA. Fuente: Rivera R. 2009	23
Figura 4. Pasos del diagnóstico institucional. Fuente: Rovere M. 1994.....	12
Figura 5. Diseño de jornadas de verificación en Campo. Fuente: CORPONARIÑO 2020.....	14
Figura 6. Percepción actores entrevistados sobre calidad de información de variables climáticas e hidrológicas	22
Figura 7. Percepción sobre impacto del proceso de instrumentación en entidades de vinculación de los entrevistados ...	23
Figura 8. Percepción de la prioridad de la entidad de los entrevistados en el proceso de instrumentación de la cuenca. ...	23
Figura 9. Red de actores identificados en la implementación de estaciones hidroclimatológicas.....	24
Figura 10. Componentes Estaciones Meteorológicas Satelitales. Fuente: EMPOPASTO 2020	27
Figura 11. Componentes Estaciones Meteorológicas Davis. Fuente: EMPOPASTO 2020.....	28
Figura 12. Estaciones existentes en la zona de estudio.....	31
Figura 13. Densidad de estaciones activas.....	33
Figura 14. Clasificación de la instrumentación existente.....	34
Figura 15. Subzonas definidas	67
Figura 16. Polígonos de Thiessen para estaciones telemétricas existentes.....	68
Figura 17. Polígonos de Thiessen para estaciones telemétricas existentes y propuestas.....	69
Figura 18. Concesiones priorizadas	71
Figura 19. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona alta media río Bobo.....	73
Figura 20. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona alta río Pasto	74
Figura 21. Estaciones hidroclimatológicas propuestas - zona media alta río Pasto.....	75
Figura 22. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona media baja río Pasto.....	76
Figura 23. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona río Bermúdez	77
Figura 24. Instrumentación propuesta y existente	78
Figura 25. Estructura organizacional de una red hidroclimatológica	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km ² por estación).....	21
Tabla 2. Actores principales en la instrumentación de la cuenca del río Pasto.....	34
Tabla 3. Estaciones que Comprende el Sistema EMPOPASTO	35
Tabla 4. Ubicaciones de las estaciones	38
Tabla 5. Ubicación estaciones IDEAM.....	39
Tabla 6. Periodicidad estaciones	41
Tabla 7. Estructura institucional.....	43
Tabla 8. Matriz DOFA.....	45
Tabla 9. Parámetros para los siete usos del agua definidos en la cuenca	75
Tabla 10. peso específico para cada uso.....	76
Tabla 11. Zonas priorizadas para la instrumentación Siguiendo el orden y contenido del documento se hace la recomendación de poner una descripción como en el numeral	
4.1 Estrategias de participación que permita la continuación a los subíndices.	77
Tabla 12. Sistema de sensores.....	84
Tabla 13. Plataforma registradora de datos.....	85
Tabla 14. Sistema de comunicación por radio frecuencia.....	86
Tabla 15. Sistema de alimentación.....	87
Tabla 16. Conexión a tierra y pararrayos	87
Tabla 17. Sistema de sensores.....	88
Tabla 18. Plataforma registradora de datos.....	90
Tabla 19. Sistema de comunicación por radio frecuencia.....	91
Tabla 20. Sistema de alimentación.....	91
Tabla 21. Conexión a tierra y pararrayos	92
Tabla 22. Sistema de comunicación.....	92
Tabla 23. Sistema de alimentación.....	93
Tabla 24. Software especializado de gestión del SAT	94
Tabla 25. Servidor	94
Tabla 26. Función potencial en una RED HIDROCLIMATOLÓGICA LOCAL.....	95
Tabla 27. Actividades del personal requerido	97
Tabla 28. Especificaciones técnicas estaciones.....	105
Tabla 29. Costo de instalación de estaciones	106
Tabla 30. Resumen costo de estaciones	106
Tabla 31. Presupuesto de operación base.....	107
Tabla 32. Presupuesto de operación completa	108

1.

INTRODUCCIÓN

1.1 Conceptos Básicos

En este numeral se describirán los conceptos básicos asociados al proyecto desde el punto de vista de que es una red de monitoreo y su acercamiento a la gestión del riesgo.

1.1.1 Red de monitoreo hidroclimatológica

Una red de monitoreo hidroclimatológica en la mayoría de los casos se asocia con instrumentos que realizan mediciones en campo, estas mediciones por lo general se ejecutan bajo estándares internacionales de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), entidad de las Naciones Unidas con sede en Ginebra (Suiza), creada en 1946 para apoyar los servicios meteorológicos de los países, promover la cooperación entre ellos y estandarizar los instrumentos de medida y los métodos de observación. Colombia, como país signatario del convenio desde el 5 de enero de 1962, debe cumplir con sus regulaciones en estas materias. (OMM, 2011) (Organización Meteorologica mundial, 2011).

Lo definido anteriormente facilita el intercambio libre y sin restricciones de datos, información, productos y servicios en tiempo real y en tiempo no real sobre aspectos relacionados con la hidrología y la meteorología, para velar por la seguridad y la protección de la sociedad, el bienestar económico y la protección del medio ambiente (OMM, 2011).

Ya como concepto específico la OMM plantea que una red de estaciones consiste en varias estaciones del mismo tipo (tales como un conjunto de estaciones pluviométricas, estaciones de medición de la radiación o estaciones climatológicas), que se administran como un grupo. Es importante considerar el tiempo de registro de datos de estas estaciones pues el análisis climático se basa en análisis estadísticos tanto temporales como espaciales de series temporales (OMM, 2011).

Por su parte el IDEAM plantea que una red de monitoreo meteorológica o hidrometeorológica es el conjunto de estaciones, convenientemente distribuidas, en las que se observan, miden y/o registran los diferentes fenómenos y elementos atmosféricos que son necesarios en la determinación del estado del tiempo y el clima en una región, para su posterior aplicación a diversos usos y objetivos (IDEAM, 2017).

Estos conceptos evidencian parámetros en común, el uso de instrumentos y la distribución espacial de los mismos, esto define el comportamiento meteorológico y climático de una región. Adicionalmente es importante resaltar que la OMM plantea el intercambio libre de datos generados por las redes de monitoreo, facilitando la creación de modelos climáticos más amplios.

1.1.2 Gestión del riesgo (Con enfoque en desabastecimiento de agua)

Según la ley 1523 de 2012, la gestión del riesgo es “un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”. En este contexto, el diseño y posterior implementación de una red hidroclimatológica local para la cuenca del río Pasto contribuirá al conocimiento del riesgo asociado a eventos hidroclimatológicos extremos, como es el caso de las sequías, temporada en la cual la población y las actividades económicas; enfrentan el riesgo de desabastecimiento de agua. De igual forma ocurre durante los periodos de lluvias intensas que se asocian al deterioro de la calidad del agua o a la potencial afectación de la infraestructura del servicio de agua potable debido a crecientes, avenidas torrenciales o deslizamientos. Un mejor conocimiento local de la variabilidad del clima y la hidrología, aparte de ser un complemento de la información generada desde la institucionalidad de orden nacional, propicia más y mejor información para las entidades que desarrollan la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Pasto.

1.1.3 Software R

Es un lenguaje y ambiente de cómputo estadístico y gráfico de acceso y uso gratuito. R provee una gran variedad de paquetes que permiten su uso en una gama amplia de disciplinas que incluyen la estadística, la hidrología, el procesamiento de imágenes satelitales, la biotecnología, por solo mencionar algunas de sus aplicaciones.

1.1.3.1 Librería ggplot2, permite hacer diagramas de cajas o boxplots.

1.1.3.2 Librería ggmap, complemento para la visualización de mapas de Google.

1.1.3.3 Librería Rgdal, complemento para leer archivos de geoinformación

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar un documento de implementación de estaciones hidroclimatológicas en la cuenca Pasto y sus trasvases.

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar la instrumentación existente en las cuencas de los ríos Pasto y Bobo
2. Diseñar una red de monitoreo hidroclimatológico

3. LOCALIZACIÓN

El río Pasto es uno de los principales afluentes del río Juanambú, nace en la vertiente occidental del sistema orográfico de los Andes en el Departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia. Esta cuenca limita al norte en su parte más estrecha con la cuenca del río Juanambú; al suroriente con la cuenca del Río Guamuéz en la divisoria de aguas sector denominado el Tábano y la Loma Tierra Blanca a los 3400 m.s.n.m.; al sur con la cuenca del Río Bobo en la divisoria de aguas sector conocido como la Cuchilla y el Campero a 3200 m.s.n.m.; al suroccidente con las laderas del Volcán Galeras en la cota de 4200 m.s.n.m; al occidente en dirección norte limita con el sector denominado la Cuchilla, ubicado entre los municipios de la Florida y el Tambo sobre los 2750 m.s.n.m.; y al oriente desde el Páramo de Bordoncillo en dirección al Volcán Morasurco finalizando en proximidades al casco urbano del municipio de Chachagüí y el Aeropuerto Antonio Nariño (Figura 1).

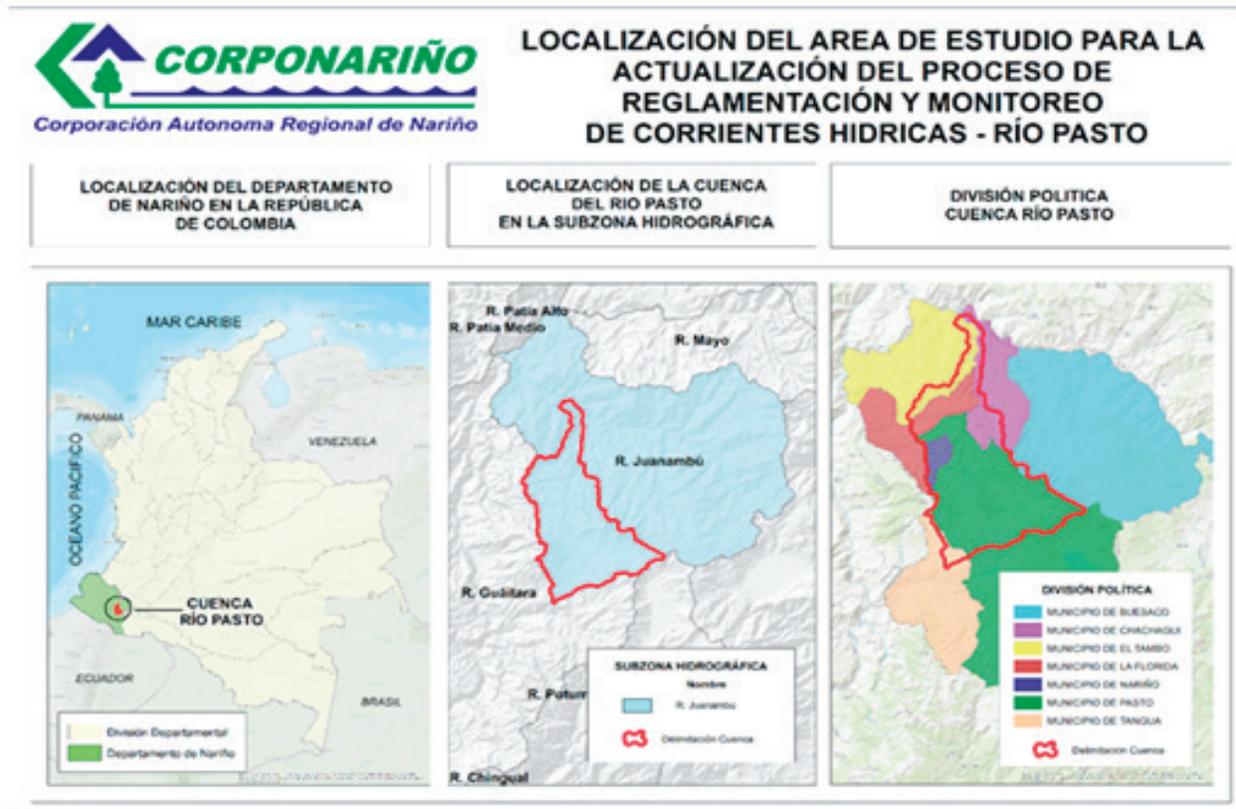


Figura 1. Ubicación de la Cuenca de río Pasto. Fuente: CORPONARIÑO 2018

Como se muestra en la Figura 2, la cuenca del río Pasto tiene una superficie aproximadamente de 483.32 Km², y su cauce principal una longitud aproximada de 57.60 Km, medidos desde la unión de las quebradas El Retiro y Las Tiendas, en su parte alta, hasta la desembocadura en el río Juanambú (CORPONARIÑO, 2011).

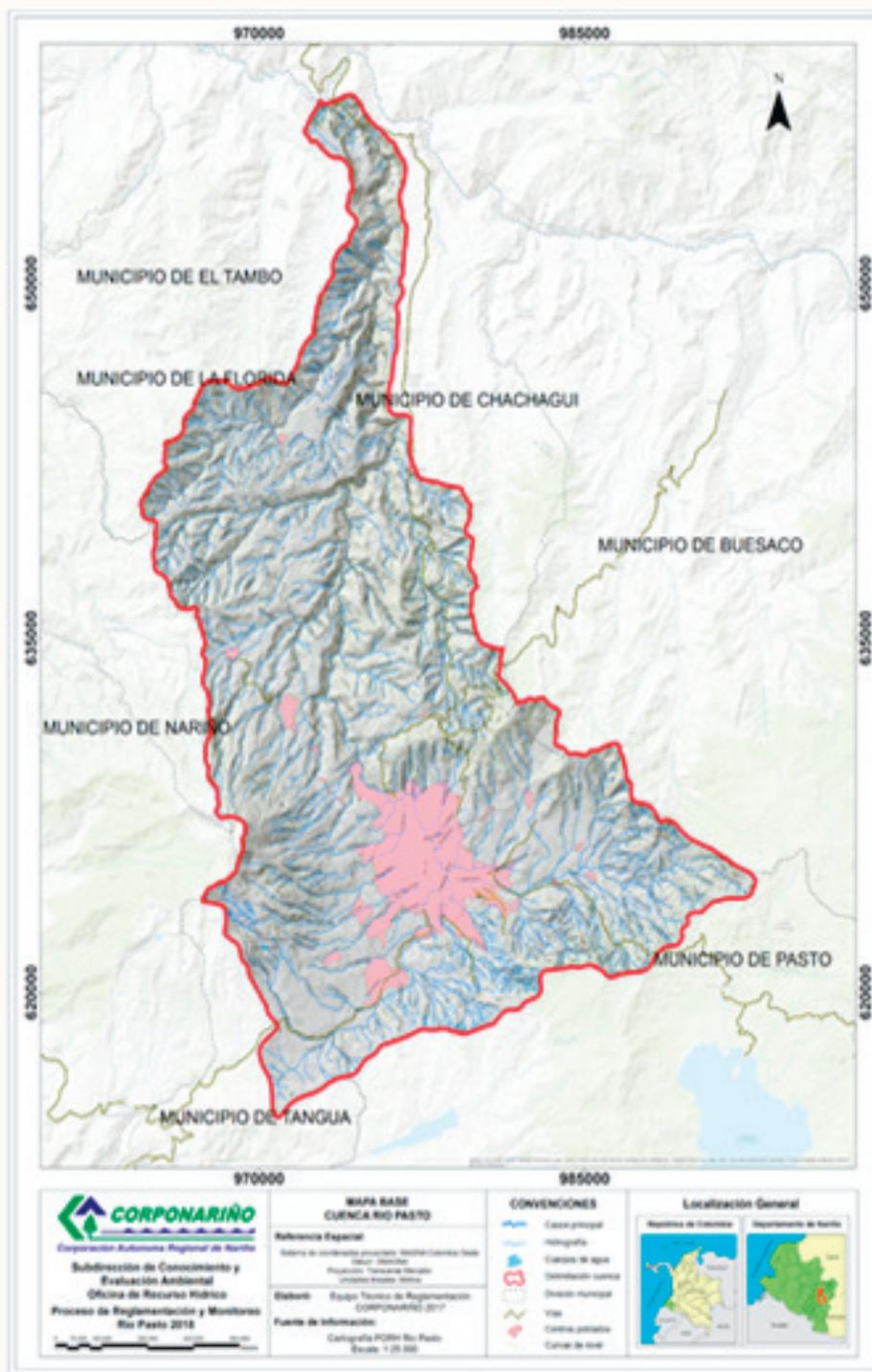


Figura 2. Mapa base de la cuenca del río Pasto. Fuente: CORPONARIÑO 2018

4. METODOLOGÍA

A continuación, se realizará la descripción de la metodología que se empleará para la implementación de las estaciones hidroclimatológicas en la cuenca Pasto y sus trasvases. Inicialmente, se realizará el diagnóstico de la instrumentación existente, como primer insumo para definir el estado del monitoreo hidroclimatológico en la cuenca. A partir del diagnóstico, se propondrá una red de monitoreo para la cuenca Pasto en la cual se considerarán tres condiciones, la primera asociada al conocimiento previo de la instrumentación actualmente funcional en la cuenca; la segunda condición asociada a las características técnicas de instalación planteadas por el IDEAM y la OMM; y, la tercera condición, asociada a la realización de talleres participativos en la cuenca con las diferentes instituciones, donde laboran funcionarios expertos en las temáticas hidrológicas y climatológicas y que conocen las necesidades específicas de monitoreo.

Posteriormente, se realizará la propuesta de operación de monitoreo, siendo fundamental las instituciones que definen las necesidades puntuales; además se realizará el diseño de la red de monitoreo hidroclimatológico, con el diseño de las rutinas operativas para dicha red. Finalmente, se definirán los costos y presupuestos para la adquisición e instalación de equipos, y para la operación y mantenimiento de la red.

4.1 Estrategias de participación

Los sistemas sociales se caracterizan por las múltiples y complejas relaciones que, de manera explícita o implícita, se dan entre individuos, grupos y organizaciones. En las últimas décadas, el análisis de redes sociales provee una serie de métodos y herramientas con el propósito de explicar los patrones y estructuras de estas relaciones dentro de un grupo u organización (Wasserman and Faust, 1994). El análisis de redes sociales ha probado ser una herramienta de investigación útil en numerosas áreas y sectores, como es el caso de la gestión de los recursos naturales. El análisis de redes sociales ha sido utilizado para identificar actores claves en el desarrollo de procesos de gobernanza de recursos naturales asociados con la contaminación del agua (Ruzol et al., 2017) o la gestión integrada del agua (Lienert et al., 2013; Rathwell y Peterson, 2012).

Para la caracterización de los actores se procederá con las siguientes etapas:

4.1.1 Elaboración de listado de actores

Inicialmente, con unos actores definidos por el equipo de trabajo del proyecto y funcionarios de CORPONARIÑO, se desarrollarán entrevistas estructuradas con preguntas relacionadas sobre los actores claves dentro de este proceso de instrumentación de la cuenca, la importancia que consideran tiene su entidad de vinculación en estos procesos y con la gestión de la información de variables climáticas e hidrológicas. Al resultado de este primer proceso, se aplicará la metodología de nominado o en cadena (Blanco & Castro, 2007) para completar el número de actores muestreados hasta que se logre un punto de saturación.

4.1.2 Entrevista estructurada

Se aplicará una entrevista estructurada para indagar por aspectos de conocimiento sobre el rol que tanto instituciones como actores claves deben o pueden ejercer en los procesos de reglamentación e instrumentación

de la cuenca del río Pasto. Para el desarrollo de esta entrevista se usará el software Survey Monkey. En el anexo 1, se presentan las preguntas realizadas en la entrevista.

4.1.3 Generación de Matriz de adyacencia

A partir de la pregunta 14. ¿Qué persona(s) vinculada(s) a su entidad/empresa/sector considera usted que deberían ser encuestadas, y la pregunta 15 ¿Qué personas clave vinculados a las entidades/empresas/sectores DIFERENTE a la suya, considera usted que deberían ser encuestadas por su potencial rol protagónico en este proceso, se construirán matrices de nodos y relaciones. Además, se elaborará una matriz en el programa Excel para cada pregunta, donde se recopila los resultados de la entrevista estructurada. Esta matriz se procesará mediante un script elaborado en el software R del cual se obtiene como resultado las matrices de Nodos y de relaciones. La primera brinda información sobre el total de instituciones y actores a considerar; la segunda lista, las relaciones que se dan entre instituciones, entre instituciones y personas o solo entre personas.

4.1.3.1 Generación de grafos, métricas de análisis

Mediante el software Gephi 0.9.2 se realizará el análisis de la red resultante de las respuestas recibidas. El análisis de la red se hizo usando las siguientes métricas (Wasserman and Faust, 1994):

Grado: Refleja las relaciones que se establecen dentro de la red entre los nodos que la conforman.

Centralidad de Intermediación: mide la frecuencia con que un nodo aparece en el camino más corto que conecta otros dos nodos. Expresa aspectos relacionados con el control de flujos, con la capacidad de mantener unidas las partes de una red, se identifican nodos de paso obligado. Se puede interpretar como un indicador de poder y acceso a la diversidad que fluye o como un potencial sintetizador

4.2 Diagnóstico del estado del monitoreo hidroclimatológico local

Este diagnóstico permitirá generar una base de datos con información concreta de la instrumentación existente en el área de influencia y su estado actual, así como las múltiples instituciones propietarias de dicha instrumentación, esto permitirá mejorar la densificación del monitoreo y evitar los gastos en puntos ya instrumentados

4.2.1 Diagnóstico de instrumentación existente

Como primer insumo para definir el estado del monitoreo hidroclimatológico en la cuenca, se realizará un diagnóstico de la instrumentación presente en la misma a partir de información secundaria recopilada en la ejecución del proyecto, datos que se obtendrán con las instituciones encargadas del monitoreo ambiental en la cuenca para reconocer la existencia de cualquier tipo de instrumento instalado en campo y dedicado a la recopilación de información hidroclimatológica, esto se contrastará con visitas de campo para verificar el estado real de los instrumentos.

4.2.1.1 Ubicación

Se ubicarán espacialmente las estaciones existentes con el fin de conocer las coordenadas y altitudes en las que se encuentran cada una de ellas, esto permitirá reconocer la distribución espacial de los instrumentos de cada una de las instituciones presentes en la cuenca, así como los accesos a cada punto y las necesidades específicas de cada sitio de emplazamiento en cuanto seguridad, operación, mantenimiento, permisos y demás características particulares.

4.2.1.2 Tipo de estación

Se realizará la clasificación de las estaciones según los parámetros que monitorean y la ubicación de estas. Si se ubica sobre un cuerpo de agua y realiza su seguimiento se denominará hidrométrica; si adicionalmente al cuerpo de agua monitorea otras variables de tipo climático se denominará hidroclimatológica; y será meteorológica cuando solo monitorea variables climáticas, esta clasificación a su vez puede subdividirse dependiente del fabricante o proveedor de cada uno de los equipos o estaciones existentes, así como el tipo de registro, su temporalidad y accesibilidad, la clasificación definitiva dependerá de lo encontrado tanto en información secundaria como en la visita de campo.

4.2.1.3 Estado actual de las estaciones

Se evaluará el estado actual de las estaciones existentes, considerando que en muchos casos las estaciones instaladas en proyectos de duración definida son abandonadas al terminarse los recursos, por lo tanto, se hace necesario conocer el estado actual y definir si son aptas para ser parte del sistema de monitoreo que se establecerá como resultado de este proyecto. Esto se determinará con las visitas a cada instrumento y una evaluación de estas, acompañados de la institución propietaria o responsable de cada equipo.

4.2.1.4 Periodicidad

La periodicidad está asociada al rango de tiempo en que cada estación o instrumento genera información, es registrada o transmitida. Esta información define si la estación posee condiciones técnicas compatibles con las características del sistema de monitoreo hidroclimatológico a plantearse, esto definirá los periodos de tiempo en los que se actualiza información, sea diaria, horaria o en rango de minutos, esta evaluación se realizará por instrumento identificado en la cuenca, clasificando las estaciones según su periodicidad en registros.

4.2.1.5 Institución responsable

Son múltiples las instituciones que hacen presencia en la cuenca del río Pasto, así mismo requieren de información veraz y oportuna para la toma de decisiones, en el caso particular de la información hidroclimatológica, las instituciones demandan constantemente datos, que en algunas ocasiones no existe por la ausencia de instrumentos de medición, por esta razón las mismas instituciones instalan estaciones en algunas zonas de particular interés de la cuenca. Por lo anterior se definirá y clasificará los equipos y las instituciones propietarias o administradoras, con el fin de que dichas instituciones hagan parte de un comité operativo para administrar la información generada por todos los instrumentos ubicados en la cuenca, de esta manera se consolidará una red de monitoreo más densa, con acceso libre a quien requiera los datos.

4.2.2 Distribución y densidad de estaciones

Una red de monitoreo hidroclimatológico, está compuesta por múltiples estaciones, tal como se mencionó con anterioridad, la distribución de estas estaciones responde a unas necesidades específicas en términos de variables. Como lo plantea el IDEAM la densidad de las estaciones de una red de una zona dada depende de los elementos meteorológicos que vayan a observarse, la topografía y la utilización de las tierras en la zona y las necesidades de información de los elementos climáticos. La proporción en la que varían los elementos climáticos en una zona diferirá de un elemento a otro. Una red poco densa es suficiente para el estudio de la presión de la superficie; una red bastante densa lo es para el estudio de la temperatura máxima y mínima, y una muy densa, para examinar la climatología de la precipitación, el viento, las heladas y la niebla, sobre todo en regiones de topografía pronunciada. La densidad de la estación deberá depender de la finalidad con la que se efectúan las observaciones y el uso que se hará de los datos. Al planificar una red, se debe considerar y adoptar una solución intermedia entre la densidad ideal de las estaciones y los recursos disponibles para instalar, explotar y administrar dichas estaciones (IDEAM, 2017).

Como ejemplo de la densidad de estaciones de una red de monitoreo y considerando algunas variables como las que se presentan en la Tabla 1, la OMM plantea diferentes coberturas para una red de monitoreo mínima, esto desde el punto de vista de las áreas considerando el relieve.

Tabla 1. Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km² por estación)

Unidad fisiográfica	Precipitación		Evaporación	Flujo fluvial	Sedimentos	Calidad del agua
	No registradoras	Registradoras				
Costa	900	9,000	50,000	2,750	18,300	55,000
Montaña	250	2,500	50,000	1,000	6,700	20,000
Planicie interior	575	5,750	5,000	1,875	12,500	37,500
Montes/ ondulaciones	575	5,750	50,000	1,875	12,500	47,500
Islas pequeñas	25	250	50,000	300	2,000	6,000
Áreas urbanas	-	10 a 20	-	-	-	-
Polos/tierras áridas	10,000	100,000	100,000	20,000	200,000	200,000

Fuente: OMM, 2011

Por otro lado, la ubicación específica espacial de cada una de las estaciones dependerá en gran medida de las necesidades de las instituciones, es por esta razón que se realizarán talleres participativos con el fin de identificar las necesidades particulares de cada entidad, y cómo estas necesidades pueden hacer parte de necesidades globales, esto con el fin de consolidar el diseño final de la red de monitoreo hidroclimatológico para la cuenca del río Pasto.

Para permitir una adecuada visualización del número de estaciones y la densidad de estas, se llevó a cabo la elaboración de un código en el software R que permitió automatizar la generación de mapas de calor por densidad.

Con este código se buscó en primer lugar visualizar la densidad de estaciones existentes en el momento en las cuencas de interés y, en segundo lugar, la generación constante y automatizada de mapas de calor los cuales puedan contribuir a la toma de decisiones sobre la ubicación adecuada para las nuevas estaciones a instalar que serán propuestas en el presente documento.

4.2.3 Diagnóstico de la estructura institucional

Una vez se identifiquen las instituciones involucradas en la operación de estaciones de monitoreo hidroclimatológica existentes en la cuenca Pasto, se efectuará un diagnóstico de su estructura institucional que permita dar una representación real de la organización, enfocada primordialmente en reconocer los aspectos más deficitarios en relación a sus necesidades de información hidroclimatológica y uso eficiente de información disponible, para tomar decisiones de los procesos de mejoramiento que se deben emprender y asumir los desafíos que ello implica (Figura 3).

A su vez se identificarán aquellas instituciones, actores y usuarios que requieran el procesamiento de esta información y demás datos que puedan proporcionar una red de monitoreo hidroclimatológico, las cuales serán objeto de un diagnóstico similar, con el fin de observar puntos en común con demás instituciones de interés y eventualmente aunar esfuerzos que involucren recursos financieros, humanos, tecnológicos, etc. además de exhortar a mantener una participación constante en pro del establecimiento de la red hidroclimatológica.

El diagnóstico para trabajar se fundamenta en el entorno operativo e interno donde se determinarán fortalezas y oportunidades que pueden ser mayormente controlables por la entidad sin desconocer el entorno general. Por definición, una fortaleza es aquella que permite capturar oportunidades del entorno operativo y general o defender a la entidad de las amenazas en dichos entornos. Una debilidad es aquella que impide a la entidad capturar oportunidades en los entornos señalados y también no defiende a la entidad de las amenazas (Rivera R. 2009).



Figura 3. Análisis DOFA. Fuente: Rivera R. 2009

Los pasos para el diagnóstico institucional se relacionan en la Figura 4:

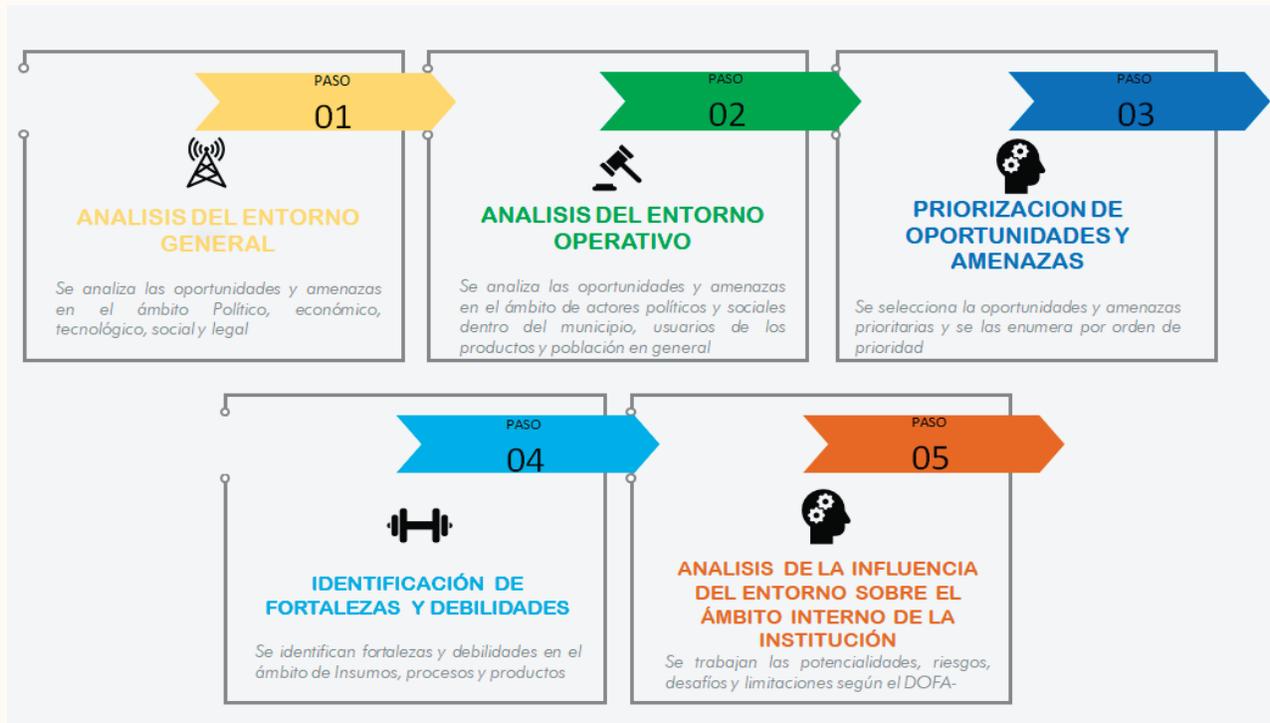


Figura 4. Pasos del diagnóstico institucional. Fuente: Rovere M. 1994

4.2.4 Verificación de Campo

Con base a las experiencias adquiridas por parte del equipo interdisciplinario que conforma la base de consultoría del presente proyecto, se estableció un orden de actividades encaminadas a efectuar una verificación en campo eficiente, de tal manera que permita una distribución y empleo de recursos acorde a la disponibilidad y necesidades del proyecto.

4.2.4.1 Visitas de inspección

Se realizarán visitas de campo para elaborar un diagnóstico de las estaciones, con el fin de determinar, por un lado, las condiciones físicas de instalación en cuanto a infraestructura de soporte y seguridad, y por el otro, las características y tipos de instrumentos utilizados en cada caso, esto permitirá crear una clasificación de estaciones existentes y su posibilidad de hacer parte del diseño de monitoreo (Figura 5).



Figura 5. Diseño de jornadas de verificación en Campo. Fuente: CORPONARIÑO 2020

4.3 Propuesta de instrumentación para un sistema local de monitoreo hidroclimático

En este punto se definirán principalmente las características técnicas de los equipos a instalar, así como la justificación de su localización, esto es importante, ya que dependerá de los resultados obtenidos en el diagnóstico del estado de monitoreo actual.

4.3.1 Tipo y ubicación de estaciones

Se propondrá una red de monitoreo para la cuenca Pasto en la cual se considerarán tres condiciones, la primera asociada al conocimiento previo de la instrumentación actualmente funcional en la cuenca, es decir a partir del resultado del numeral 4.2.1, donde se diagnosticará el estado actual de la instrumentación, se definirá cómo estas estaciones ya existentes podrán hacer parte de la red de monitoreo que se propondrá, esta evaluación considera las visitas de campo necesarias para conocer y clasificar todas las estaciones que las diferentes instituciones locales han instalado en la cuenca.

La segunda condición considerará las características técnicas de instalación planteadas por el IDEAM y la OMM, las cuales definen las coberturas mínimas para una red de monitoreo, los diferentes tipos de estaciones a implementar en cada caso y las condiciones técnicas de instalación. Considerar estas condiciones

permitirá a la red de monitoreo tener los estándares internacionales que garanticen la compatibilidad de la información a cualquier nivel.

Como tercera condición, se realizarán talleres participativos en la cuenca con las diferentes instituciones, donde laboran funcionarios expertos en las temáticas hidrológicas y climatológicas y que conocen las necesidades específicas de monitoreo. Estos talleres dejarán como resultado los puntos de monitoreo priorizados según las necesidades específicas de quienes trabajan constantemente en la cuenca.

Como resultado se obtendrá un diseño de red de monitoreo lograda a partir de la priorización según las necesidades locales y las consideraciones técnicas planteadas por organizaciones locales e internacionales.

4.3.2 Justificación

En muchas oportunidades las instituciones e incluso la población en general no poseen los suficientes insumos o información para la adecuada toma de decisiones, si hablamos específicamente de temas meteorológicos o hidrológicos, el desconocimiento del comportamiento de estos en muchas ocasiones provoca desastres que con la adecuada información podrían haber sido evitados.

Considerando lo anterior una red de monitoreo local enfocada al seguimiento de las condiciones hidroclimatológicas suministrará insumos para las instituciones y población en general del comportamiento de su entorno y las afectaciones que se podrían dar por las alteraciones de las condiciones meteorológicas o hidrológicas, esto considerando el concepto de alerta temprana, podrá suministrar información que permita actuar, por ejemplo, ante cambios en la hidrología que puedan generar inundaciones y afectaciones por incrementos en los caudales de los ríos, y desabastecimiento en la población por reducción de los caudales.

Las redes de monitoreo además de suministrar información para posibles escenarios de riesgo de corto plazo, también recopilan una importante información histórica que con el tiempo permitirá realizar análisis climáticos de la región e identificar comportamientos del clima en el largo plazo.

4.3.3 Especificaciones Técnicas

Posteriormente a la definición de los sitios a instrumentar, se definirán las características técnicas de instalación y tipo de instrumentos. Se realizará una visita de campo a los puntos propuestos en el diseño de la red de monitoreo hidroclimatológico, con el fin de evaluar, primero las condiciones de emplazamiento de los sensores, tipo de cerramiento estructuras de soporte sistemas de seguridad entre otros, y posteriormente, el tipo de sensores o instrumentos que se utilizarán para realizar las mediciones de campo, estos dependerán de las condiciones específicas del sitio, con el fin de obtener una red de monitoreo con características técnicas estándar y cumpliendo con requerimientos de organizaciones nacionales e internacionales que permitan un mantenimiento y reposición más versátil a dicha red de monitoreo.

4.4 Propuesta de operación de monitoreo

Esta propuesta plantea el esquema de operación que se propone para el sistema de monitoreo hidroclimatológico, considerando en gran medida la experiencia adquirida a través de los años en la red de monitoreo del departamento de Risaralda, se incluyen las actividades principales de operación de oficina y actividades básicas de campo.

4.4.1 Interinstitucional

Como parte integral del diseño de la red de monitoreo, las instituciones son fundamentales, ya que definen las necesidades puntuales y permiten proyectar a futuro las actividades que se realizarán asociadas a un plan estratégico. Considerando los 12 años de experiencia que ha tenido la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda, se considera su configuración como un buen ejemplo, por lo tanto se plantea consolidar un comité técnico para la Red a diseñar en la cuenca del río Pasto; de este comité harán parte las instituciones que a su vez participen en la construcción de la Red de monitoreo a partir de sus necesidades específicas, y otras instituciones que reconozcan la importancia y necesidad de este tipo de información; con este comité se espera garantizar, primero, el acceso continuo a los datos de toda la red de monitoreo hidroclimatológico, segundo mantener reuniones continuas para la planeación del futuro de las necesidades de la red, entre ellas la densificación y; tercero, facilitar el flujo de recursos para el sostenimiento en el tiempo de la red de monitoreo.

4.4.2 Operativa

Además del diseño de la red de monitoreo hidroclimatológico, se diseñarán las rutinas operativas para dicha red, las cuales se dividirán en:

- Manejo de la información de estaciones
- Trabajo de campo
- Reportes.

4.4.2.1 Manejo de información de estaciones.

Para este ítem se plantearon las actividades a realizarse de manera general con los datos reportados por las estaciones sean telemétricas o no, mediante los siguientes pasos:

Captura

La información registrada por las estaciones deberá ser capturada mediante telemetría, es decir cada estación registra el valor de todas las variables en el sitio de instalación en un periodo de tiempo definido y enviará esta información hasta una estación Central donde opera la Red de monitoreo, los demás equipos se realizará la descarga de datos visitando cada uno de ellos, para eso se definirán los softwares a utilizar, así como las rutinas de visita a las estaciones no telemétricas.

Análisis

Después de ser capturada la información por el software de la estación central, será almacenada en un archivo plano sin ningún tipo de análisis, posteriormente la información es exportada a Microsoft Excel, donde se realiza el análisis estadístico de las variables registradas por cada una de las estaciones para luego generar los informes climatológicos correspondientes, los cuales tiene una periodicidad diaria, mensual y anual; para esta actividad se desarrollarán los módulos automáticos para la generación de dichos boletines con el fin de procesar de manera ágil toda la información generada por la red de monitoreo.

Divulgación

Para la visualización de los informes generados, se plantea que la red de monitoreo cuente con una plataforma web para su visualización, donde cualquier entidad o persona interesada puede ingresar y obtener la información registrada por las estaciones, adicionalmente a la consulta de los informes climatológicos de días, meses o años pasados, se podrá consultar las condiciones climáticas en tiempo real, es decir que se podrán visualizar las variables registradas en cada estación en el mismo instante que son registradas en el sitio de instalación, para aquellas estaciones que poseen telemetría.

Almacenamiento

De igual manera toda la información publicada en la página web de la Red de monitoreo será almacenada en la estación central, donde también serán almacenadas todas las plantillas utilizadas en las actividades de campo.

Trabajo de campo

El trabajo de campo se asocia a dos actividades específicas, realización de aforos y mantenimientos preventivos y/o correctivos, se plantea la metodología para la realización de aforos para las tomas de áreas y velocidad en cada sección hidráulica donde se instale una estación de monitoreo.

Aforos

Se plantea, la realización de aforos mínimo una vez por mes en cada una de las nuevas estaciones con el fin de generar las curvas de gasto en cada punto, dichos aforos se harán con la siguiente metodología.

Todas las actividades de medición se realizarán con las debidas protecciones por parte del equipo de campo, con equipos de última tecnología y atendiendo a la metodología de aforo Área-Velocidad desarrollada por la U.S Geological Survey – USGS, la cual se describe en forma general a continuación.

Se define un levantamiento de la sección transversal, donde se utilizará una cinta métrica suficientemente templada evitando al máximo la formación de catenarias, el número de segmentos y longitud de estos se adopta dependiendo del ancho de la sección, la longitud del segmento se obtiene al dividir el ancho de la corriente entre al menos 15, si el ancho de la corriente supera los 15 metros, estos segmentos serán cada metro hasta el total de la longitud.

El número de mediciones de velocidad en cada vertical se realizará dependiendo de la profundidad del agua en cada vertical de medición y de la distribución de velocidades de la corriente, en la siguiente forma:

- Si la profundidad era menor de 0.20 metros, se hacía una (1) medición a 0,60 (H) del tirante de agua.
- Si la profundidad era mayor a 0.20 metros y menor de 0.60, se tomaban dos (2) mediciones a 0.20 (H) y a 0,80 (H) del tirante de agua.
- Si la profundidad era mayor a 0.60 metros, se realizaban tres (3) mediciones a 0.20 (H), a 0.60 (H) y a 0,80 (H) del tirante de agua.

Con los datos obtenidos de los caudales en cada sitio de medición de nivel, se espera después del primer año de mediciones, construir la primera aproximación de curva de gasto, que permita transformar las medidas de nivel en caudales.

Por otro lado, entre las actividades de campo se plantea la realización de mantenimientos preventivos, los cuales garanticen la funcionalidad de los sensores en el tiempo y permitan identificar sensores que deban ser reemplazados antes de que estos dejen de funcionar. Por su parte los mantenimientos correctivos se ejecutarán dependiendo del daño presentado o del sensor o parte de la estación afectada.

4.4.2.3 Reportes

Los reportes están asociados a los boletines generados de manera rutinaria ante los datos cincominutales reportados por cada estación instalada en campo o en su defecto ante la ocurrencia de un evento que supere los umbrales establecidos, dichos reportes serán subidos a la plataforma que se destine para tal fin.

4.3 Propuesta metodológica para el diseño de un sistema de gestión de calidad a una red Hidroclimatológica local

De acuerdo con el servicio de medición de caudal, mantenimiento e instrumentación de estaciones climatológicas, y gestión de la información; se presentarán una serie de procedimientos y formatos que hacen parte de un sistema de gestión de calidad básico para la operación de la red hidroclimatológica.

Para el diseño de este sistema, se tomará como caso de estudio la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda, la cual se encuentra implementando un sistema de gestión de calidad, según la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

En ese sentido, se presentarán tres componentes básicos para la operación de una red hidroclimatológica local.

1. Procedimientos relativos a la estructura y la administración.
2. Realización de Aforos
3. Gestión de la información

4.5 Costos y Presupuestos

Este ítem planteará los costos asociados a la adquisición, instalación, puesta en funcionamiento y operación de una nueva red de monitoreo hidroclimatológica basada en las definiciones técnicas y de ubicación geográfica de las misma.

4.5.1 Adquisición e instalación de equipos

Se construyó un presupuesto base a partir de los resultados del diseño de la red de monitoreo, estos resultados definen ubicación, estructura específica por sitio y tipo de estación, esta información fue cuantificada y

llevada a valor en pesos, con el fin de consolidar el costo total de implementación de la red, desde el punto de vista de la compra de los instrumentos y su posterior instalación. Este presupuesto se elaboró a partir de los precios del mercado, considerando proveedores nacionales, incluyendo aquellos con los cuales la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda ha tenido experiencia de contratación y suministro de varios tipos de estaciones de monitoreo. Esta parte del presupuesto considera el costo desde la adquisición hasta la entrega de la estación transmitiendo a una estación central por definir.

4.5.2 Operación y Mantenimiento

Posterior a la instalación de cada estación se generan unos costos de operación y mantenimiento, los que garantizan el funcionamiento del sistema en el largo plazo, se plantearon dos presupuestos de operación y mantenimiento, un presupuesto mínimo de operación, que considera las actividades básicas y el personal mínimo para el sostenimiento del sistema en el tiempo; así como un presupuesto complementario que incluye actividades adicionales en el procesamiento de datos e investigación y actividades de campo para seguimiento de caudal, mantenimientos preventivos y correctivos, incluyendo personal idóneo para dichas funciones, también se contemplarán los funcionarios que actualmente laboran en las diferentes instituciones como posibles operadores.

Finalmente, se propuso un manual básico para la implementación de un sistema de gestión de calidad, bajo la norma NTC/ISO 17025. Para este manual, se explican los requisitos principales de la norma técnica y se presentan los instructivos y formatos más utilizados en la implementación de un sistema de gestión de calidad enfocado a la medición de caudal.

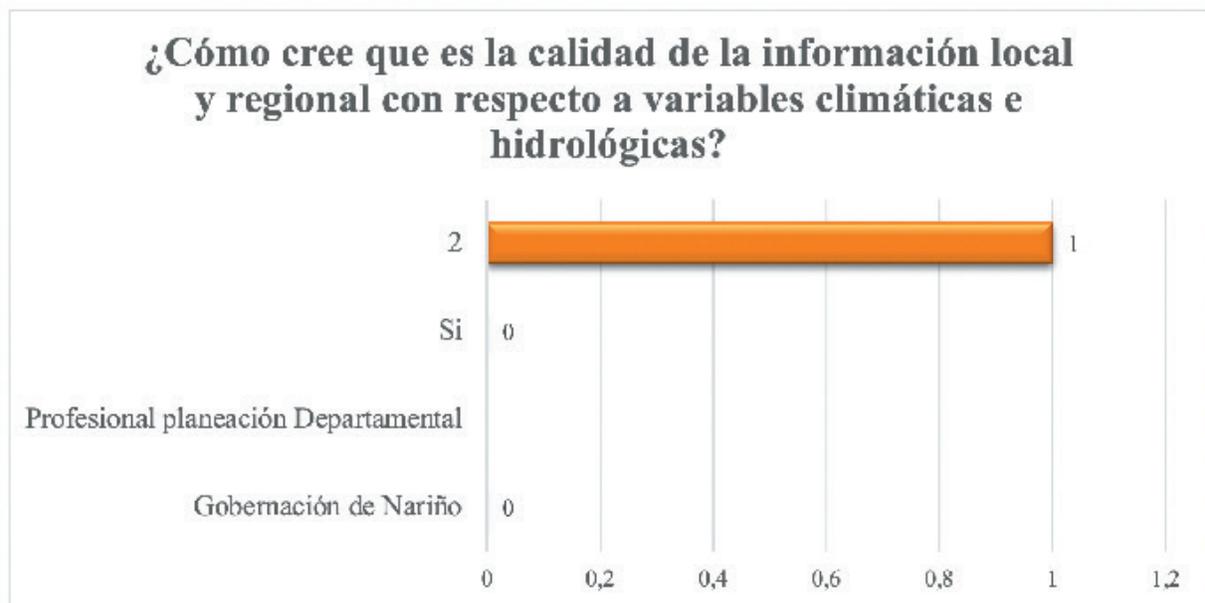
5.

RESULTADOS

5.1 Estrategias de participación

Como resultado de la entrevista realizada a los 38 actores identificados en la cuenca Pasto (anexo 1), en la Figura 6 se evidencia que el 50% considera que la calidad de la información local y regional con respecto a variables climáticas e hidrológicas en la cuenca es regular, el 36,11% considera que es deficiente, el 8,33% considera que es buena y 5,56% no tienen información de la existencia de esta información. Los actores mencionan que a la fecha se cuenta con estaciones de IDEAM que no proporcionan la información suficiente, además que, se requieren nuevas estaciones con mediciones de parámetros adicionales, que puedan ser útiles en los procesos de ordenamiento del territorio.

Figura 6. Percepción actores entrevistados sobre calidad de información de variables climáticas e hidrológicas



Por otra parte, el 97,30% de los actores entrevistados considera que el proceso de instrumentación y monitoreo hidroclimatológico de la cuenca Pasto tendría un impacto positivo en su entidad, como se observa en la Figura 7, porque consideran que estas se consolidan como una fuente de información primordial en los procesos de gestión del recurso hídrico.

¿Cuál considera que sería el impacto del proceso de instrumentación y monitoreo hidroclimatológico en la cuenca del río Pasto para su entidad/empresa/sector?

Respondidas: 37 Omitidas: 1

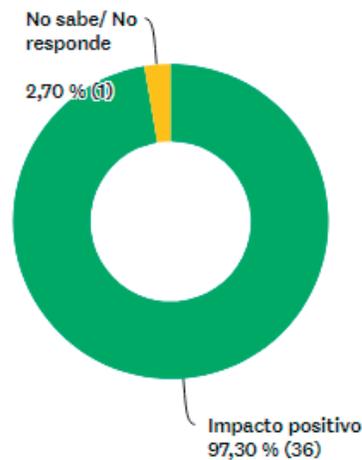
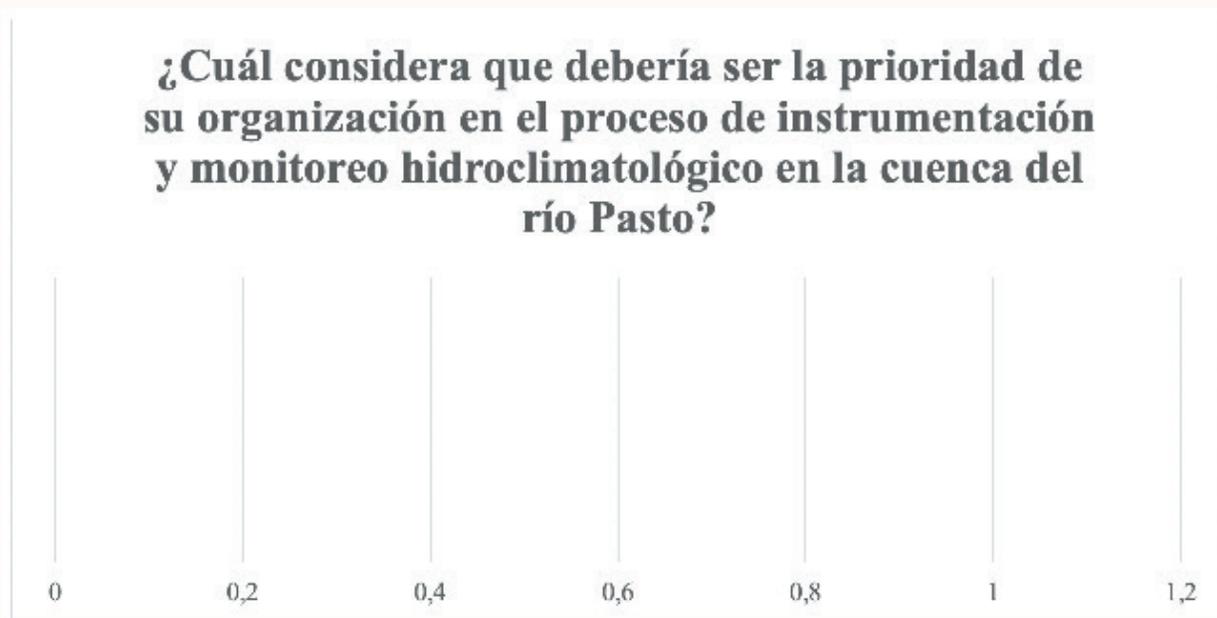


Figura 7. Percepción sobre impacto del proceso de instrumentación en entidades de vinculación de los entrevistados

Finalmente, en la Figura 8 se muestra que el 86,49% de los actores entrevistados consideran que sus entidades deben ser prioridad en el proceso de instrumentación y monitoreo hidroclimatológico en la cuenca del río Pasto, resaltando que este proceso debe desarrollarse de manera articulada con las demás instituciones para validar la información y para facilitar a los diferentes actores que la información que requieran para llevar a cabo procesos de planificación del territorio.

Figura 8. Percepción de la prioridad de la entidad de los entrevistados en el proceso de instrumentación de la cuenca



5.1.1 Redes de actores

De acuerdo con los resultados de la encuesta, se identificaron en total 63 actores clave por su potencial rol protagónico en el proceso de instrumentación de la cuenca, vinculados a 13 entidades, empresas y sectores como se muestra en la figura 9 (anexo 2 y 3).

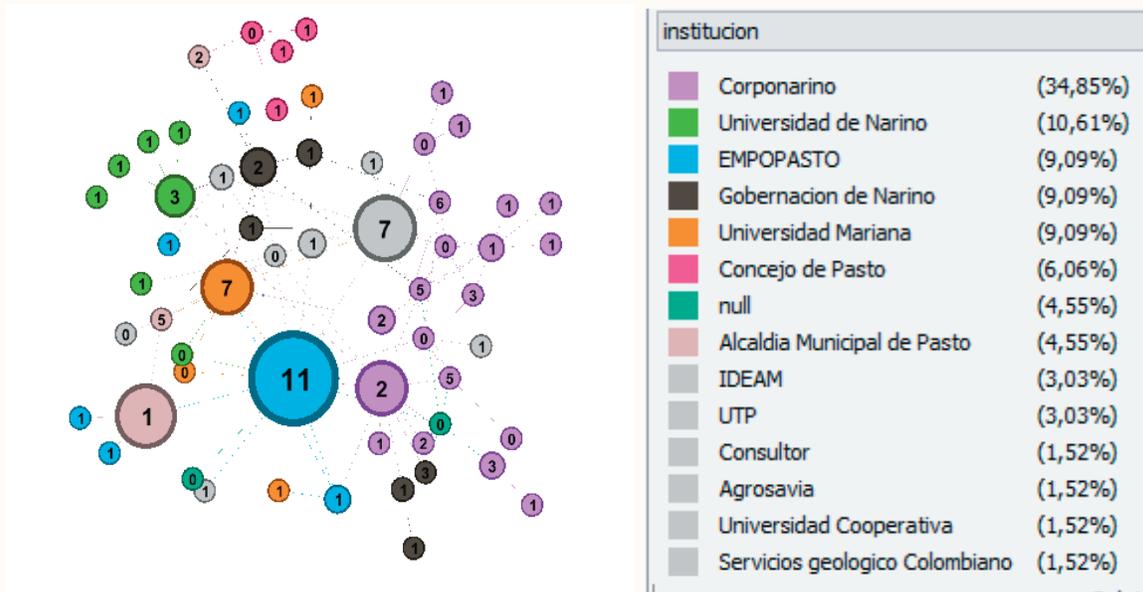


Figura 9. Red de actores identificados en la implementación de estaciones hidroclimatológicas

En la Figura 9, los actores se encuentran representados por puntos o nodos, relacionados con otros dentro de la red; los que presentan un mayor tamaño se reconocen como los actores que presentan una mayor conexión con los demás y por tanto es un actor clave en el proceso de instrumentación de la cuenca. En ese sentido, el nodo de color azul, con grado 11, es el nodo que presenta una mayor interacción con los demás de la red, en la Tabla 2 se muestran los actores con mayor reconocimiento en este proceso, los cuales se lograron entrevistar en un 100%.

Tabla 2. Actores principales en la instrumentación de la cuenca del río Pasto

Institución	Vinculación	Entrevistado	Grado	Centralidad de intermediación
EMPOPASTO	--	Si	11	0.020954
IDEAM	Coordinador área operativa 07 Nariño Cauca Putumayo	Si	7	0.01274
Alcaldía Municipal de Pasto	Profesional Dirección Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres	Si	1	0.012059
Universidad Mariana	Docente Ingeniería Ambiental	Si	7	0.009575
CORPONARIÑO	Contratista	Si	2	0.009415
Universidad de Nariño	Decano Facultad de Ciencias Agrícolas	Si	3	0.005769
Gobernación de Nariño	Profesional planeación Departamental	Si	2	0.004607
Consultor		Si	1	0.001923
CORPONARIÑO	Profesional especializado Subdirección De Intervención Para La Sostenibilidad Ambiental	Si	2	0.001723

Fuente: Elaboración propia

5.2 Diagnóstico del estado del monitoreo ambiental local

A partir de la información colectada en campo y en las diferentes instituciones, se logró establecer el número, tipo, estado y ubicación de los diferentes instrumentos dentro del área de influencia del proyecto, a continuación, se describe con detalle los resultados obtenidos.

5.2.1 Diagnóstico de instrumentación existente

Para establecer el diagnóstico de la instrumentación existente, se trabajó principalmente con tres entidades que cuentan con proyectos enfocados en la operación de redes hidroclimáticas y de alerta temprana en los municipios que conforman la unidad hidrológica de estudio.

Las entidades identificadas fueron EMPOPASTO, cuya función es brindar el servicio de alcantarillado y acueducto en el casco urbano de Pasto, IDEAM cuya capacidad de operación les permite tener en las cinco vertientes hidrográficas del territorio colombiano 834 estaciones hidrológicas (389 limnimétricas y 445 limnigráficas) para suministrar datos sobre el régimen hidrológico de los cauces y cuerpos de agua principales, para hacer seguimiento al proceso de la escorrentía en el ciclo hidrológico y a los eventos extremos asociados.

Y la Secretaria de Gestión del Riesgo Departamental y Municipal enfocada, entre otros, a ejecutar programas de alerta temprana y prevención de desastres a través de herramientas como las estaciones de monitoreo ubicadas estratégicamente en la región y que determinan situaciones que representan amenaza en las zonas de influencia donde han incorporado sus estaciones.

Una vez recolectada esta información se encontraron diferentes tipos de estaciones por cada entidad puesto que estas presentan necesidades diferentes en su visión como organización y/o entidad.

5.2.1.1 EMPOPASTO

En el caso de EMPOPASTO se cuenta con 8 estaciones meteorológicas, 6 estaciones hidrológicas, y 2 estaciones limnimétricas que procuran fortalecer su programa de gestión de recurso hídrico de monitoreo (Tabla 3).

Tabla 3. Estaciones que Comprende el Sistema EMPOPASTO

No	Estación	Clase estación	Municipio	Corregimiento	Latitud	Longitud	Altura
1	CASANARE 2	Hidrológica	Pasto	Catambuco	1° 6' 48,164" N	77° 15' 11,595" W	2997
2	OPONGOY	Hidrológica	Pasto	Santa Bárbara	1° 1' 51,705" N	77° 17' 38,413" W	3174
3	BOCATOMA CENTENARIO VIVERO	Hidrológica	Pasto	Zona urbana	1° 12' 5,858" N	77° 14' 52,180" W	2645
4	SINAY	Hidrológica	Tangua	Catambuco	1° 8' 43,259" N	77° 18' 32,847" W	2941
5	PIEDRAS 1	Hidrológica	Pasto	Santander	1° 2' 1,365" N	77° 18' 45,581" W	3261
6	MIJITAYO SAN FELIPE	Hidrológica	Pasto	Obonuco	1° 11' 48,717" N	77° 19' 9,382" W	2948
7	BOCATOMA MIJITAYO	Hidrológica	Pasto	Obonuco	1° 12' 6,134" N	77° 18' 12,512" W	2703
8	LOPE	Hidrológica	Pasto	Zona urbana	1° 12' 55,646" N	77° 14' 53,351" W	2673
9	CASANARE 1	Meteorológica	Pasto	Catambuco	1° 6' 59,355" N	77° 15' 17,960" W	3008
10	PLANTA MIJITAYO	Meteorológica	Pasto	Zona urbana	1° 12' 12,061" N	77° 18' 0,296" W	2692
11	COBA NEGRA	Meteorológica	Pasto	Gualmatan	1° 10' 30,974" N	77° 20' 31,224" W	3394
12	PLANTA CENTENARIO	Meteorológica	Pasto	Zona urbana	1° 12' 34,658" N	77° 16' 5,644" W	2630
13	OBONUCO	Meteorológica	Pasto	Obonuco	1° 11' 53,701" N	77° 18' 11,071" W	2787
14	PIEDRAS 2	Meteorológica	Tangua	Santander	1° 2' 31,433" N	77° 18' 49,109" W	3225
15	WILQUIPAMBA	Meteorológica	Pasto	La Laguna	1° 11' 52,738" N	77° 11' 34,314" W	2948
16	GUADALUPE	Meteorológica	Pasto	Catambuco	1° 9' 18,046" N	77° 17' 49,945" W	2867

Fuente: EMPOPASTO

En los anexos al documento se podrá visualizar el archivo Shape que integra y ubica geoespacialmente las estaciones mencionadas en la anterior tabla en un mapa de la cuenca Pasto y su unidad aferente.

5.2.1.1.1 Tipo de estación EMPOPASTO

EMPOPASTO opera estaciones meteorológicas de diferente tipo, en primer lugar, se encuentran las estaciones meteorológicas satelitales que presenta las características indicadas en las figuras 10 y 11.

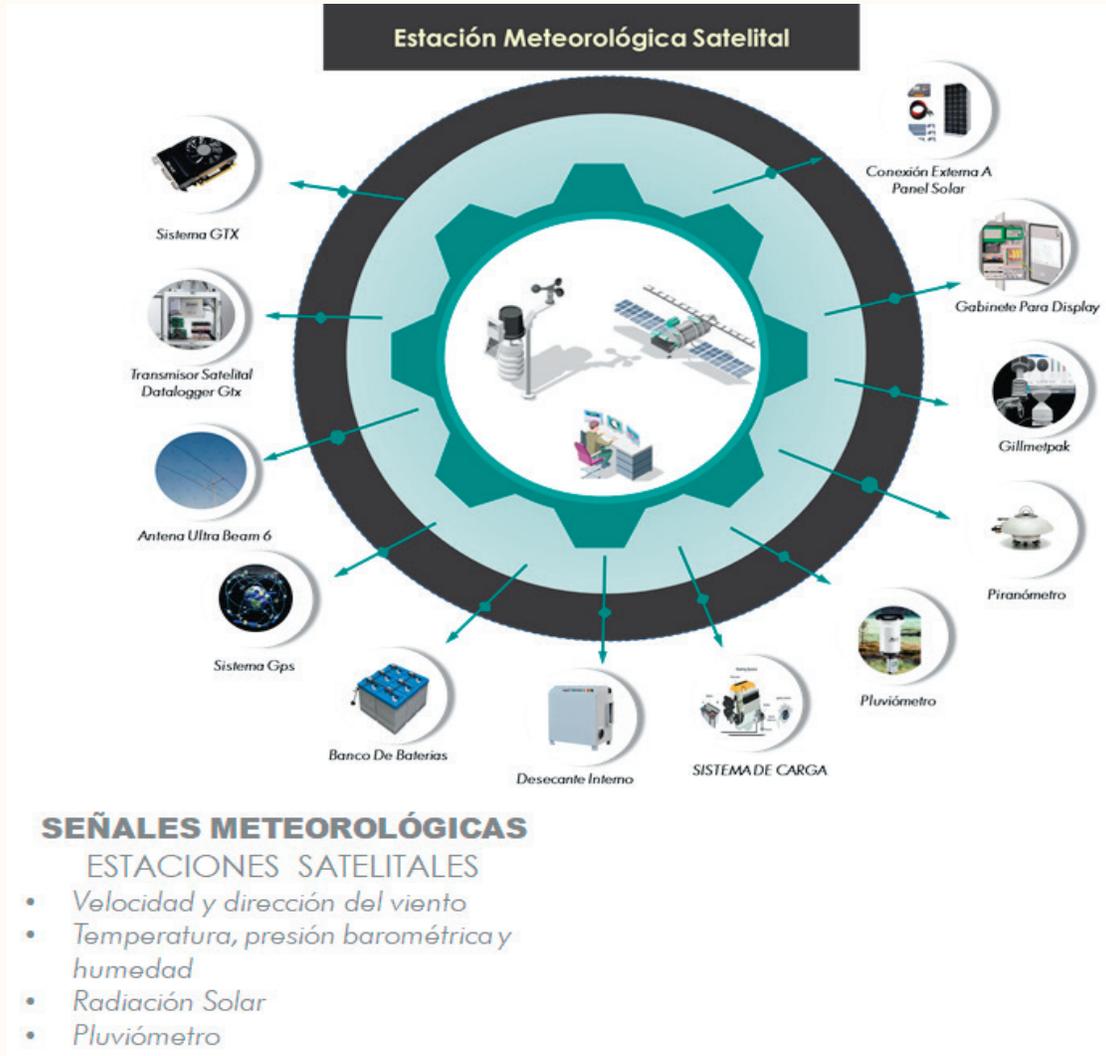


Figura 10. Componentes Estaciones Meteorológicas Satelitales. Fuente: EMPOPASTO 2020

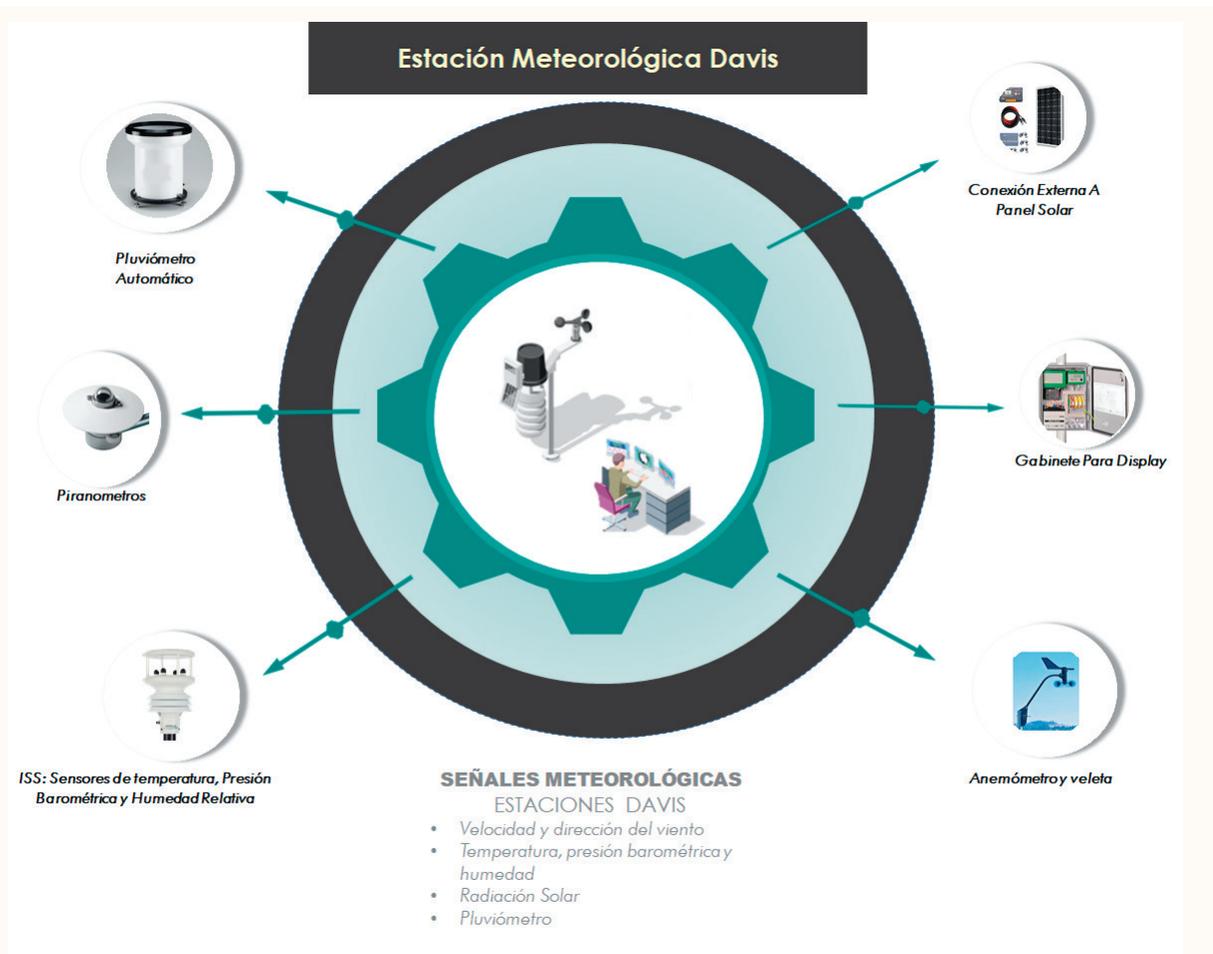


Figura 11. Componentes Estaciones Meteorológicas Davis. Fuente: EMPOPASTO 2020

Con relación al sistema hidrológico, EMPOPASTO emplea en las estaciones meteorológicas de Centenario y San Felipe un sensor de presión que se conecta al datalogger para el almacenamiento de datos y posterior transmisión y descarga de los mismos.

En las estaciones de Chapal-Miraflores, Casanare y Piedras emplean un registro automático de Nivel RAN y limnómetro que permiten registrar las alturas de agua de forma continua, además cuentan con un flotador y contrapeso y caseta.

Las estaciones Opongoy, Lope y Mijitayo utilizan como instrumental una regleta Limnimétrica.

5.2.1.2 Secretaría de gestión del riesgo.

La secretaría de gestión del riesgo municipal por su parte posee 10 estaciones que funcionan como sistema de alerta temprana, dichas estaciones poseen telemetría para la obtención de datos en tiempo real, en la Tabla 4 se pueden observar las ubicaciones de estas estaciones.

Tabla 4. Ubicaciones de las estaciones

Nombre estación	Clase	Parámetro	LAT	LON
Mijitayo	CAMARA	Nivel	1.2021142	- 77.2997303
La Lorena	CAMARA	Nivel	1.1926259	- 77.2815337
Chapal	CAMARA	Nivel	1.1927738	- 77.2788258
Jamondino	CAMARA	Nivel	1.1694547	- 77.2529814
Hospital Infantil	CAMARA	Nivel	1.2235271	- 77.2793964
Unico	CAMARA	Nivel	1.2060487	- 77.2605642
Miraflores chaza	CAMARA	Nivel	1.1930750	- 77.2634925
Chambu	CAMARA	Nivel	1.1887239	- 77.2725438
Los Dos Puentes	CAMARA	Nivel	1.2170539	- 77.2743697
El Barbero	CAMARA	Nivel	1.2026091	- 77.2108307

Estas estaciones poseen un sistema de transmisión de datos de nivel e imagen a partir de una cámara instalada en el tramo donde se registran los niveles, el sistema a su vez posee una estación central donde se ubica la base de datos de los niveles reportados por las estaciones.

5.2.1.3 IDEAM.

Por su parte el IDEAM hace presencia en la zona con 22 estaciones considerando diferentes tipos, desde el punto de vista de registros, tecnología y obtención de los datos en campo, la Tabla 5 muestra el código, nombre, categoría y ubicación con coordenadas de cada estación.

En la columna de categorías se aprecia los diferentes tipos de instrumentos que posee el IDEAM en la cuenca del río Pasto y Bobo atendiendo meteorología e hidrología dependiendo del equipo.

Tabla 5. Ubicación estaciones IDEAM

Código	Nombre	Categoría	Altitud	Latitud	Longitud
52055200	Funes [52055200]	Climatica Ordinaria	2181	1.00422	-77.44581
5205500123	Las Iglesias - Aut [5205500123]	Climatica Principal	2973	1.05481	-77.27025
52050080	Tangua [52050080]	Pluviometrica	2420	1.09417	-77.39197
52050060	Rio Bobo [52050060]	Pluviometrica	364	1.09950	-77.29972
52055090	Sindagua [52055090]	Climatica Principal	2800	1.10758	-77.38936
47015100	El Encano - Aut [47015100]	Climatica Principal	2830	1.15994	-77.16147
52055210	Botana - Aut [52055210]	Climatica Principal	2820	1.16000	-77.27881
5204500136	Botana [52055040]	Agrometeorologica	2820	1.16000	-77.27881
52055040	Botana [52055040]	Agrometeorologica	2820	1.16000	-77.27881
52045070	Wilquipamba [52045070]	Meteorologica Especial	2850	1.19797	-77.19286
52045010	Obonuco [52045010]	Agrometeorologica	2710	1.19822	-77.30308
5204700100	Puente los Dolores - aut	Limnigrafica	2697	1.19981	-77.26569
5204700093	Puente los Dolores - aut [5204700093]	Limnigrafica	2697	1.19981	-77.26569
52047030	Bocatoma Centenario [52047030]	Limnigrafica	2740	1.20139	-77.24778
52045080	Universidad de Nariño - aut [52045080]	Climatica Principal	2626	1.22511	-77.28339
52045501	Solmaforo Pasanto - aut [52045501]	Meteorologica Especial	2511	1.23233	-77.28514
52047010	Universidad [5204701]	Limnigrafica	2500	1.23433	-77.29294
52040070	Nariño [52040070]	Pluviometrica	2590	1.28278	-77.35500
52040060	Rosal del Monte [52040060]	Pluviometrica	2568	1.28731	-77.17406
52045020	Aeropuerto Antonio Nariño [52045020]	Sinoptica Principal	1796	1.39408	-77.29086
52047040	Providencia [5204704]	Limnigrafica	1250	1.43194	-77.30056
52047020	Puente Juanambu - Aut [52047020]	Limnigrafica	760	1.51747	-77.31033

Finalmente, la Figura 12 expone todas las estaciones existentes en el área de estudio y permite tener una aproximación de la distribución espacial del monitoreo, permitiendo observar las zonas con poca o nula cobertura de instrumentos, lo cual es el primer insumo para generar una propuesta de instrumentación, considerando los sitios de importancia asociados al abastecimiento de agua y que no poseen instrumentos de monitoreo.

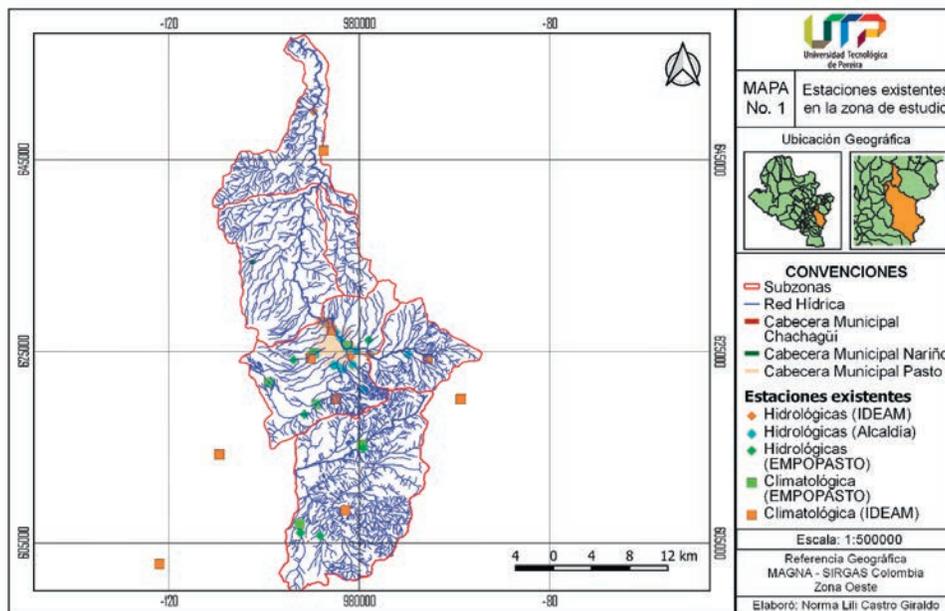


Figura 12. Estaciones existentes en la zona de estudio

5.2.1.4 Estado actual de las estaciones

Se realizó una evaluación de las condiciones de las estaciones reportadas por cada institución, la cual consistió en indagar con los funcionarios de las entidades locales el estado de las estaciones reportadas, así como la forma en que se obtiene información de ellas, en otras palabras, si son estaciones telemétricas o manuales, se identificaron las estaciones activas de la secretaría de gestión del riesgo municipal y EMPOPASTO, a partir de talleres y reuniones con los funcionarios encargados en cada instituciones.

Por su parte, para las estaciones de IDEAM se realizó una búsqueda detallada en el catálogo publicado en su página web, esto permitió identificar cuáles de las estaciones se encuentran actualmente activas y las que reportan de manera telemétrica, las cuales fueron seleccionadas como activas para el proyecto.

Este ítem denominado estado es de suma importancia, dado que la presente propuesta busca desarrollar una red de monitoreo que funcione como sistema de alerta temprana para el abastecimiento de agua potable, razón por la cual los equipos a utilizar en dicha red deben ser telemétricos o en otras palabras transmitir datos periódicamente o al momento de detectar una anomalía en las condiciones hidrometeorológicas, principalmente aumentos o disminuciones súbitas de nivel y precipitaciones.

5.2.1.5 Periodicidad

EMPOPASTO con 16 estaciones hidroclimatológicas y meteorológicas distribuidas en punto claves para la empresa de servicios públicos en una región que ha sido denominada Valle de Atriz respecto a la periodicidad se encuentra en la Tabla 6.

Tabla 6. Periodicidad estaciones

ESTACIÓN	TIPO DE ESTACIÓN	PERIODICIDAD										
		Temp Aire	Rad Solar	Ene Solar	Presión	Vel Viento	Lluvia	Humedad	Rocío	Niveles	Caudal	PP
Casanare 2	Davis	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora			
Opongoy												
Bocatoma centenario vivero										15 min		
Sinay										15 min		
Piedras 1	Davis	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora			Hora
Mijitayo san felipe												
Bocatoma mijitayo												
Lope										Sin sensor automático de niveles		
Casanare 1										15 min		
Planta mijitayo										15 min		
Coba negra	Davis	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora			
Planta centenario												
Obonuco	Davis	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora			
Piedras 2	Davis	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	15 min		
Wilquipamba		Hora	Hora		Hora	Hora		Hora	Intervalos indefinidos			Hora
Guadalupe		Hora	Hora		Hora	Hora		Hora	Hora			Hora

Por su parte, las estaciones de la secretaría de gestión del riesgo municipal poseen un sistema de transmisión continuo asociado a un sistema de alertas tempranas que permite obtener datos en tiempo real, almacenados en base de datos de una estación central.

5.2.2 Distribución y densidad de estaciones

Mediante el uso del software R se desarrolló el código en R el cual requirió de las librerías ggplot2, ggmap, rgdal y ggeasy. El proceso consistió en la construcción de una base de datos que contiene las coordenadas de cada uno de los puntos de monitoreo. Con esto se cargó una imagen de terreno de Google y sobre esta se llevó a cabo la interpolación que permitió elaborar el correspondiente mapa de calor de las estaciones actualmente instaladas y que pertenecen a IDEAM.

Lo anteriormente mencionado se puede apreciar en la Figura 13 la cual corresponde al mapa de Densidad de Estaciones Activas, donde se puede evidenciar que la mayor parte de las estaciones se concentran en las cercanías de la ciudad de Pasto

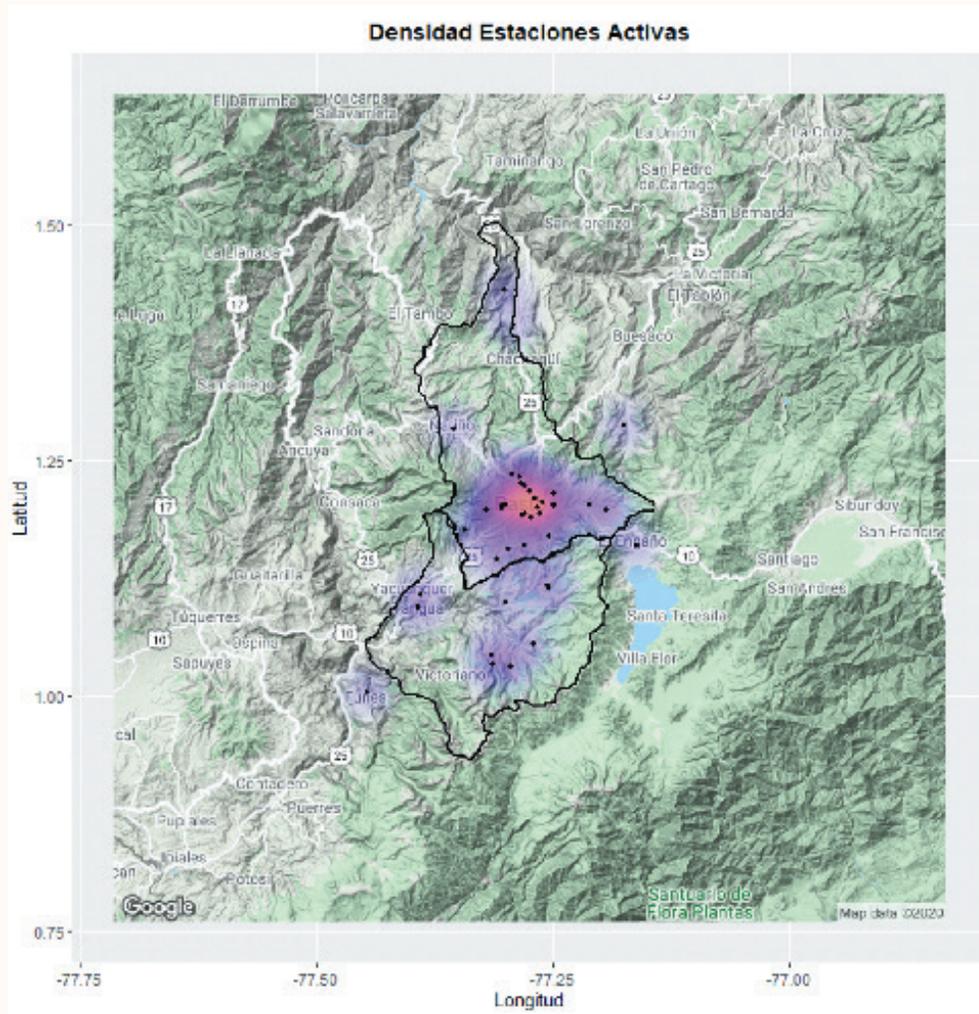


Figura 13. Densidad de estaciones activas

El resultado de la evaluación realizada a partir de los anteriores ítems se muestra en la Figura 14, allí podemos observar las estaciones actualmente activas, sus ubicaciones y el tipo de monitoreo que realiza.

En este punto, en la ilustración ya se realiza una clasificación considerando la tecnología presente en cada una de las estaciones, específicamente su capacidad de transmitir datos en tiempo real, en la leyenda del mapa vemos como algunos tipos de estaciones llevan las letras “NT” antes del nombre de la institución, esto significa, no telemétricas, en otras palabras este tipo de estaciones no podrán hacer parte del nuevo sistema de monitoreo ya que no tienen la capacidad de transmitir datos en tiempo real, incluso en algunos puntos existen dos estaciones de diferentes instituciones una con telemetría y la otra sin ella.

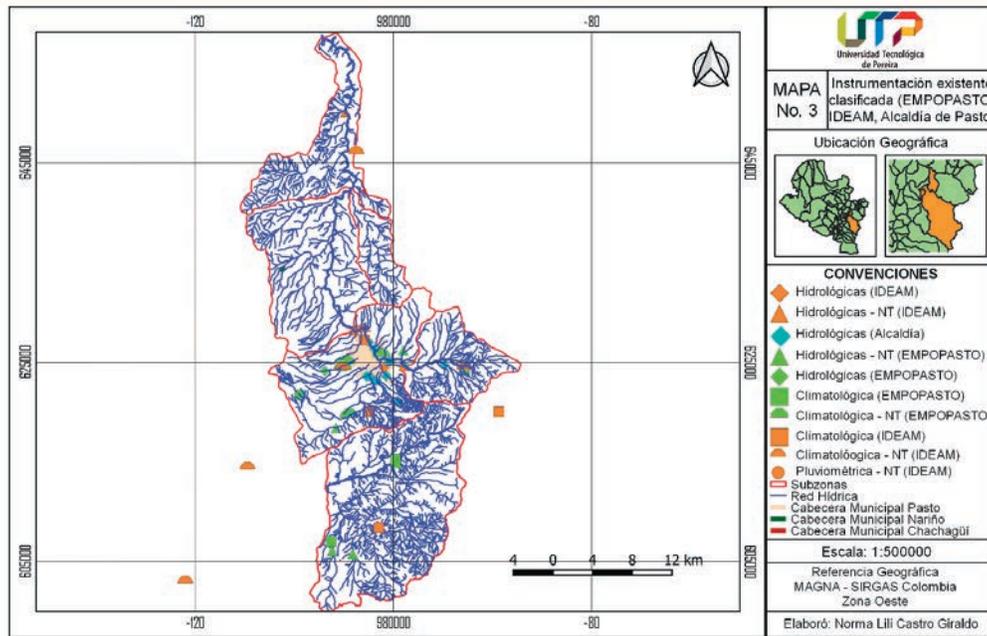


Figura 14. Clasificación de la instrumentación existente

5.2.3 Diagnóstico de la estructura institucional

A partir de la revisión de documentos, las entrevistas con actores y las visitas de campo es posible realizar un resumen del rol que cumplen los principales actores institucionales identificados.

Tabla 7. Estructura institucional

Institución	Tipo	Campo de actuación				
		Prestación de servicios públicos	Gestión de los recursos naturales	Gestión del riesgo	Fomento de la provisión del agua y el saneamiento	Investigación y docencia
CORPONARIÑO	Autoridad Ambiental		X	X	X	
EMPOPASTO	Servicios públicos	X				
GOBERNACIÓN (PDA)	Entidad territorial				X	
Municipio de Pasto	Entidad territorial			X		
Municipio de Nariño	Entidad territorial			X		
Municipio de Chachagüí	Entidad territorial			X		
CEDENAR	Servicios públicos	X				
CORSEN	Servicios públicos	X				
EMPOCHACHAGÜÍ	Servicios públicos	X				
Universidad de Nariño	Educación					X
Universidad Mariana	Educación					X
Universidad Tecnológica de Pereira	Educación					X

De la Tabla 7 es importante destacar que EMPOPASTO y el Municipio de Pasto ya disponen de estaciones propias que pueden hacer parte de una red hidroclimatológica local. Adicionalmente, tienen experiencia referente a los retos técnicos y logísticos de este tipo de infraestructura, lo cual resultará de importancia en su desarrollo. Por otra parte, las empresas de servicios públicos, que enfrentan el reto de proveer sus servicios en condiciones deseables de continuidad, requieren información confiable para atender las contingencias resultantes de condiciones hidroclimáticas extremas, eso las hace usuarios primordiales de una red. La gobernación y municipios, como entes territoriales en la cuenca que no solo son corresponsables de la prestación y fomento de servicios públicos en agua potable y saneamiento, sino que también desde sus planes de desarrollo se encargan del ordenamiento territorial, se beneficiarían de la información generada por una red hidroclimatológica local. El caso de las universidades locales resulta importante si se desarrolla un esquema de operación desde la academia tal como ocurre en la red hidroclimatológica de Risaralda (www.redhidro.org) que es operada por la Universidad Tecnológica de Pereira. Finalmente, CORPONARIÑO cumple un papel articulador ya que como autoridad ambiental puede intermediar formalmente con la mayoría de los actores para fomentar la creación de una red hidroclimatológica local desde perspectivas múltiples como la oferta de agua, la reglamentación del recurso hídrico, los planes de ordenamiento de cuencas, la gestión del riesgo, etc.

En la perspectiva de replicar este caso, el proceso de identificación de actores clave para el proceso de instrumentación a través de la metodología de redes de actores, se encontró que instituciones como EMPOPASTO, IDEAM, Universidad Mariana y Universidad de Nariño representarán, junto a CORPONARIÑO, un rol protagónico para este tipo de proyectos según los actores encuestados, motivo por el cual la matriz DOFA se realizó para estas entidades.

En cuanto al desarrollo del DOFA, se definen como potencialidades (fortalezas y oportunidades) y oportunidades de mejora (debilidades y amenazas) para el proyecto de Instrumentación y Monitoreo de Hidroclimatológica, las consignadas en este análisis (tabla 8).

De igual forma se entiende como potencialidades aquellos avances existentes que fortalecerán el proceso de Instrumentación de la cuenca Pasto, y como oportunidades de mejora las situaciones que deberán ser fortalecidas de tal forma que permitan el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Tabla 8. Matriz DOFA

<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> Desconocimiento de beneficios a mediano y largo plazo que representa el contar con la información de tipo Hidroclimatológica que pueden generar este tipo de instrumental. Falta de cohesión entre entidades clave que tengan capacidad de inversión de recursos. Inestabilidad de puestos laborales para personal profesional idóneo que contribuirían desde sus aportes técnicos al fortalecimiento de la red. 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> Aunar esfuerzos interinstitucionales que contribuyan a formar mesas técnicas relacionadas con el proyecto de Instrumentación Hidroclimatológica. Contar con información real y concisa que permita entre otras, alimentar modelos hidrológicos mejor soportados, prevención de desastres y una adecuada toma de decisiones en temas relacionados a este tipo de iniciativas. Correcta inversión de recursos públicos que darían respuesta a necesidades de índole ambiental y de prevención de desastres. Contribuir a un mejoramiento de la gestión hídrica en la región Proyecto EUROCLIMA liderado por EMPOPASTO
<p>FORTALEZAS</p> <p>Avances e iniciativas por parte de la autoridad ambiental en la ejecución del presente proyecto como estrategia para convocar a otras entidades a contribuir desde sus competencias en la materialización de una red de monitoreo</p> <ul style="list-style-type: none"> Disposición de actores clave como empresas de servicios público y autoridad ambiental en el fortalecimiento de la red Hidroclimatológica Contar con equipo técnico de gran experiencia en el manejo operacional de este tipo de redes quienes han logrado determinar un posible diseño de la red de monitoreo en la cuenca río Pasto. Existencia de equipo e instrumental Hidroclimatológico que ha sido actualizado e innovador en puntos estratégicos de la cuenca. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Falta de interés explícito por parte de una institución académica que pudiera ser responsable de operar la red Hidroclimatológica. Desconocimiento de las bondades y beneficios de contar con una red Hidroclimatológica. Desconocimiento de costo beneficio en este tipo de proyectos. Trámites burocráticos y de índole político que amenazan con la consecución de este tipo de proyectos. Difícil accesibilidad a los gobernantes departamentales, municipales y tomadores de decisiones que faciliten el desarrollo de estos proyectos.

5.2.3.1 Potencialidades de la Red de Monitoreo Hidroclimatológico.

- Creación y consolidación de un grupo estratégico conformado por entidades y actores cuyos roles aporten en la operación de la red hidroclimatológica y de igual manera su aporte se vea reflejado en el acceso a la información entregada por esta misma red.
- Inversión de capital por parte de sectores a nivel privado como requisito para acceder al recurso hídrico, lo cual disminuiría la inversión desde el sector público.

- La operación de la red de Monitoreo Hidroclimatológica por parte de una institución idónea en este tipo de proyectos, posibilita ahorrar recursos pues se evita improvisación y desconocimiento en el manejo de esta.
- Información Hidroclimatológica en tiempo real y veraz, logrando una toma de decisiones mejor soportada a nivel técnico.
- Adecuada Gestión del Recurso Hídrico en los sectores vulnerables de la región pues la información permitiría construir estrategias a mediano y largo plazo para contrarrestar posibles afectaciones.
- Mejorar lazos interinstitucionales para afianzar otro tipo de proyectos relacionados a este tipo de iniciativas.
- Disponibilidad del grupo de investigación EIS de la Universidad Tecnológica de Pereira, operador de la red hidroclimatológica local de Risaralda, de facilitar y propiciar la transferencia de conocimiento.

5.2.3.2 Oportunidades de Mejora de la Red de Monitoreo Hidroclimatológico.

- Socializar de manera detallada el proyecto de Red de Monitoreo Hidroclimatológica a instituciones del sector público y privado, así como actores clave con el fin de aunar esfuerzos en pro de la consolidación del proyecto.
- Potencializar la red existente a través del apoyo interinstitucional de tal forma que la inversión y el beneficio sea recíproco entre entidades.
- Fortalecer dentro de las instituciones interesadas las capacidades técnicas en el marco normativo, los elementos metodológicos, y las orientaciones necesarias para que los líderes, actores estratégicos y personal técnico, valoren la importancia de la Red de Monitoreo Hidroclimatológico
- Contar con una institución responsable de la operación de la red Hidroclimatológica que cuente con experiencia en las labores requeridas para este y cuente con el apoyo de cada entidad involucrada.
- Incluir dentro de los planes de desarrollo departamentales, municipales, entes territoriales planes de inversión, y rubros de entidades públicas y/o privadas programas enfocados al fortalecimiento de la red Hidroclimatológica.
- CORPONARIÑO puede catalizar la creación y crecimiento de una red hidroclimatológica local desde el cumplimiento de sus funciones misionales.

5.2.4 Verificación de Campo

Tal y como se manifiesta en el punto 4.2.4 se realizaron visitas de campo de revisión de estado de estaciones, esto con el fin de determinar, por un lado, las condiciones físicas de instalación en cuanto a infraestructura de soporte y seguridad, y por el otro, las características y tipos de instrumentos utilizados en cada caso,

esto permitió crear una clasificación de estaciones existentes y su posibilidad de hacer parte del diseño de monitoreo.

5.2.4.1 Visitas de inspección

A través de un cronograma establecido en durante la fase de planificación del proyecto se realizaron las visitas de inspección que corresponde a la verificación de estaciones hidroclimatológicas existentes y áreas donde pueden establecerse nuevas estaciones de acuerdo con las necesidades del proyecto.

5.2.4.1.1 Fichas desarrolladas para estaciones propuestas

Para cada una de las estaciones propuestas se desarrollaron unas fichas, las cuales cuentan con las características tanto de la estación como de la zona en la cual se instalaría.

5.2.4.1.2 Estación Climatológica Alta Bobo

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR		Para este punto de monitoreo se implementará una estación de registro con las siete variables que se especifican más adelante en el apartado de características técnicas de las estaciones, adicionalmente considerando las condiciones del terreno se instalará la estación a nivel del piso con un cerramiento de 2 x 2 metros que contendrá toda la instrumentación y su sistema de alimentación.				
MUNICIPIO		PASTO		LOCALIZACIÓN		
CORREGIMIENTO O VEREDA		CORREGIMIENTO DE SANTA BÁRBARA - VEREDA CASANARE				
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)		160				
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N	1°11'51.61"N	X	1.1976694			
W	77°14'24.21"O	Y	-77.2400583			
H	3600	Z	3600			
Características de la zona de influencia						
Área del lote (m²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso			
			primaria	Secundaria	terciaria	Trocha
7600	NO	Típica de Paramo, bosque, sin embargo, el punto propuesto presenta un terreno pequeño, arbustos y sin vegetación que genere sombra	X			X
Tiempo estimado (Min)			40			120
Registro Fotográfico Captación Obra Hidráulica						
Observaciones		Existe un punto en la cima de la montaña que es visitado como atractivo turístico en la región.				

5.2.4.1.3 Estación Climatológica Alta Chachagüí

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Se implementará una estación climatológica telemétrica, con registro de 7 variables, considerando las condiciones del terreno y el acceso se propone la instalación de un cerramiento de 2 x 2 metros que contendrá todos los equipos en su interior y dará seguridad a los mismos.						
MUNICIPIO	CHACHAGÜÍ		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	HELECHAS						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	90						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°20'25.44"N	X					1.3404
W	77°16'1.08"O	Y	-77.2669611				
H	2500	Z	2500				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	Secundaria	terciaria	Trocha	
1000	SI	Presentan algunos árboles a los alrededores de 3 metros, existe un área libre de sombras a causa de estos	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			50	20		20	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	Vía transitable, y vía peatonal caserío cercano						

5.2.4.1.4 Estación Climatológica Alta Pasto

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Se implementará una estación climatológica telemétrica, con registro de 7 variables, debido a las características de acceso y pendiente en el sitio, se propone la utilización de poste de 10 metros para la instalación de la estación, esto facilita la instalación en espacios más reducidos.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	CABRERA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	150						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°14'27.69"N	X					1.241025
W	77°12'42.10"O	Y	-77.2116944				
H	3500	Z	3500				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundarias	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	Secundaria	terciaria	Trocha	
500	NO	Cercos vivos, suelos propios de pastos.	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			20	20		110	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	Vía trocha difícilmente transitable por altas pendientes usado para circulación de ganado.						

5.2.4.1.5 Estación Climatológica Alta Pasto Bobo

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Se propone la instalación de la estación con poste de 10 metros, buscando un registro de datos que no se afecte por la alta vegetación evidenciada en la zona.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	LA LAGUNA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	120						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°10'10.63"N	X	1.1696194				
W	77°12'38.89"O	Y	-77.2108028				
H	3700	Z	3700				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	Secundaria	terciaria	Trocha	
500	NO	Bosques, altos generan sombra.	X				X
Tiempo estimado (Min)			40				80
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	La vía para llegar al punto propuesto es transitable con dificultad, lo cual imposibilitó alcanzar las coordenadas exactas, sin embargo, se exploró nuevas áreas posibles para este punto en la zona media alta de la montaña.						

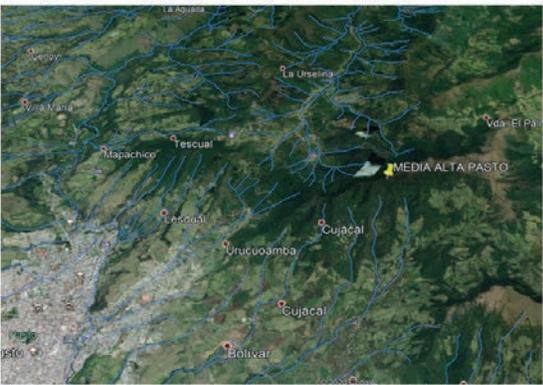
5.2.4.1.6 Estación Climatológica Alta Nariño

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Considerando las condiciones del terreno, es apta la instalación de un cerramiento de 2 m x 2 m que contenga la instrumentación en su interior, la altitud favorece la transmisión de los datos.						
MUNICIPIO	NARIÑO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	PREDIOS VOLCÁN GALERAS						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°14'44.83"N	X	1.2457861				
W	77°21'58.53"O	Y	-77.3662583				
H	3600	Z	3600				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
10000	SI	Pequeños arbustos y pastos.	X	X			
Tiempo estimado (Min)			20	20		200	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	El área proyectada para la estación es adecuada para la incorporación de este tipo de equipos de medición, sin embargo, la vía para llegar hasta el punto demora aproximadamente 3 horas 30 minutos caminando.						

5.2.4.1.7 Estación Climatológica Divisoria Bobo Pasto

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS						
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica	PROPUESTA	X	EXISTENTE	E	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Considerando la ubicación y el fácil acceso, se propone la instalación de cerramiento de 2 m x 2 m, aunque el terreno tiene pendiente, esta puede adecuarse para la instalación del cerramiento y los instrumentos.					
MUNICIPIO	PASTO	LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	CAMPANERO					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	30					
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS	PLANAS					
N	1° 9'38.46"N	X	1.1606833			
W	77°16'50.14"O	Y	-77.2805944			
H	3200	Z	3200			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA						
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha
450	SI	Cercos vivos, pasturas	X			
Tiempo estimado (Min)			20			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
Observaciones	Es un predio con pendientes. Vegetación arbustiva y volumen de árboles poco denso, cercano a una vía terciaria y algunas viviendas cercanas tipo rural.					

5.2.4.1.8 Estación Climatológica Media Alta Pasto

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica	PROPUESTA	X	EXISTENTE			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Considerando el terreno abierto, se propone la instalación de la estación a nivel del piso, protegida por cerramiento de 2 m x 2 m, la ubicación del cerramiento debe estar alejada de árboles o arbustos para evitar errores en las mediciones de las variables.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	MORASURCO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	150						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°15'47.49"N	X	1.2631917				
W	77°14'39.12"O	Y	-77.2442				
H	3400	Z	3400				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
400	SI	Cercos vivos, pasturas	X	x		X	
Tiempo estimado (Min)			20	30		100	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	El punto propuesto inicialmente no se logró visitar, no obstante, se encontraron predios aledaños que pueden ser usados para instalar este tipo de estaciones.						

5.2.4.1.9 Estación Hidroclimatológica Antes Centenario

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Las estaciones hidroclimatológicas registran 4 variables que son especificadas en las condiciones técnicas de la instrumentación planteada más adelante en el documento, para el caso de este punto, se plantea la instalación de dos postes a lado y lado de la corriente, considerando el ancho de la mismas, que soportaran el sensor de nivel por ultrasonido, el cual no toca el agua, al ser un equipo no intrusivo, reduce el riesgo de pérdida por creciente, adicionalmente se instalará un poste de 10 metros cerca a la orilla de la corriente que soportará los demás sensores y equipos propios de la estación, esta característica facilita la instalación y da mayor seguridad a los equipos.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESAQUILLO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°11'51.61"N	X					1.1976694
W	77°14'24.21"O	Y					-77.2400583
H	2550	Z	2550				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie				En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
					X		
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	NA			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
490	6.5	075	X			X	
Tiempo estimado (Min)			25			5	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							

5.2.4.1.10 Estación Hidroclimatológica Bermúdez

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS								
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica	PROPUESTA	X	EXISTENTES				
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Considerando las condiciones de la sección y el ancho de la misma, se propone la instalación de dos postes de soporte al sensor de nivel a lado y lado de la corriente, adicionalmente se propone la instalación de un poste para el emplazamiento del resto de los sensores propios de la estación.							
MUNICIPIO	CHACHAGÜI	LOCALIZACIÓN						
CORREGIMIENTO O VEREDA	BERMUDEZ							
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40							
COORDENADAS DE UBICACIÓN								
GEOGRÁFICAS							PLANAS	
N	1°18'1.37"N						X	1.3003806
W	77°16'15.06"O						Y	-77.27085
H	2235	Z	2235					
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estación Hidroclimatológicas								
En planicie				En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	X		
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA								
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II				
5	2	04	05	69				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA								
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso					
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha		
	4.5	0.5	X			X		
Tiempo estimado (Min)			30			30		
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA								
								

5.2.4.1.11 Estación Hidroclimatológica Bobo

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Para este punto se propone la utilización del puente existente para la instalación del sensor de nivel, ya que la sección bajo el mismo presenta buena estabilidad hidráulica según la visita realizada, de igual forma se instala un poste adicional cerca de la estructura del puente que contendrá el resto de instrumentación.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	SANTA BÁRBARA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	50						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 5'43.60"N	X					1.0954444
W	77°18'16.05" O	Y					-77.3044583
H	3014	Z	3014				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
				X			
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
CUENCA AFERENTE							
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
507	2.3	0.05	X	X			
Tiempo estimado (Min)			35	15			
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACION OBRA HIDRAULICA							
							

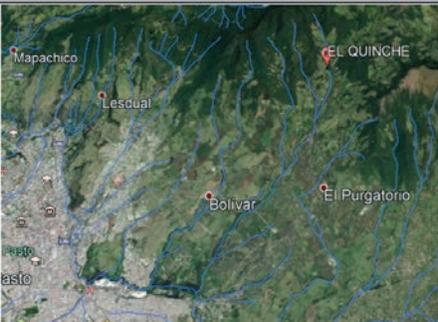
5.2.4.1.12 Estación Hidroclimatológica Carnicerías

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Considerando las características de la sección, con un ancho reducido, se plantea la instalación de un brazo a partir de una sola torre instalada en una de las orillas de la corriente, esto para soportar el sensor de nivel de la corriente, y un poste adicional el cual contendrá el resto de instrumentos de la estación.						
MUNICIPIO	NARIÑO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	SECTOR CHORRILLO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	70						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°16'39.78"N	X					1.2777167
W	77°21'55.50" O	Y					-77.3654167
H	2425	Z	2425				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
	X						
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	33			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
6.25	0.62	0.11	X			X	
Tiempo estimado (Min)			40			30	
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
 							

5.2.4.1.13 Estación Hidroclimatológica El Quinche Zona Baja

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS						
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	A partir de las condiciones del cauce, y un ancho reducido, se plantea la instalación de un brazo a desde una de las orillas, esto para soportar el sensor de nivel de la corriente, y un poste adicional el cual contendrá el resto de instrumentos de la estación, ubicado cerca del sensor de nivel.					
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN			
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESAQUILLO					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	30					
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N	1°13'19.95"N	X				1.2222083
W	77°14'39.22"O	Y				-77.2442278
H	2727	Z	2727			
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
					X	
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	66		
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA						
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha
2.7	1.8	0.1	X		X	
Tiempo estimado (Min)			25		5	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						

5.2.4.1.14 Estación Hidroclimatológica El Quinche Zona Alta

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	A partir de los datos de campo se evidencia un ancho reducido en la corriente por lo que también se plantea la instalación de un brazo para la lectura del nivel a partir del sensor por ultrasonido, y el respectivo poste adicional con el resto de los equipos que hacen parte de la estación.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	BUESAQUILLO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	50						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°15'3.85"N	X					1.2510694
W	77°14'7.53"O	Y					-77.235425
H	3000	Z	3000				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
		X					
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	66			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
20.6	0.76	0.15	X		X		
Tiempo estimado (Min)			20		30		
REGISTRO FOTOGRAFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							



5.2.4.1.15 Estación Hidrológica Miraflores

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	HIDROLOGICA		PROPUESTAS	X	EXISTENTES		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Se propone esta estación hidrológica por que la existente operada por EMPOPASTO presente características no telemétricas						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 8'43.85"N	X					1.1455139
W	77°18'36.07"O	Y					-77.3100194
H	2886	Z	2886				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones hidrológicas							
En planicie			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
				X			
ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
5	2	04	05	45			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
179	3.3	0.04	X			X	
Tiempo estimado (Min)			20			20	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							

5.2.4.1.16 Estación Hidrológica Piedras

ESTACIONES HIDROCLIMALÓGICAS PROPUESTAS							
TIPO DE ESTACIÓN	HIDROLOGICA		PROPUESTA	X	EXISTENTE		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Se propone esta estación hidrológica por que la existente operada por EMPOPASTO presente características no telemétricas						
MUNICIPIO	TANGUA		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	PIEDRAS						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	90						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 1'48.74"N	X					1.0302056
W	77°18'42.82"O	Y					-77.3118944
H	2886	Z	2886				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones hidrológicas							
En planicie				En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
				X			
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
CUENCA AFERENTE							
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
1279	6	0.8	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			40	20		30	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
 							

1.1.0.1 Estaciones existentes

A continuación, se presentan las fichas desarrolladas para cada una de las estaciones existentes en la zona de interés. Estas fichas cuentan con las características tanto de la estación como de la zona en la cual se instalaría.

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA		EXISTENTE	X	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	La estación la está reponenciando IDEAM, buscando implementar todos los sensores y equipos para captar las variables atmosféricas necesarias de la zona.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	SANTA BÁRBARA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 5'55.18"N	X					1.0986611
W	77°18'12.07"O	Y	-77.3033528				
H	2800	Z	2800				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
64	SI	Al ubicarse en las instalaciones de EMPOPASTO Bobo, la zona de influencia se ve caracterizada por edificaciones y obras hidráulicas y cerramiento en malla..	X	X			
Tiempo estimado (Min)			25	15			
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
Observaciones	La estación la está reponenciando IDEAM, buscando implementar todos los sensores y equipos para captar las variables atmosféricas necesarias de la zona						

5.2.4.2.1 Estación Climatológica Casanare

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS						
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	EXISTENTE	X	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Permite tener información Horaria, cuenta con anemómetro ultrasonido sensores de temperatura, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, piranómetro, radicación solar, pluviómetro, caseta de display para obtener información de manera directa, también datalogger para descargar información capacidad de almacenamiento de 6 meses, GPS, Panel solar y antena para comunicarse con el sistema.					
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN			
CORREGIMIENTO O VEREDA	CASANARE					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	60					
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N	1° 6'58.02"N	X	1.1161167			
W	77°15'12.68"O	Y	-77.2535222			
H	2900	Z	2900			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA						
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha
100	SI	Pequeños arbustos y pastos.	X	X		
Tiempo estimado (Min)			20	20		
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
Observaciones	Los sensores de velocidad y dirección del viento, humedad, temperatura y presión atmosférica están unidos.					

5.2.4.2.2 Estación Climatológica Coba Negra

ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	EXISTENTE	X		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Permite tener información Horaria, cuenta con anemómetro ultrasonido sensores de temperatura, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, piranómetro, radicación solar, pluviómetro, caseta de display para obtener información de manera directa, también datalogger para descargar información capacidad de almacenamiento de 6 meses, GPS, Panel solar y antena para comunicarse con el sistema.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	60						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°10'38.92"N	X					1.1774778
W	77°20'36.90"O	Y	-77.3435833				
H	3200	Z	3200				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
100	SI	Pequeños arbustos y pastos.	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			20	15		25	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	Los sensores de velocidad y dirección del viento, humedad, temperatura y presión atmosférica están de manera separada.						

5.2.4.2.3 Estación Climatológica Guadalupe

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA		EXISTENTE	X	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	SIN OPERAR						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	30						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 8'36.37"N	X	1.1434361				
W	77°15'40.97"O	Y	-77.2613806				
H	3000	Z	3000				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
10000	SI	Al ubicarse en las instalaciones de EMPOPASTO Guadalupe, la zona de influencia se ve caracterizada por edificaciones y obras hidráulicas y cerramiento en malla.	X				
Tiempo estimado (Min)			20				
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							
Observaciones	Es una estación que se encuentra inoperante por el momento. Está en planes de ser dotada de equipos que cumplan con los estándares de IDEAM						

5.2.4.2.4 Estación Climatológica Piedras

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS						
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA		EXISTENTE	X
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Permite tener información Horaria, cuenta con anemómetro ultrasonido sensores de temperatura, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, piranómetro, radicación solar, pluviómetro, caseta de display para obtener información de manera directa, también datalogger para descargar información capacidad de almacenamiento de 6 meses, GPS, Panel solar y antena para comunicarse con el sistema.					
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN			
CORREGIMIENTO O VEREDA	PIEDRAS					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	150					
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N	1° 2'12.57"N	X	1.036825			
W	77°19'5.92"O	Y	-77.3183111			
H	3400	Z	3400			
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA						
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha
400	SI	Cercos vivos, pasturas	X	x		X
Tiempo estimado (Min)			20	30		10
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						
Observaciones	Es una estación ubicada en zona de influencia de la bocatoma Piedras, el predio se ubica a un lado de vía de acceso peatonal. Al momento de la visita se evidenció que algunos instrumentos serán objeto de optimización por parte de EMPOPASTO, sin embargo, los actuales funcionaban adecuadamente.					

5.2.4.2.5 Estación Climatológica Wilquipamba

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Climatológica		PROPUESTA	EXISTENTE	X		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN A IMPLEMENTAR	Permite tener información Horaria, cuenta con anemómetro ultrasonido sensores de temperatura, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, piranómetro, radiación solar, pluviómetro, caseta de display para obtener información de manera directa, también datalogger para descargar información capacidad de almacenamiento de 6 meses, GPS, Panel solar y antena para comunicarse con el sistema.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	WILQUIPAMBA						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	60						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1°11'57.03"N	X					1.199175
W	77°11'32.49"O	Y	-77.1923583				
H	3200	Z	3200				
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Área del lote (m ²)	Viviendas Cercanas secundaria	Características de la vegetación	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
400	SI	Cercos vivos, pequeños arbustos y pastos.	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			20	30		10	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
			 				
Observaciones	Es la estación más completa de la red, operada igualmente por IDEAM						

5.2.4.2.6 Estación Hidroclimatológica Miraflores

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS						
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	EXISTENTE	X	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Emplean un registro automático de Nivel RAN y limnómetro que permiten registrar las alturas de agua de forma continua, además cuentan con un flotador y contrapeso y caseta.					
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN			
CORREGIMIENTO O VEREDA	CATAMBUCO					
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	40					
COORDENADAS DE UBICACIÓN						
GEOGRÁFICAS		PLANAS				
N	1° 8'43.85"N	X				1.1455139
W	77°18'36.07"O	Y				-77.3100194
H	2886	Z	2886			
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas						
En planicie			En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas	
				X		
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA						
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II		
5	2	04	05	45		
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA						
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso			
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha
179	3.3	0.04	X		X	
Tiempo estimado (Min)			20		20	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA						
						

5.2.4.2.7 Estación Hidroclimatológica Antes Bobo Casanare

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA	EXISTENTE	X		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Emplean un registro automático de Nivel RAN y limnómetro que permiten registrar las alturas de agua de forma continua, además cuentan con un flotador y contrapeso y caseta.						
MUNICIPIO	PASTO		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	Casanare						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	100						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 6'48.90"N	X					1.1135833
W	77°15'29.18"O	Y					-77.2581056
H	2850	Z	2850				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie			En montaña				
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
		X					
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
CUENCA AFERENTE							
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
	3	2.1	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			20	10		70	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							

5.2.4.2.8 Estación Hidroclimatológica Piedras

ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS							
TIPO DE ESTACIÓN	Hidroclimatológica		PROPUESTA		EXISTENTE	X	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	Emplean un registro automático de Nivel RAN y limnómetro que permiten registrar las alturas de agua de forma continua, además cuentan con un flotador y contrapeso y caseta.						
MUNICIPIO	TANGUA		LOCALIZACIÓN				
CORREGIMIENTO O VEREDA	PIEDRAS						
TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA DESDE CASCO URBANO DE PASTO (min)	90						
COORDENADAS DE UBICACIÓN							
GEOGRÁFICAS		PLANAS					
N	1° 1'48.74"N	X					1.0302056
W	77°18'42.82" O	Y					-77.3118944
H	2886	Z	2886				
TIPO DE CANAL (CLASIFICACIÓN MANNING) Aplica para estaciones Hidroclimatológicas							
En planicie				En montaña			
Limpio, recto, sin fallas y sin pozos profundos	Igual que el anterior pero más piedras y pastos	Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	Igual que el anterior, pero con niveles inferiores, más pendiente y secciones inefectivas	Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	Fondo: canto rodado con grandes rocas		
				X			
ZONIFICACION HIDROGRÁFICA							
ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II			
CUENCA AFERENTE							
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA							
Caudal Promedio (l/s)	ancho del cauce (m)	profundidad del canal (m)	Vías de acceso				
			primaria	secundaria	terciaria	Trocha	
1279	6	0.8	X	X		X	
Tiempo estimado (Min)			40	20		30	
REGISTRO FOTOGRÁFICO CAPTACIÓN OBRA HIDRÁULICA							
							

5.3 Propuesta de Instrumentación para un sistema local de monitoreo ambiental

A partir del resultado del diagnóstico de la instrumentación existente y las visitas de verificación en campo, se propone la red de monitoreo que mejoraría la cobertura en instrumentación, a continuación, se describen las actividades detalladas llevadas a cabo.

5.3.1 Tipo y ubicación de estaciones

Como se planteó en la metodología, lo primero que se consideró fue la existencia de estaciones en la zona pertenecientes a otras instituciones, esto con el fin de no generar redundancia en la instrumentación, siempre y cuando se planteen una red de monitoreo interinstitucional, de la cual hagan parte las otras instituciones de la cuenca y que poseen instrumentos en la misma.

5.3.1.1 Estaciones climatológicas

Con la ilustración anterior se observa que para la cuenca de río Bobo y la parte alta de la cuenca del río Pasto existe una cobertura aceptable desde el punto de vista meteorológico, pero en la parte baja del río Pasto es muy deficiente el monitoreo por la ausencia de estaciones, esto se puede afirmar considerando el polígono de Thiessen con un área de 317.2 km² lo que supera lo planteado por la OMM para redes de monitoreo de montaña que propone un máximo de 250 km², según la Tabla 1, definida en el numeral 4.2.2. Esta última zona tiene prioridad para la propuesta de nuevas estaciones, considerando además que en esta zona se ubican los municipios de Chachagüí y Nariño.

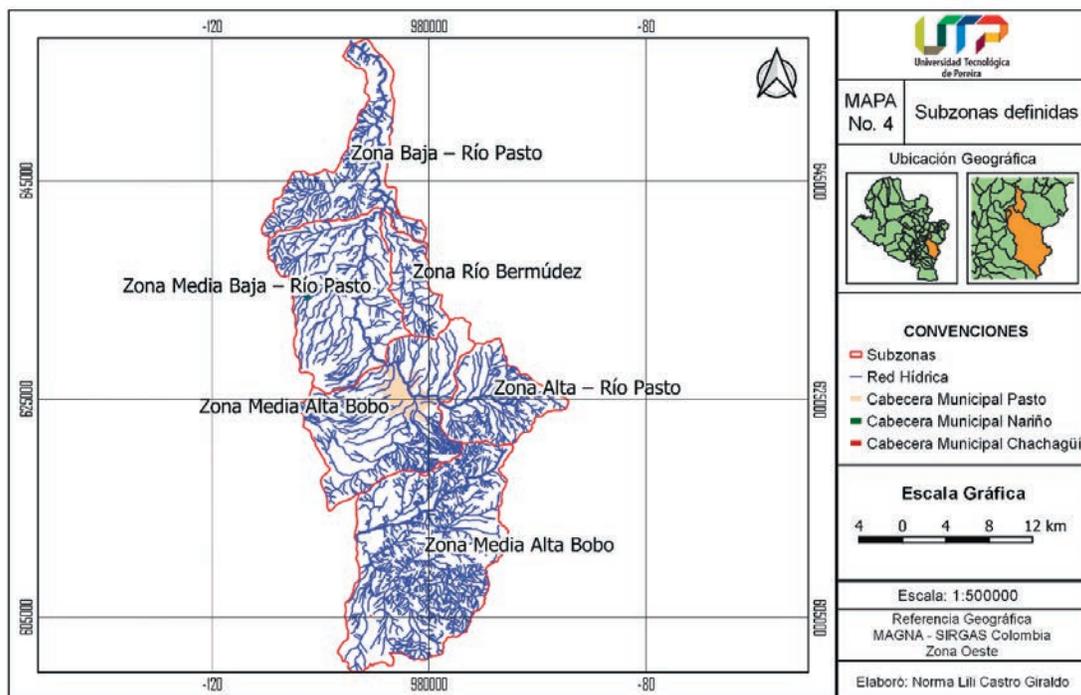


Figura 15. Subzonas definidas

Por otro lado, en la Figura 16 se expone el resultado de los polígonos de Thiessen para las estaciones telemétricas con registros de precipitación y sus áreas correspondientes dentro de las cuencas de los ríos Pasto y Bobo, a partir de estos resultados se definieron las zonas con mayor deficiencia en instrumentación.

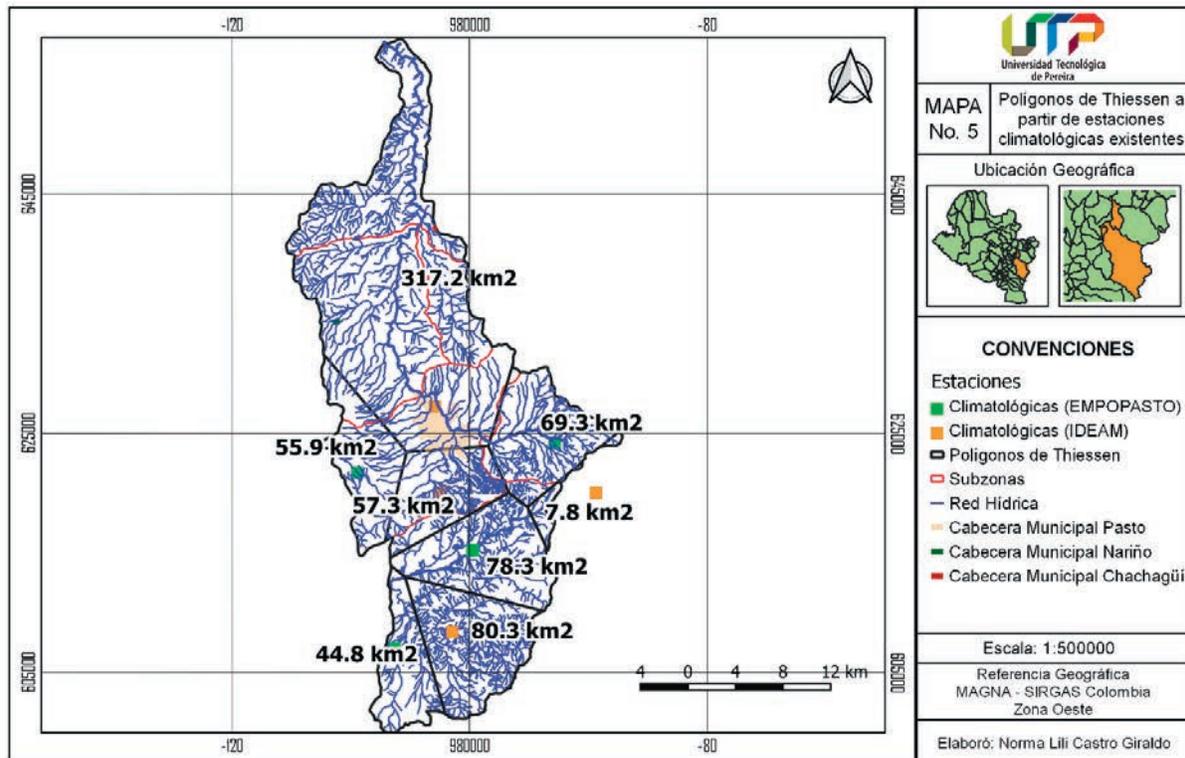


Figura 16. Polígonos de Thiessen para estaciones telemétricas existentes

Con la ilustración anterior se observa que para la cuenca de río Bobo y la parte alta de la cuenca del río Pasto existe una cobertura aceptable desde el punto de vista meteorológico, pero en la parte baja del río Pasto es muy deficiente el monitoreo por la ausencia de estaciones, esto se nota por el polígono de Thiessen con un área de 317.2 km² lo que supera lo planteado por la OMM para redes de monitoreo de montaña que propone un máximo de 250 km². Esta última zona tiene prioridad para la propuesta de nuevas estaciones, considerando además que en esta zona se ubican los municipios de Chachagüí y Nariño.

Considerando lo anterior se plantea la ubicación de ocho (8) nuevas estaciones para complementar las mediciones realizadas actualmente por diferentes instituciones, en la Figura 17 se observa por un lado la ubicación de las nuevas estaciones en forma de estrella roja y el resultado de los nuevos polígonos de Thiessen considerando las estaciones existentes y las nuevas estaciones propuestas.

Esta nueva distribución, mejora considerablemente la cobertura de monitoreo desde el punto de vista meteorológico, reduciendo las áreas por polígono, siendo el polígono de mayor área menos de la mitad del área propuesta como límite por la OMM.

Adicionalmente se atienden los municipios de Chachagüí y Nariño ubicando estaciones en las partes altas de los cuerpos de agua que abastecen al municipio.

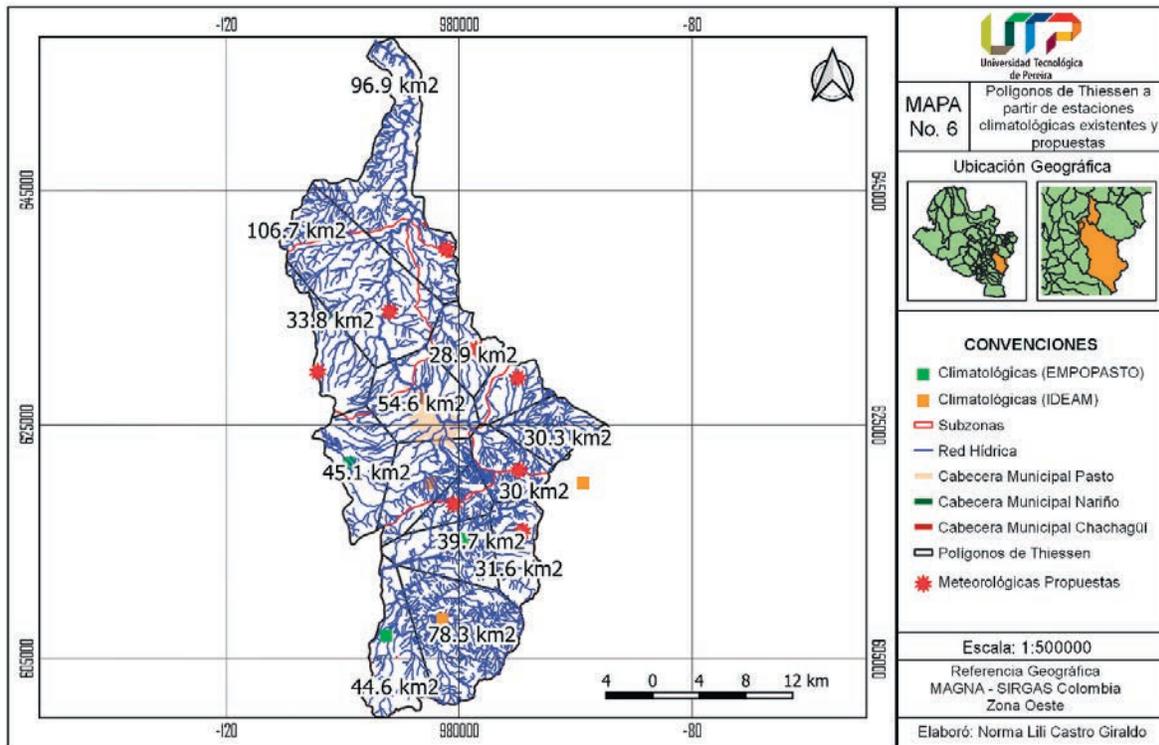


Figura 17. Polígonos de Thiessen para estaciones telemétricas existentes y propuestas

5.3.1.2 Estaciones hidroclimatológicas

Por su parte, para las estaciones hidroclimatológicas fue necesario realizar otros análisis adicionales, esto debido a que el diseño está más enfocado a un sistema de alertas tempranas por desabastecimiento de agua potable, lo que requiere tener en cuenta las 33 diferentes concesiones priorizadas que fueron definidas en el proyecto de reglamentación, este proyecto de reglamentación definió las concesiones a partir del análisis de los usuarios y ubicación de los mismos dentro de la cuenca del río Pasto, adicionalmente a la ubicación de las concesiones, estas fueron clasificadas según el caudal total concesionado con el fin de otorgarle una prioridad al momento de instrumentar ya que no sería factible financieramente instalar una estación para cada una de las concesiones, por lo tanto se deben priorizar las concesiones a instrumentar, la Figura 19 muestra la ubicación del total de las concesiones priorizadas en la fase I del proceso de reglamentación de la cuenca del río Pasto y el color representa el rango de caudal concesionado.

Se construyó entonces una matriz de calificación para definir las zonas con mayor prioridad a ser instrumentadas, según las características que se exponen a continuación.

Lo primero que se tiene en cuenta para la calificación es el número de bocatomas y sus caudales concesionados en cada una de las subzonas definidas con anterioridad, en la tabla 9 se observa la clasificación de estos

parámetros, definiendo en número de bocatomas y los caudales concesionados para los siete (7) usos del agua definidos en la cuenca.

Tabla 9. Parámetros para los siete usos del agua definidos en la cuenca

SubzonaS	Uso del agua, # de concesiones							Caudal total concesionado, l/s						
	Consumo humano	Riego y silvicultura	Acuicultura y pesca	abastecimiento de abrevadero	Generación eléctrica	Industrial	Recreación y deporte	Consumo humano	Riego y silvicultura	Acuicultura y pesca	abastecimiento de abrevadero	Generación eléctrica	Industrial	Recreación y deporte
Zona media - alta río Bobo	2	0	0	0	1	0	0	785	0	0	0	850	0	0
Zona alta río Pasto	2	1	2	2	0	0	1	660	8	25	19	0	0	10
Zona media - alta río Pasto	10	4	0	0	0	1	0	380	109	0	0	0	4.0	0
Zona media - baja río Pasto	4	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
Zona rio Bermúdez	1	0	0	0	1	0	0	90	0	0	0	35	0	0
Zona baja río Pasto	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0

Considerando estos usos se genera una puntuación ponderada tanto para el número de bocatomas como para los caudales totales, teniendo en cuenta la prioridad en el consumo humano definida en el decreto 1541 de 1978 (Art. 41) que define el siguiente orden:

1. Consumo humano
2. Riego y silvicultura
3. Acuicultura y la pesca
4. Abastecimiento de abrevadero
5. Generación eléctrica
6. Uso industrial
7. Recreación y deporte

A partir de lo anterior, se definió un peso específico para cada uso con el fin de generar la calificación final, los pesos están definidos en la Tabla 10, definiendo el consumo humano como el uso con mayor prioridad (Figura 18).

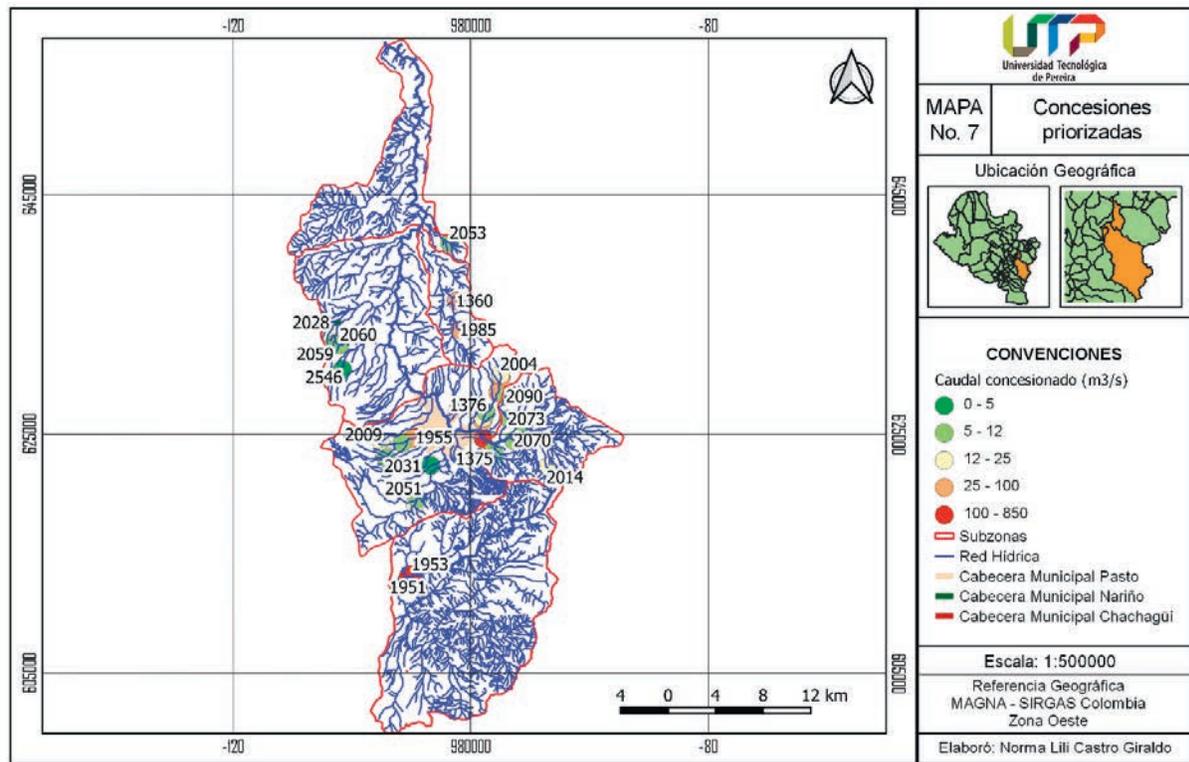


Figura 18. Concesiones priorizadas

Realizada la calificación ponderada (tabla 10) para el número de bocatomas y el total de caudal concesionado se obtiene el resultado mostrado en la tabla 11. Esto sumado a dos parámetros de calificación adicionales tales como la existencia previa de estaciones de monitoreo y la presencia de múltiples bocatomas en un solo cuerpo de agua, da como resultado la puntuación final, que clasifica las zonas con prioridad a ser instrumentadas, siendo la zona media – alta del río Pasto, con más alta prioridad para la nueva instrumentación.

Tabla 10. peso específico para cada uso

Uso	Porcentaje
Consumo humano	35%
Riego y silvicultura	15%
Acuicultura y la pesca	15%
Abastecimiento de abrevadero	12%
Generación eléctrica	10%
Uso industrial	8%
Recreación y deporte	5%

Tabla 11. Zonas priorizadas para la instrumentación Siguiendo el orden y contenido del documento se hace la recomendación de poner una descripción como en el numeral 4.1 Estrategias de participación que permita la continuación a los subíndices.

Subzonas	No existen estaciones de monitoreo hidrometeorológico	Se presentan múltiples bocatomas por un mismo cuerpo de agua	Calificación ponderada, usos del agua	Calificación ponderada, Caudal concesionado	Puntuación Final
Zona media - alta río Bobo	0	0	1	4	5
Zona Alta río Pasto	5	6	1	3	15
Zona media - alta río Pasto	10	10	4	2	26
Zona media - baja río Pasto	0	0	1	0	2
Zona río Bermúdez	0	3	0	0	4
Zona baja río Pasto	0	0	0	0	0

Para esta matriz se define un rango de calificación de 0 a 10 considerando las características de cada parámetro calificado.

5.3.1.2.1 Instrumentación por subzonas

Considerando las calificaciones de resultado en la matriz, se propone la instalación de las estaciones planteadas en los siguientes mapas, las cuales para mejorar su observación se subdividen las cuencas en cinco subáreas: zona alta media Bobo, zona alta río Pasto, zona media alta río Pasto, media baja río Pasto y zona río Bermúdez.

Zona alta media río Bobo

En la zona definida como zona alta media río Bobo se propuso instalar dos (2) estaciones hidroclimatológicas, las cuales se presentan en la Figura 19.

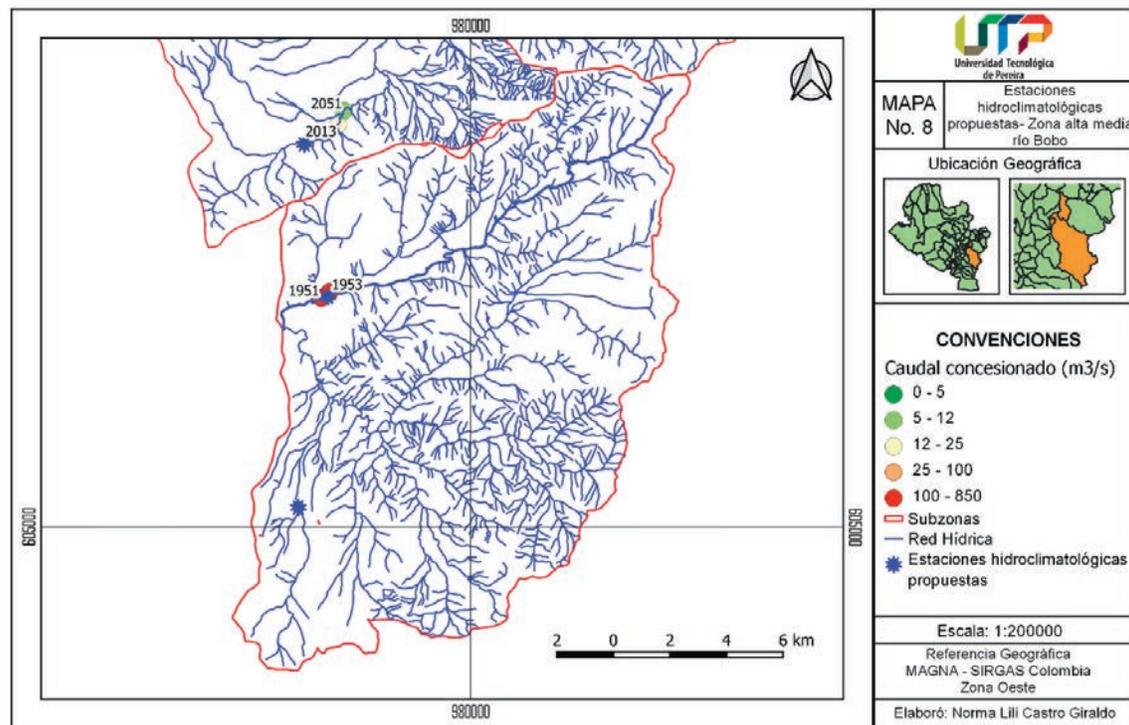


Figura 19. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona alta media río Bobo

Zona alta río Pasto

En la zona alta de la cuenca del río Pasto se propuso instalar una (1) estación hidroclimatológica (Figura 20).

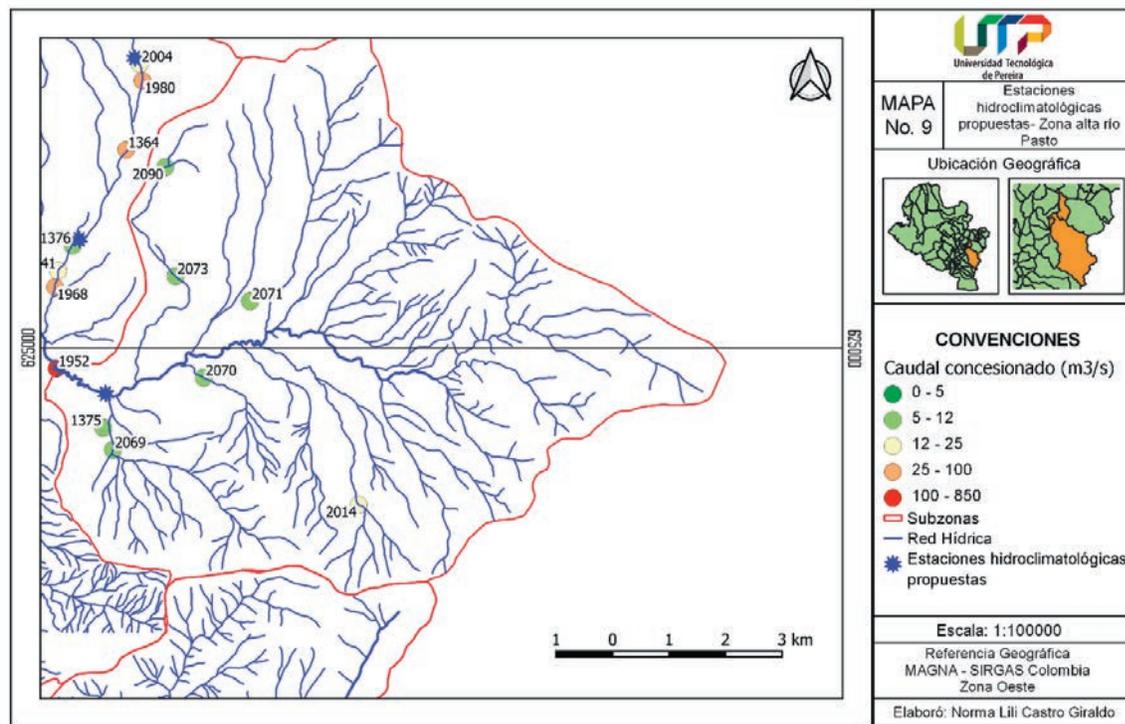


Figura 20. Estaciones hidroclimáticas propuestas- zona alta río Pasto

Zona media alta río Pasto

En la zona catalogada como la zona media alta de la cuenca del río Pasto, se propuso instalar tres (3) estaciones hidroclimáticas, las cuales se presentan en la siguiente figura.

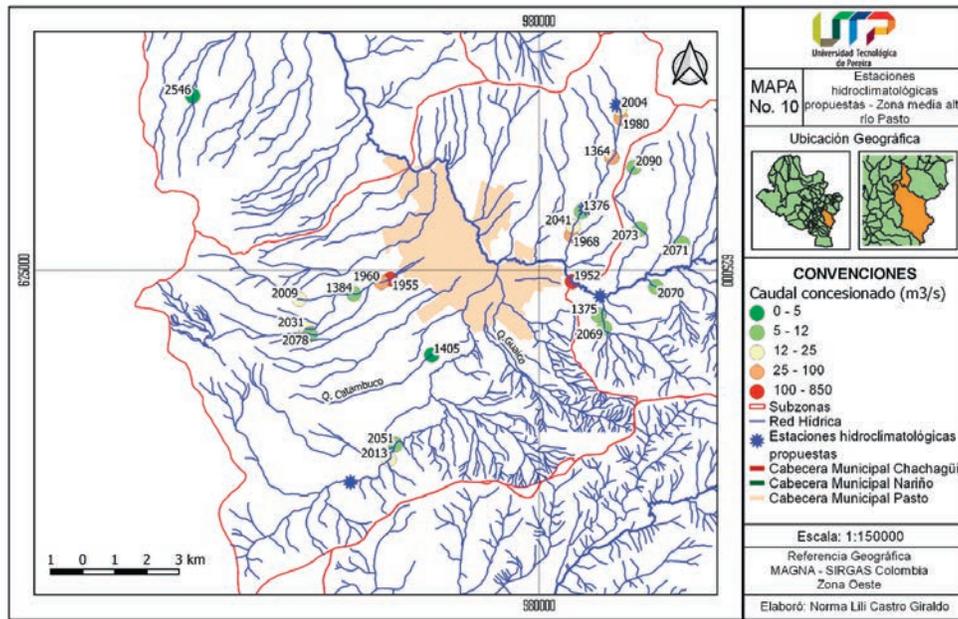


Figura 21. Estaciones hidroclimáticas propuestas - zona media alta río Pasto

Zona media baja río Pasto

En la zona denominada media baja de la cuenca del río Pasto se propuso la instalación de una (1) estación hidroclimática.

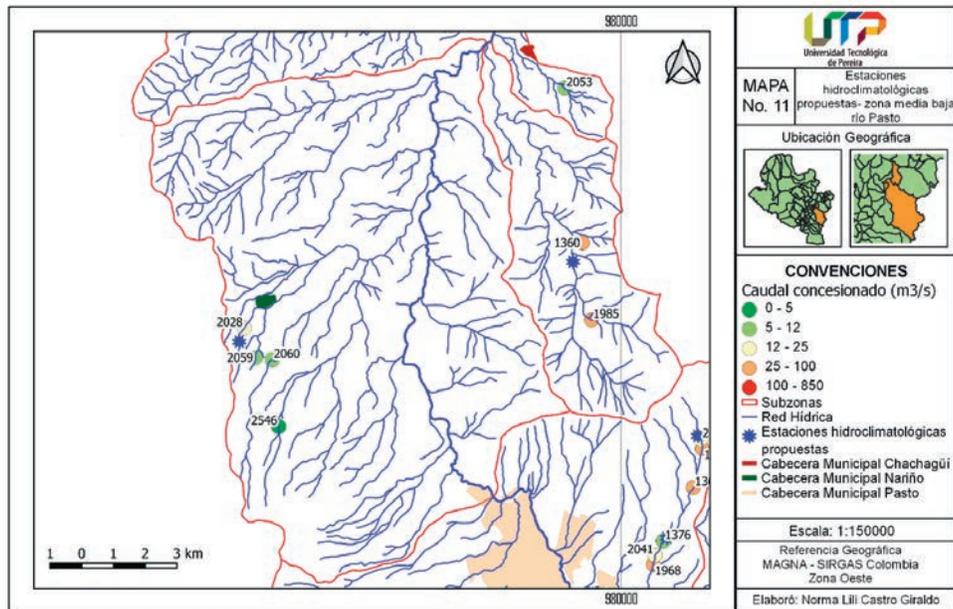


Figura 22. Estaciones hidroclimáticas propuestas- zona media baja río Pasto

Zona río Bermúdez

En la zona denominada como río Bermúdez, se propuso instalar una (1) estación hidroclimatológica, la cual se observa en la Figura 23.

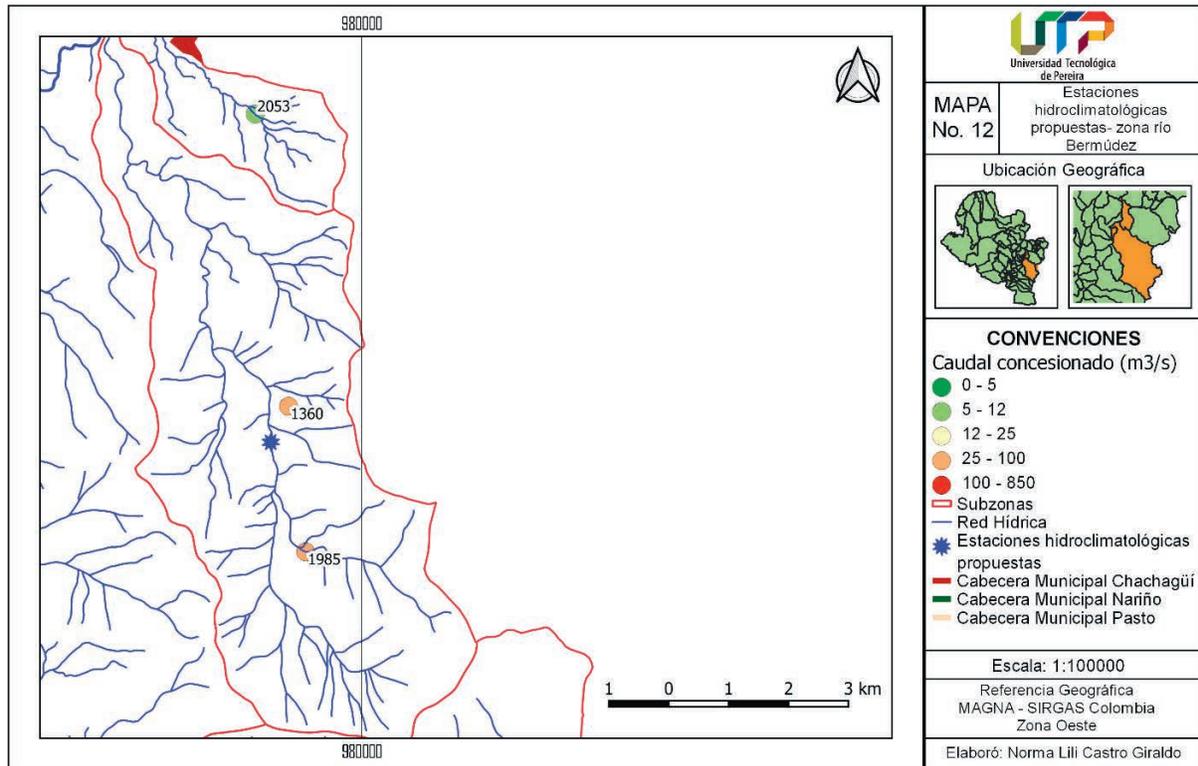


Figura 23. Estaciones hidroclimatológicas propuestas- zona río Bermúdez

Finalmente, al considerar toda la información planteada en este numeral, en la Figura 24 se expone el resultado de la red de monitoreo, que contiene, concesiones priorizadas, estaciones existentes de las diferentes instituciones y las estaciones propuestas, las cuales suman un total de 8 estaciones hidroclimatológicas.

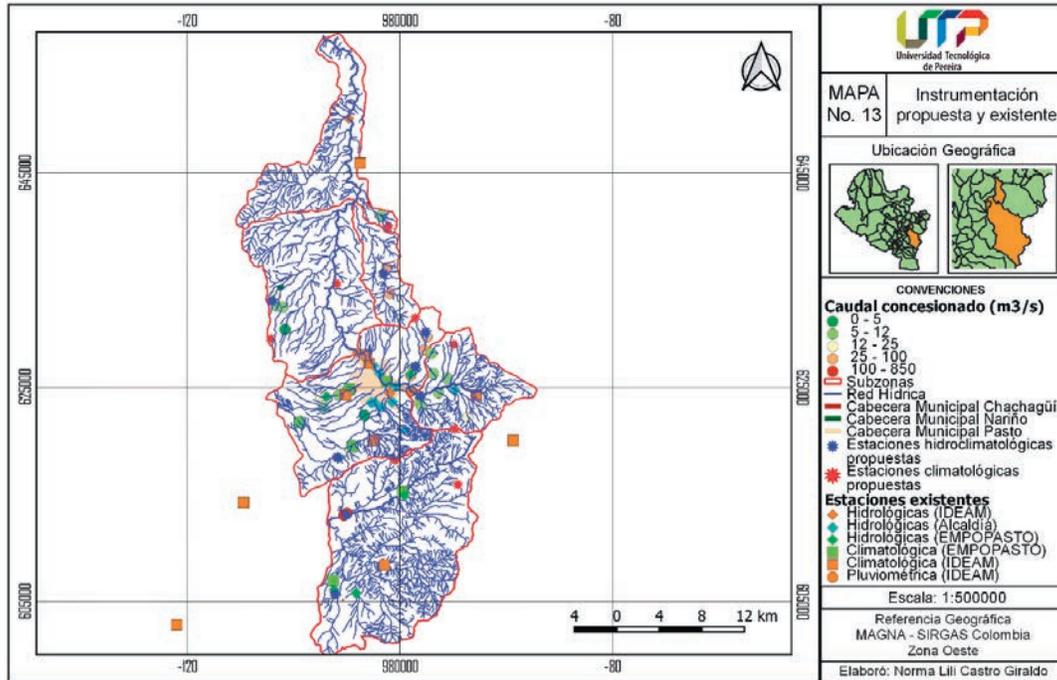


Figura 24. Instrumentación propuesta y existente

5.3.1.3 Estación de Monitoreo de Fuentes Hídricas

La estación de monitoreo de fuentes hídricas cuenta con un sistema de monitoreo de nivel no invasivo, con técnica de lectura de datos por radar, el cual permite realizar la lectura del estado del río sin estar en contacto directo con el agua. Este sistema es el recomendado para redes de apoyo a Sistemas de Alerta Temprana SAT, el cual brinda información permanente del nivel del agua en el punto de medición, alertando inundación por crecientes súbitas o taponamientos (descensos anormales del nivel del agua) por fenómenos de avalanchas.

Con la estación de monitoreo se instala un pluviómetro y un sensor de temperatura y humedad, que permite conocer información de la magnitud e intensidad de la precipitación en el punto, permitiendo la predicción de posibles incrementos de caudal en los ríos y que apoye la generación de modelos de prevención y alertas por precipitación acumulada, causantes de la saturación del suelo y riesgo de deslizamientos.

Sensor de Nivel por Radar

Es un sensor por radar para medir, sin contacto físico directo, el nivel de las aguas superficiales. Para calcular el nivel del agua emplea la tecnología de radar por impulsos. Este procedimiento de medición sin contacto físico directo de bajo consumo hace que al sensor no le afecten perturbaciones externas, como la temperatura o la sedimentación del agua y garantiza unos resultados de medición con buena precisión.

Su consumo de energía tan reducido, el amplio margen de suministro de energía y las interfaces estándares hacen al sensor especialmente flexible. Puede conectarse sin problemas a cualquier registrador de datos y a cualquier sistema de transmisión de datos a distancia. Cuenta con un rango de medición de hasta 35 m.

Sensor de precipitación

La tecnología de radar probada y aprobada del sensor se usa para medir Precipitación. El sensor de precipitación funciona con un radar Doppler de 24 GHz, que mide la velocidad de caída y calcula la cantidad y el tipo de precipitación al correlacionar el tamaño y la velocidad de la gota.

Sensor de humedad relativa y temperatura

Se suministrará un sensor para la medición tanto de la humedad como de la Temperatura externa. El transductor mide la humedad relativa y la temperatura del aire. La temperatura se mide por medio de una resistencia NTC de alta precisión, mientras que la humedad se mide utilizando un sensor capacitivo de humedad. Con el fin de mantener los efectos de las influencias externas (por ejemplo, radiación solar) lo más bajo posible, estos sensores están ubicados en una carcasa ventilada con protección contra la radiación. A diferencia de los sensores convencionales no ventilados, esto permite una medición significativamente más precisa durante condiciones de alta radiación.

Sensor de presión barométrica

La presión de aire absoluta se mide por medio de un sensor incorporado (MEMS). La presión de aire relativa referida al nivel del mar se calcula utilizando la fórmula barométrica con la ayuda de la altitud local, que el usuario puede configurar en el equipo.

5.3.2 Justificación

Considerando la experiencia ganada en la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda, se proponen las estaciones que han funcionado en este sistema, por un lado por sus bajos costos y por el otro, por su buen funcionamiento en el tiempo, adicionalmente a esto, el soporte técnico obtenido después de las compras por parte de los proveedores ha garantizado el funcionamiento en el largo plazo de los equipos seleccionados, estas estaciones poseen adicionalmente tecnología local, pues algunos de los equipos utilizados son desarrollados y fabricados en el país, apoyado a su vez a la tecnología y desarrollos locales.

5.3.3 Especificaciones Técnicas

Se considera la instalación de dos tipos principales de estaciones para la red de monitoreo propuesta en la cuenca de los ríos Pasto y Bobo, estaciones hidroclimatológicas y estaciones climatológicas, estas poseen características especiales debido a su funcionamiento y variables que monitorean, a continuación, se presentan dichas características por tipo de estación:

5.3.3.1 Estaciones hidroclimatológicas telemétricas con sistema de radio frecuencia

5.3.3.1.1 Sistema de sensores

Descripción: La estación de monitoreo de fuentes hídricas deberá contar con un sistema de lectura de datos por radar que permite realizar la lectura del estado del río sin estar en contacto directo con el agua. Este tipo de estación estará compuesta por un pluviómetro el cual otorga información de la magnitud e intensidad de la precipitación en cada uno de los puntos instrumentados (Tabla 12).

Tabla 12. Sistema de sensores

No. ítem	Requerimientos técnicos
<i>Sensor de nivel (Radar)</i>	
1	Rango de medida: de 0 a 12 metros o superior.
2	Resolución: 2 mm o mejor.
3	Precisión: ± 3 mm o mejor.
4	Interfaces de salida compatible en hardware y software con la plataforma colectora de datos ofertada.
5	Voltaje de alimentación debe estar en el rango entre 12 VDC hasta 13,85 VDC.
6	Rango de temperaturas: -20°C hasta 60°C o mejor.
7	La conexión entre el sensor ofertado y el Datalogger debe ser de forma directa o de manera inalámbrica que garantice registro en tiempo real de la variable.
<i>Sensor de precipitación</i>	
1	Proceso de medición: Sensor de radar
2	Rango de medición (tamaño de gota): 0.3 mm ... 5.0 mm
3	Resolución de precipitación líquida: 0.01 mm
4	Tipos de precipitación: Lluvia, nieve
5	Repetibilidad: Típicamente $> 90\%$
6	Umbral de respuesta: 0.002mm
7	Tasa de muestreo: Evento-depende de alcanzar el umbral de respuesta
8	Intensidad de la precipitación: 0... 200 mm/h; Velocidad de muestreo 1 minuto.
<i>Sensor de temperatura</i>	
1	Proceso de medición: NTC
2	Rango de medición: -50°C ... $+60^{\circ}\text{C}$
3	Resolución: 0.1°C (-20°C ... $+50^{\circ}\text{C}$), de lo contrario 0.2°C
4	Precisión del sensor: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (-20°C ... $+50^{\circ}\text{C}$), de lo contrario $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ($> -30^{\circ}\text{C}$)
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidades: $^{\circ}\text{C}$; $^{\circ}\text{F}$
<i>Sensor de humedad</i>	
1	Proceso de medición: capacitivo
2	Rango de medición: 0 ... 100% HR
3	Resolución: 0.1% HR
4	Precisión: $\pm 2\%$ RH
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidades: % RH; g / m ³ ; g / kg.
<i>Sensor de presión barométrica</i>	
1	Proceso de medición: sensor MEMS - capacitivo
2	Rango de medición: 300 ... 1200 hPa
3	Resolución: 0.1hPa
4	Precisión: ± 0.5 hPa (0 ... $+40^{\circ}\text{C}$)
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidad: hPa

5.3.3.1.2 Plataforma registradora de datos

Descripción: Controlará la comunicación con los demás dispositivos y realizará las siguientes operaciones: inicialización, muestreo de la salida de los sensores, conversión de la salida de los sensores en dato hidrometeorológico, obtención de valores instantáneos de las variables meteorológicas, almacenamiento de datos, generación de archivos para su envío y envío de archivos para su transmisión (tabla 13).

Tabla 13. Plataforma registradora de datos

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Datalogger	
1	Procesador de 8 Bit o superior.
2	Memoria de 256 kb en RAM o superior
3	Debe almacenar los datos de manera circular en su memoria interna, la cual debe tener una capacidad mínima de 4 MB.
4	1 puerto de red Ethernet 10/100 Mbps o superior.
5	1 Puerto USB, para descarga de información y configuración de la plataforma.
6	Un RS485 que permita conectar y configurar los sensores ofertados con este tipo de salida.
7	Un RS232 que permita conectar y configurar la plataforma colectora de datos y descargar los datos almacenados.
8	Puertos SDI12, con canales independientes; que permita conectar y configurar los sensores ofertados con este tipo de salida.
9	Entradas análogas configurables por software para sensores tipo análogo.
10	Todos los sensores y periféricos suministrados deberán conectarse de forma directa al Datalogger o de manera inalámbrica que garantice registro en tiempo real de las variables.
11	El voltaje de alimentación de la plataforma colectora de datos debe estar dentro del rango 9VDC hasta 24VDC.
12	El Datalogger deberá contar con un reloj en tiempo real con precisión mejor de 1 minuto/mes y/o realizar procesos de autocorrección diaria del desajuste con base en un reloj de referencia.
Interfase para telemetría	
1	Salida de modulación: 30 mV a 3 Vpp
2	Ent. de demodulación: 100 mV a 4 Vpp
3	Salida de PTT: Transistor, Relay.
4	Velocidad: 1200 bps o superior

5.3.3.1.3 Sistema de comunicación por radio frecuencia

Descripción: Permitir a la estación, además del envío continuo de datos en los intervalos programados y el envío de variables de integridad en tiempo real, la administración y configuración remota del Datalogger (tabla 14).

Tabla 14. Sistema de comunicación por radio frecuencia

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Módulo de Radio/Modem	
1	Ajustable a la frecuencia designada para las comunicaciones
2	VHF Banda de 136-170 MHz
3	Separación de Canales: 12.5 KHz
4	Potencia: 5-45 Vatios, Programados en Potencias de 25 y de 45 Vatios para transmitir en potencia máxima cuando la topografía lo requiera.
5	Velocidad de transmisión de 1200 bps, Half Dúplex
6	Alimentación a 12 VDC
Elementos complementarios	
1	Antena direccional tipo Yagui, orientación Vertical, sintonizada a la frecuencia de operación.
2	Ancho de Banda máximo de 20 MHZ
3	Ganancia Mínimo de 6 dB.
4	Impedancia de 50 ohm
5	Protector de Antena (contra descargas atmosféricas).
6	El cable empleado para las conexiones entre el equipo de comunicaciones y la antena es Cable RG8

5.3.3.1.4 Sistema de alimentación

Descripción: Sistema de alimentación con paneles solares, los cuales permiten y garantizan el funcionamiento de los sensores, los equipos de comunicaciones, el radio de comunicaciones y en general el sistema electrónico completo en operación 24/7 (Veinticuatro horas al día, siete días a la semana) (tabla 15).

Tabla 15. Sistema de alimentación

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Alimentación por paneles solares para datalogger e interfase de telemetría	
1	Batería 12V/75A Batería Recargable, Seca, Sellada Libre de Mantenimiento
2	Regulador de Carga de Baterías: Regulador de Carga para Panel Solar y Baterías Estacionarias. 12VDC – 20 Amperios
3	Módulo de 180W o su equivalente para Alimentación Autónoma de la Estación con transmisión de datos por Telemetría.

5.3.3.1.5 Conexión a tierra y pararrayos

Descripción: Protección de equipos de descargas atmosféricas, tensiones y cortocircuitos (tabla 16).

Tabla 16. Conexión a tierra y pararrayos

No. Ítem	Requerimientos técnicos
1	Conectar a tierra todas las cajas metálicas que contengan elementos o dispositivos electrónicos
2	Conductor de cobre desnudo cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, con alambre sin revestimiento
3	Sistema de pararrayos de punta Franklin

5.3.3.2 Estaciones climatológicas telemétricas con sistema de radio frecuencia

5.3.3.2.1 Sistema de sensores

Descripción: La parte sensorica del sistema posee instrumentos para el registro de: temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, presión barométrica, evapotranspiración, velocidad y dirección del viento; dichas variables son almacenadas y enviadas a través del sistema de transmisión de la estación en periodos fijos de tiempo (tabla 17).

Tabla 17. Sistema de sensores

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Sensor de precipitación	
1	Proceso de medición: Sensor de radar
2	Rango de medición (tamaño de gota): 0.3 mm ... 5.0 mm
3	Resolución de precipitación líquida: 0.01 mm
4	Tipos de precipitación: Lluvia, nieve
5	Repetibilidad: Típicamente > 90%
6	Umbral de respuesta: 0.002mm
7	Tasa de muestreo: Evento-depende de alcanzar el umbral de respuesta
8	Intensidad de la precipitación: 0... 200 mm/h; Velocidad de muestreo 1 minuto.
Sensor de radiación solar	
1	Proceso de medición: Piranómetro termopila
2	Rango de medición: 0.0... 2000.0 W / m ²
3	Resolución: < 1W / m ²
4	Tasa de muestreo: 10 segundos
Sensor de temperatura	
1	Proceso de medición: NTC
2	Rango de medición: -50 ° C ... + 60 ° C
3	Resolución: 0.1 ° C (-20 ° C ... + 50 ° C), de lo contrario 0.2 ° C
4	Precisión del sensor: +/- 0.2 ° C (-20 ° C ... + 50 ° C), de lo contrario +/- 0.5 ° C (> -30 ° C)
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidades: ° C; °F
Sensor de humedad	
1	Proceso de medición: capacitivo
2	Rango de medición: 0 ... 100% HR
3	Resolución: 0.1% HR
4	Precisión: +/- 2% RH
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidades: % RH; g / m ³ ; g / kg.
Sensor de velocidad del viento	
1	Proceso de medición: ultrasónico
2	Rango de medición: 0 ... 75 m / s
3	Resolución: 0.1 m / s
4	Precisión: ± 0.3 m / o ± 3% (0 ... 35 m / s) ± 5% (> 35 m / s) RMS
5	Umbral de respuesta: 0.3 m / s
6	Frecuencia de muestreo interna: 15Hz

No. Ítem	Requerimientos técnicos
7	Valor instantáneo: 1 s / 10seg
8	Velocidad de salida para los valores de ráfagas promedio y pico: 1min - 10min (pico calculado a partir de valores de 1 s)
9	Unidades: m / s; km / h; mph; kts.
Sensor de dirección del viento	
1	Proceso de medición: ultrasónico
2	Rango de medición: 0-359.9 °
3	Resolución: 0.1 °
4	Precisión: <3 ° (> 1 m / s) RMSE
5	Umbral de respuesta: 0.3 m / s
6	Frecuencia de muestreo interna: 15Hz
7	Valor instantáneo: 1 s / 10 s
8	Velocidad de salida para los valores de ráfagas promedio y pico: 1min - 10min (pico calculado a partir de valores de 1 s)
Sensor de presión barométrica	
1	Proceso de medición: sensor MEMS - capacitivo
2	Rango de medición: 300 ... 1200 hPa
3	Resolución: 0.1hPa
4	Precisión: +/- 0.5 hPa (0 ... + 40 ° C)
5	Velocidad de muestreo: 1 minuto
6	Unidad: hPa

5.3.3.2.2 Plataforma registradora de datos

Descripción: Controlará la comunicación con los demás dispositivos y realizará las siguientes operaciones: inicialización, muestreo de la salida de los sensores, conversión de la salida de los sensores en dato hidrometeorológico, obtención de valores instantáneos de las variables meteorológicas, almacenamiento de datos, generación de archivos para su envío y envío de archivos para su transmisión (Figura 18).

Tabla 18. Plataforma registradora de datos

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Datalogger	
1	Procesador de 8 Bit o superior.
2	Memoria de 256 kb en RAM o superior
3	Debe almacenar los datos de manera circular en su memoria interna, la cual debe tener una capacidad mínima de 4 MB.
4	1 puerto de red Ethernet 10/100 Mbps o superior.
5	1 Puerto USB, para descarga de información y configuración de la plataforma.
6	Un RS485 que permita conectar y configurar los sensores ofertados con este tipo de salida.
7	Un RS232 que permita conectar y configurar la plataforma colectora de datos y descargar los datos almacenados.
8	Puertos SDI12, con canales independientes; que permita conectar y configurar los sensores ofertados con este tipo de salida.
9	Entradas análogas configurables por software para sensores tipo análogo.
10	Todos los sensores y periféricos suministrados deberán conectarse de forma directa al Datalogger o de manera inalámbrica que garantice registro en tiempo real de las variables.
11	El voltaje de alimentación de la plataforma colectora de datos debe estar dentro del rango 9VDC hasta 24VDC.
12	El Datalogger deberá contar con un reloj en tiempo real con precisión mejor de 1 minuto/mes y/o realizar procesos de autocorrección diaria del desajuste con base en un reloj de referencia.
Interfase para telemetría	
1	Salida de modulación: 30 mV a 3 Vpp
2	Ent. de demodulación: 100 mV a 4 Vpp
3	Salida de PTT: Transistor, Relay.
4	Velocidad: 1200 bps o superior

5.3.3.3 Sistema de comunicación por radio frecuencia

Descripción: Permitir a la estación, además del envío continuo de datos en los intervalos programados y el envío de variables de integridad en tiempo real, la administración y configuración remota del Datalogger (tabla 19).

Tabla 19. Sistema de comunicación por radio frecuencia

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Módulo de Radio/Modem	
1	Ajustable a la frecuencia designada para las comunicaciones
2	VHF Banda de 136-170 MHz
3	Separación de Canales: 12.5 KHz
4	Potencia: 5-45 Vatios, Programados en Potencias de 25 y de 45 Vatios para transmitir en potencia máxima cuando la topografía lo requiera.
5	Velocidad de transmisión de 1200 bps, Half Dúplex
6	Alimentación a 12 VDC
Elementos complementarios	
1	Antena direccional tipo Yagui, orientación Vertical, sintonizada a la frecuencia de operación.
2	Ancho de Banda máximo de 20 MHz
3	Ganancia Mínimo de 6 dB.
4	Impedancia de 50 ohm
5	Protector de Antena (contra descargas atmosféricas).
6	El cable empleado para las conexiones entre el equipo de comunicaciones y la antena es Cable RG8

5.3.3.2.4 Sistema de alimentación

Descripción: Sistema de alimentación con paneles solares, los cuales permiten y garantizan el funcionamiento de los sensores, los equipos de comunicaciones, el radio de comunicaciones y en general el sistema electrónico completo en operación 24/7 (Veinticuatro horas al día, siete días a la semana) (tabla 20).

Tabla 20. Sistema de alimentación

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Alimentación por paneles solares para datalogger e interfase de telemetría	
1	Batería 12V/75A Batería Recargable, Seca, Sellada Libre de Mantenimiento
2	Regulador de Carga de Baterías: Regulador de Carga para Panel Solar y Baterías Estacionarias. 12VDC – 20 Amperios
3	Módulo de 180W o su equivalente para Alimentación Autónoma de la Estación con transmisión de datos por Telemetría.

5.3.3.2.5 Conexión a tierra y pararrayos

Descripción: protección de equipos de descargas atmosféricas, tensiones y cortocircuitos (tabla 21).

Tabla 21. Conexión a tierra y pararrayos

No. Ítem	Requerimientos técnicos
1	Conectar a tierra todas las cajas metálicas que contengan elementos o dispositivos electrónicos
2	Conductor de cobre desnudo cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, con alambre sin revestimiento
3	Sistema de pararrayos de punta Franklin

De igual forma se hace necesario la puesta en funcionamiento de una estación central que reciba todos los datos de las estaciones instaladas en campo, esta estación central requiere instrumentos particulares para la recepción de los datos, estos son:

5.3.3.3 Estación central de monitoreo

Descripción: Suministro de equipos y el software especializado, requeridos para que todas las estaciones de la red de apoyo al Sistema de monitoreo en tiempo real reporten su estado al Sistema Central ubicado en el lugar designado por la entidad Contratante, donde se tendrá la visualización gráfica permanente del comportamiento de las variables en los puntos de medición.

5.3.3.3.1 Sistema de comunicación

Descripción: Unidad de comunicación para estación Central que debe permitir comunicaciones directas con las estaciones de monitoreo y repetidoras (tabla 22).

Tabla 22. Sistema de comunicación

No. Ítem	Requerimientos técnicos
Equipos de comunicación por radio	
1	Ajustable a la frecuencia designada para las comunicaciones
2	VHF Banda de 136-170 MHz
3	Separación de Canales: 12.5 KHz
4	Potencia: 5-45 Vatios, Programados en Potencias de 25 y de 45 Vatios para transmitir en potencia máxima cuando la topografía lo requiera.
5	Velocidad de transmisión de 1200 bps, Half Dúplex
6	Alimentación a 12 VDC

Elementos complementarios	
1	Antena omnidireccional tipo cuatro dipolos cerrados para VHF, 6 dBs de ganancia en forma omnidireccional y 9dBs en forma direccional, 10 MHz de ancho de banda
2	Protector de Antena (contra descargas atmosféricas).
3	El cable empleado para las conexiones entre el equipo de comunicaciones y la antena es Cable RG8

5.3.3.3.2 Sistema de alimentación.

Descripción: Energía eléctrica de 110VAC, la cual se toma de un punto cercano para suministrarle alimentación a la estación (tabla 23).

Tabla 23. Sistema de alimentación

No. Ítem	Requerimientos técnicos
1	Cargador de Baterías: Fuente de cargador con regulación electrónica entrada: 120VAC/60Hz, Salida: +13,5 VDC/12 A mínimo
2	Fuente Ininterrumpida de Alimentación: UPS Sistema de Alimentación de Respaldo para el Computador de la Estación Central. Conversión de Corriente Directa a Corriente Alterna DC/AC, Potencia 6KVA.
3	Bypass de Mantenimiento: UPS profesional equipada con Bypass de mantenimiento manual o llave de mantenimiento, para operación continúa en caso de falla del equipo.
4	Banco de baterías para autonomía máxima de 180 min.
5	Sistema de Protección contra sobretensiones DPS para proteger los equipos.

5.3.3.3.3 Software especializado de gestión del SAT

Descripción: El software especializado debe contar con un sistema de información que permita gestionar los datos de las Estaciones de Monitoreo, facilitando las labores de los diferentes usuarios y registrando los estados y eventualidades de cada una de las estaciones, el ingreso autorizado al sistema y acceso o restricción a funcionalidades del sistema según el rol de cada usuario (tabla 24).

Tabla 24. Software especializado de gestión del SAT

No. Ítem	Requerimientos técnicos
1	El software permite comunicarse eficientemente con el sistema de adquisición de datos y los equipos de comunicaciones. (Protocolo de comunicaciones para puerto serial RS-232).
2	Tiene la capacidad de hacer uso de protocolos industriales tales como Modbus TCP/IP.
3	El sistema es compatible con las versiones de Windows 7 y superior.
4	El sistema proporciona mensajes de error que son informativos y orientados a usuario final.
5	Compatible con el actual sistema que gestiona la red de monitoreo de Risaralda en la Universidad Tecnológica de Pereira.
6	El software cuenta con manuales de usuario.

5.3.3.3.4 Servidor

Descripción: Servidor en rack – generación 10, de operación 24/7 Veinticuatro horas al día, siete días a la semana (tabla 25).

Tabla 25. Servidor

No. Ítem	Requerimientos técnicos
1	Procesador Intel Xeon-S 4110 8-Core (2.10GHz 11MB L3 Cache)
2	16Gb en memoria RAM
3	Disco Duro HPE 1TB SAS 7.2K SFF SC 512e DS HDD
4	Unidad de DVD
5	Puertos de Comunicaciones y/o Conversor USB a Serial
6	Salida de Video
7	Monitor de 20 pulgadas
8	Teclado y Mouse
9	Licenciamiento Windows Server ROK 2016 Estandard edition
10	3 Años En Piezas / 3 Años En Mano De Obra / 3 Años De Garantía A Domicilio El Siguiete Día Laborable
11	Router 8 puertos para rack
12	Adaptador Hub USB-a-Serial 8-Puertos
13	Gabinete para instalación en pared asegura y organiza 26U de racks de 48 cm (19") en gabinetes de cableado de redes

5.4 Propuesta de operación de un sistema local de monitoreo ambiental

Considerando la experiencia obtenida en la operación por más de 10 años en un sistema de monitoreo en el departamento de Risaralda, se propone una estructura para la operación del sistema de monitoreo propuesta, a continuación, se describe la estructura operativa y las funciones de esta.

5.4.1 Interinstitucional

Entre las diferentes instituciones claves identificadas podría encontrarse la sinergia para el desarrollo de la red hidroclimatológica local que se plantea. Estas instituciones cumplirían funciones específicas necesarias para el funcionamiento de la red, así mismo, todas se beneficiarían de la información generada desde la red, como las que se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Función potencial en una RED HIDROCLIMATOLÓGICA LOCAL

Institución	Función potencial en una Red Hidroclimatológica Local				
	Planeación y diseño	Operación	Investigación	Financiación	Usuario directo de la información generada
CORPONARIÑO	X			x	X
EMPOPASTO	X			x	X
Gobernación (PDA)	X			x	X
Municipio de Pasto	X			x	X
Municipio de Nariño				x	X
Municipio de Chachagüí				x	X
CEDENAR					X
CORSEN					X
EMPOCHACHAGÜÍ					X
Universidad de Nariño	X	X	X		X
Universidad Mariana	X	X	X		X
Universidad Tecnológica de Pereira	X	X	X		

Planeación y Diseño

Las funciones de planeación y diseño se deben realizar inicialmente por las instituciones más importantes junto a la institución académica que tenga la disposición de asumir la operación de la red local. En esta etapa se debe definir la priorización de por cuál o cuáles de las estaciones meteorológicas e hidroclimatológicas definidas se debe instrumentar y concertar el primer convenio de cooperación interinstitucional que marque la creación de la red local.

Esta función de planeación y diseño debe darse en mesas técnicas con periodicidad trimestral al principio y semestral una vez la red esté operando.

Operación

La función de operación, si se desea replicar la experiencia de Risaralda, debe ser asumida por una Universidad, y dentro de esta por un grupo de Investigación. Este proceso debe iniciar con el acompañamiento de un operador de este tipo de redes. En el caso de este proyecto, la Universidad Tecnológica de Pereira está en disposición de realizar este acompañamiento.

Investigación

La disponibilidad de los datos que genera una red hidroclimatológica local es una gran oportunidad para un grupo de investigación, dado que su uso puede fortalecer el alcance de trabajo tanto de profesores como estudiantes. Los resultados deben estar al servicio de las instituciones que financien la red local. Incluso, muchas necesidades institucionales que requieren investigación podrían conducirse desde el grupo de investigación que oriente la red.

Para un grupo de investigación, la administración de una red local se constituye en la ruta de su crecimiento y mejora. Para el caso de la red de Risaralda, el grupo que la administra se creó 2 años después de iniciar a operar la red local y a la fecha el grupo es categoría A de Minciencias.

Financiación

La financiación es la parte crítica de la consolidación de una red dado que se requieren recursos tanto para la instrumentación como para la operación. Estos recursos no pueden depender de una sola institución, por lo que el papel de CORPONARIÑO es fundamental, no solo como financiador directo sino como catalizador, a través de las diferentes herramientas de planificación y actos administrativos, de crecimiento al exigir a los usuarios del agua la realización de inversiones de monitoreo, operación y procesamiento de datos.

La financiación es una de las partes críticas en la consolidación de la red dado que tanto la instrumentación como la operación, requieren de recursos; los cuales, no deben depender de una sola institución ni

Usuarios de información

Todas las instituciones que financien la red local deben recibir de esta información que les ayude a mejorar sus procesos y sistemas de información. Solo así se crea un círculo virtuoso que garantice el crecimiento y fortalecimiento de una red hidroclimatológica local.

5.4.2 Operativa

Al ponerse en funcionamiento el sistema tendrá la capacidad de transmitir datos, de cada estación, cada 5 minutos a la estación central de manera autónoma, por otro lado el sistema requiere, un personal para la verificación del funcionamiento del sistema y la elaboración de actividades complementarias, por esta razón se plantean aquí dos niveles de operación, uno con el personal base mínimo para el funcionamiento con que se podría iniciar la operación de una red y otro con una operación más especializada que implica actividades adicionales para la consolidación de datos de campo. En la tabla 27 se plantean las actividades que se realizarían y el personal requerido para cumplir con esas actividades.

Tabla 27. Actividades del personal requerido

OPERACIÓN BASE	
Actividad	Personal
Revisión diaria de funcionamiento de estaciones desde estación central	Director Coordinador Monitor
Elaboración de boletines diarios	
Emisión de alertas por anomalías registradas	

OPERACIÓN COMPLETA	
Actividad	Personal
Revisión diaria de funcionamiento de estaciones desde estación central	Director Coordinador Monitor
Elaboración de boletines diarios	
Emisión de alertas por anomalías registradas	
Gestión institucional de nuevos puntos a instrumentar	Ingeniero Electrónico/ Especialista en instrumentación
Mantenimientos preventivos a estaciones en campo	
Mantenimientos correctivos	Hidrólogo
Procesamiento de bases de datos, para correcciones de datos históricos o complemento de datos faltantes.	
Elaboración de aforos o estimación de caudal puntual para estaciones hidroclimatológicas, para construcción de curvas de gasto.	Profesional y técnico para actividades de campo

En cualquiera de los dos casos la función de director la asume un profesor investigador a tiempo parcial (10 horas semanales).

Este personal corresponde a la experiencia que se ha tenido en la administración de la red Hidroclimatológica del departamento de Risaralda, y el personal que en esta red se ha consolidado en sus años de operación, de igual forma cada institución podrá consolidar un personal acorde con la disponibilidad y necesidades específicas, contemplando unas temáticas y un personal base idóneo para la labor.

5.4.3 Diseño del sistema de gestión de la calidad bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 ISO-17025

Introducción

Todos los laboratorios que generen información relacionada con la calidad ambiental deberán establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de calidad; cumpliendo los requisitos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 ISO-17025, bajo un enfoque de mejora continua (Norma técnica Colombiana [NTC-ISO/IEC 17025],2017).

Lo anterior, dado que de acuerdo al Decreto 1076 del 2015 “Por el cual se expide el Decreto único de reglamentación del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, en relación con los sistemas nacionales de investigación ambiental y de información ambiental, menciona que los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física, química y biótica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, y los demás producto de información de carácter oficial relacionada con la calidad del ambiente y los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado por IDEAM (Minambiente,2020).

En ese sentido, este documento pretende dar a conocer los procedimientos y formatos básicos para la operación de una red hidroclimatológica, que aseguren la calidad de las diferentes actividades y en consecuencia de los datos que se generen a partir de estas. Además, de inducir a la red en la implementación de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración, para una posible acreditación.

Objetivo

- Diseñar un sistema de gestión de calidad básico con alcance en medición de caudal (aforos), según la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

Contexto

- NTC-ISO/IEC 17025:2017: Es una norma de carácter internacional la cual establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o calibraciones, incluido muestreo. Esta norma especifica los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad, y la operación coherente de los laboratorios, independientemente de la cantidad del personal.

Normas Complementarias:

- Guía ISO/IE 99, international Vocabulary of metrology, basic and general concepts and associated terms (VIM)
- ISO /IEC 17000, evaluación de la conformidad vocabulario y principios generales.
- NTC ISO 9001, sistema de gestión de calidad, requisitos.
- ISO 45001: La nueva norma de seguridad y salud en el trabajo

Posibles futuros Alcances:

Muestreo de aguas

- Toma de muestra simple
- Toma de muestra compuesta
- Muestreo de aguas residuales

Ensayos

- pH
- Conductividad
- Temperatura

OTROS

- Muestreo hidrobiológico.

Fases para la implementación de un sistema de gestión

1. Revisión y ajuste documental bajo NTC-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración”
2. Estructuración del sistema de gestión documental (Requisitos de gestión y técnicos)
3. Puesta a punto del sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 17025
4. Participación Prueba de Evaluación del desempeño
5. Ejecución de Auditoría interna
6. Acompañamiento Programa de Acciones Correctivas (PAC)

Contenidos básicos del sistema de gestión enmarcado en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración”

1. Procedimientos relativos a la estructura y la administración.

Imparcialidad: Presencia de objetividad

La imparcialidad, se refiere a la eliminación de conflictos de intereses o la resolución de estos conflictos de la forma que no afecten las actividades del laboratorio. Para este ítem, la red hidroclimatológica debe contar con un procedimiento para la imparcialidad y la confidencialidad, con el fin de que ni la dirección ni el personal estén bajo una presión indebida que pueda afectar la calidad y validez de los resultados.

Para la imparcialidad, se comparten tres formatos que se deben diligenciar al momento que exista una declaración de impedimento o que exista un conflicto de intereses; para el caso del compromiso ético, este deberá ser diligenciado por todas las personas que hagan parte de la Red Hidroclimatológica.

Anexos:

4. Acta de compromiso ético.
5. Declaración de impedimento.
6. Reporte de conflicto de intereses

Confidencialidad

El requisito para la imparcialidad y la confidencialidad determina la gestión de la información generada con el cliente. Es decir, si la información obtenida de las actividades desarrolladas en el marco de una contratación va a estar al alcance del público, esto debe estar especificado por acuerdos legalmente ejecutables.

La información generada dentro de la operación de la red hidroclimatológica se considera confidencial. Por lo tanto, todo el personal debe estar comprometido con salvaguardar la información. En ese sentido, todo el personal que hace parte de la red hidroclimatológica debe diligenciar el acuerdo de confidencialidad.

Anexo 7. Acuerdo de confidencialidad de contratistas

Requisitos relativos a la estructura

Este requisito, define que la organización debe ser una estructura legal, con base a su estatus gubernamental. Esta estructura, debe de tener unas actividades y unos alcances de esas actividades.

La red hidroclimatológica, debe contar con personal que independientemente de sus responsabilidades maneje el sistema de gestión. Para este caso, la estructura propuesta se encuentra en la figura 25.



Figura 25. Estructura organizacional de una red hidroclimatológica

Requisitos relativos a los recursos

Personal

En este requisito, se manejan los procesos de la confidencialidad, la imparcialidad, el control de hoja de vida, y el listado del personal.

Sin embargo, según la norma 17025 el laboratorio debe cumplir otros requisitos relativos a las competencias como lo son: entrenamiento e inducción, autorización, programa anual de capacitación, constancia de capacitación interna, evaluación de proveedores de capacitación, evaluación técnica, supervisión.

De manera básica se utilizan los siguientes formatos anexos:

Anexo 8. Listado del personal

Anexo 9. Control de hoja de vida

Anexo 10. Autorización

Anexo 11. Constancia de capacitación Interna

Anexo 12. Supervisión

Instalaciones y condiciones ambientales

Para el cumplimiento de este requisito, se debe de establecer un procedimiento propio que involucra las actividades que se realizan al aire libre. Lo anterior dado que las instalaciones y condiciones ambientales son cambiantes, dependiendo el punto de monitoreo. Sin embargo, de manera básica, la red hidroclimatológica asegura la calidad con los procedimientos de manejo de equipos, y aforos.

Equipamiento

El requisito de equipamiento es de los más importantes en las actividades de una red hidroclimatológica, debido a que se debe asegurar que todos los equipos funcionen y se manejen correctamente, con el fin de asegurar la validez de los resultados.

De acuerdo con lo anterior, la red hidroclimatológica debe contar con un procedimiento que asegure en cuidado, el mantenimiento, la limpieza y la calibración de los equipos y/o materiales de referencia utilizados dentro de las actividades. Este procedimiento debe incluir como mínimo los siguientes formatos anexos:

Anexo 13. Lista e inventario de equipos: En esta lista debe incluirse todos los equipos que hagan parte de las actividades del laboratorio, hacer referencia a su exactitud y al estado de la calibración del equipo.

Anexo 14. Hoja de vida de los equipos: este formato hace referencia a la identificación de cada equipo que haga parte de la red hidroclimatológica. Independientemente, si está en uso constante o no. La hoja de vida debe incluir todas las características del equipo como también la constancia de que el equipo se ha sometido a alguna operación, ya sea de mantenimiento o calibración.

Además, la hoja de vida del equipo se compone de una carpeta con todos los soportes del equipo como manual de usuario, certificados de calibración, entre otros.

Por otra parte, el equipo debe estar asegurado en caso de daño o pérdida. Para esto, la aseguradora o la entidad debe diseñar un formato específico con el fin de tener asegurado todos los equipos de campo que se utilicen para la operación de la red.

Anexo 15. Verificación del estado de equipos: cuando el equipo va a salir a campo se debe realizar una verificación en la cual, el equipo se encuentre en óptimas condiciones para su utilización. Este formato, también se utiliza para verificar que el equipo llegó del trabajo en campo, en óptimas condiciones.

Este formato también se utiliza, cuando por algún motivo, la red no cuenta con un equipo para una salida de campo y se requiere prestar o alquilar con otra entidad, entonces el equipo que se va a utilizar debe tener el certificado de calibración, el manual y/o instructivo de uso y las demás especificaciones requeridas para la utilización del equipo.

Anexo 16. Plan de calibración, verificación y mantenimiento de equipos: este básicamente se trata de un calendario en el cual están incluidos todos los equipos que hacen parte del sistema de gestión, este calendario debe tener los meses en los que se debe hacer la calibración, mantenimiento y/o verificación de los equipos.

Anexo 17. Mantenimiento y/o visita de equipos de instrumentación: este formato se utiliza para todas las visitas que se realizan a los equipos de instrumentación de la red hidroclimatológica, con el fin de tener una trazabilidad en la descarga de datos, mantenimientos preventivos y correctivos, limpieza y/o reparación.

Anexo 18. Solicitud de cotizaciones para bienes y suministros: este formato se utiliza cuando el encargado del proyecto requiere un equipo ya sea para instrumentación o trabajo de campo, en este formato se debe registrar la justificación de solicitar el equipo y las especificaciones técnicas que requiera para solucionar su necesidad.

Requisitos del proceso

Revisión de solicitudes ofertas y/o contratos.

La red, debe contar con un procedimiento para que las solicitudes, ofertas o contratos que se definan, cuenten con la capacidad y los recursos para cumplir con los requisitos, además se informe qué actividades son realizadas por la red y por un proveedor externo.

Para este caso, se presenta un formato de propuesta técnica y económica (anexo 19) el cual se debe encontrar en continuo ajuste, en conformidad con las actividades de la red y las necesidades de los clientes.

Selección, verificación y validación de métodos

Informe de resultados

Según la norma los resultados se deben presentar de una manera clara, inequívoca y objetiva en un informe, donde se incluya la información acordada con el cliente, la información necesaria para la interpretación de los resultados, y la información necesaria de acuerdo con el método utilizado.

Todos los informes de resultados se deben conservar como informes técnicos que se presentan al cliente, en ese sentido se anexa un ejemplo de informe donde se encuentran definidos los requisitos requeridos para dar cumplimiento a la norma NTC-ISO 17025.

Anexo 20. Formato de presentación de informe

Trabajo no conforme

La red hidroclimatológica, debe crear un procedimiento para el trabajo no conforme, en el caso de que las actividades del laboratorio o los resultados no cumplan con lo requerido internamente o por el cliente.

Por ejemplo, las condiciones ambientales están fuera de los límites especificados para realizar la medición de un caudal, por tal motivo las personas no pudieron ingresar al río y en el informe técnico no se tomó ese punto de monitoreo. Para este ítem, se utiliza un formato de reporte de no conformidad (anexo 21).

Control de documentos del sistema de gestión

2. Realización de Aforos

Selección y verificación de métodos

La red hidroclimatológica, debe usar métodos y procedimientos para todas las actividades que ofrece al cliente, y cuando sea apropiado para la evaluación de la incertidumbre de medición, así como las técnicas estadísticas para el análisis de datos.

Para este alcance, se presentan los procedimientos para realizar la medición de velocidad del caudal con sus respectivos formatos, en los siguientes anexos:

22. Formato de aforo para corrientes grandes
23. Formato de aforo para corrientes pequeñas
24. Instructivo para la medición de caudal

3. Gestión de la información:

La red hidroclimatológica, debe tener un procedimiento para que el personal realice adecuadamente los procedimientos establecidos y registren los formatos, para el cumplimiento de dichos procedimientos. lo anterior, requiere constantes capacitaciones y auditorías internas y externas. Para este alcance, el personal debe manejar y presentar en sus informes mensuales, cómo mínimo el registro de los siguientes formatos:

1. Formato de revisión y preparación de materiales y equipos para actividades de campo
2. Formatos de aforo
3. Formato de mantenimiento y/o visita de equipos de instrumentación
4. Carpeta con fotografías de las salidas de campo

Conclusiones y Recomendaciones

- La implementación de estas recomendaciones permite demostrar competencia técnica de la red hidroclimatológica, además de la generación de resultados válidos y la apertura de nuevos mercados. Otros beneficios que tiene un sistema de gestión son el mejoramiento de la comunicación interna, mayor satisfacción del cliente y aumento de la productividad
- Se debe procurar la normalización de métodos de trabajo y el uso de mejores prácticas para ejecutar tareas en todas las actividades que ofrezca la red hidroclimatológica.
- Se recomienda ser pacientes y abiertos ante los cambios que se implementen en el proceso de acreditación y estar disponibles para que los aportes se realicen a los procedimientos y formatos.
- La implementación del sistema de gestión es un compromiso de todos los integrantes de la red hidroclimatológica, tanto de la implementación de procesos administrativos, la revisión por parte de los expertos para validar los procedimientos y la ejecución del sistema de gestión por todos los integrantes.

5.5. Costos y Presupuestos

5.5.1 Adquisición e instalación de equipos

Entre los elementos que requieren las estaciones se encuentran los sensores de las variables meteorológicas e hidrológicas (varían de acuerdo con el tipo de estación), sistema de comunicación, de alimentación y un gabinete metálico. En la Tabla 28 se describen las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos tanto para las estaciones hidroclimatológicas como las meteorológicas y el costo unitario de su instalación.

Adicionalmente, se debe considerar la adquisición de los elementos e instalación de la estación central.

Tabla 28. Especificaciones técnicas estaciones

Elemento	Especificaciones técnicas	Valor Unitario Estación	Valor Total Puesta en Funcionamiento
1. Suministro Equipos Estación Hidrometeorológica	<p>Sistema de comunicación radio</p> <p>Sensores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensor de Nivel-radar - Pluviómetro-radar - Sensor temperatura ambiente y humedad relativa. <p>Unidad Inteligente de Procesamiento - U.I.P con Datalogger.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interface para Telemetría de configuración y Comunicaciones <p>Equipos de Comunicación Radio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radio Base Motorola - Antena Direccional - Protector de Antena - Conectores y Cables Equipos de Radio. <p>Sistema de Alimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Batería 12V/75 Amp - Regulador de Carga de Baterías - Dos (2) Paneles Solares 12V <p>Gabinete Metálico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cofre metálico intemperie precableado completo para protección de equipos, la placa de montaje está fabricada en acero de 2,0 mm, galvanizada o sendzimir para una mejor compensación equipotencial (EMC). 	\$ 41,050,716	\$ 61,280,716
2. Suministro Equipos Estación Meteorológica	<p>Sistema de comunicación radio</p> <p>Sensores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precipitación por Radar - Temperatura - Velocidad del Viento - Ultrasonido - Dirección del Viento- Ultrasonido - Humedad Relativa - Radiación Solar Global - Presión de aire <p>Unidad Inteligente de Procesamiento - U.I.P con Datalogger.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interface Telemétrica para configuración y Comunicaciones. <p>Equipos de Comunicación Radio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radio Base Motorola. - Antena Direccional. - Protector de Antena. - Conectores y Cables Equipos de Radio. <p>Sistema de Alimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Batería 12V/100 Amp. - Regulador de Carga de Baterías. - Dos (2) Paneles Solares 12V. <p>Gabinete Metálico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cofre metálico intemperie precableado completo para protección de equipos, la placa de montaje está fabricada en acero de 2,0 mm, galvanizada o sendzimir para una mejor compensación equipotencial (EMC). 	\$ 35,542,920	\$ 54,582,920
3. Suministro Equipos Estación Central	<p>Sistema de comunicación radio</p> <p>Unidad de Comunic. Remota para Estación Central</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unidad de Comunicación Remota U.C.R. <p>Equipos de Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radio Base Motorola. - Antena Omnidireccional. - Protector de Antena. - Conectores y Cables Equipos de Radio. <p>Sistema de Alimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuente. - DPS-Monofásico <p>Equipo de monitoreo – Servidor Formato Rack</p> <p>Gabinete Tipo Rack</p> <p>Sistema de Respaldo – UPS 6KVA</p> <p>Licencia Software</p>	\$ 87,343,691	\$ 98,053,691

Una vez considerados los costos de cada tipo de estación, se sumó el costo de la instalación de cada una de las estaciones propuestas, el cual está asociado a las características del sitio de instalación, descritas en las fichas diligenciadas a partir de la información verificada en campo para cada una de las estaciones propuestas.

Así, la Tabla 29, presenta los costos de instalación para cada una de las estaciones y el total del costo de instalación de todas las estaciones.

Tabla 29. Costo de instalación de estaciones

Nombre	Tipo	Valor Unitario Estación	Instalación
Bermudez	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$23,600,079
Canicerias	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$20,147,612
El Quinche_Z_Alta	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$14,882,600
El Quinche_Z_Baja	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$14,882,600
Rio_Pasto_ant_centen	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$24,327,564
Miraflores	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$14,882,600
Bobo	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$19,543,430
Piedras	Hidrometeorológica	\$ 41,050,716	\$24,598,829
Alta_Narino	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$20,036,640
Media_Alta_Pasto	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$20,147,612
Alta_Pasto	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$21,220,343
Alta_bobo	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$21,220,343
Alta_Bobo_Pasto	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$21,220,343
Divisoria_bobo_Pasto	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$20,147,612
Alta_Chachagui	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$20,147,612
Media_Pasto	Meteorológica	\$ 35,542,920	\$21,220,343
Costo total			\$322,226,162

Finalmente, la tabla 30 resume el costo total de instalación para las ocho (8) estaciones hidroclimatológicas y las ocho (8) meteorológicas.

Tabla 30. Resumen costo de estaciones

Tipo estación	Costo instalación
Hidrometeorológica	\$156,865,314
Meteorológica	\$165,360,848
Total	\$322,226,162

5.5.2 Operación y Mantenimiento

5.5.2.1 Presupuesto operación y mantenimiento

Considerando el personal necesario para las operaciones básicas de la red de monitoreo se plantea aquí un presupuesto preliminar de operación y mantenimiento para un periodo de un año, este presupuesto está basado en la operación de la red de Risaralda, razón por la cual podrá cambiar considerando las condiciones particulares de Nariño en términos de profesionales y rango salarial.

En la tabla 31 se plantea la operación base para el primer año, incluido el desarrollo de la visualización web, el segundo año bajara considerablemente ya que no se incurre en el gasto del mencionado desarrollo.

Tabla 31. Presupuesto de operación base

PRESUPUESTO PRELIMINAR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA RED ESTACIONES PROPUESTAS PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PASTO Y BOBO - Operación Base			
ITEMS	Alcance	Personal	Costos Directos
Visualización online de datos en página web.	Visualización de datos en tiempo real con publicación de boletines diarios de cada estación a partir del desarrollo de página web.	\$ 23,550,000	\$ 8,900,000
Generación de reportes a partir de información registrada.	Reportes diarios de las estaciones mediante análisis estadísticos básicos y publicación en página web, desarrollo de código para la automatización en la elaboración de reportes.	\$ 24,500,000	\$ 750,000
SUB TOTAL		\$ 48,050,000	\$ 9,650,000
TOTAL			\$ 57,700,000

Por otro lado, considerando la operación completa, incluidas las actividades de campo, se tiene la tabla 32, para este presupuesto se considera además un valor de reposición anual con el cual se realizarán mantenimientos correctivos a sensores que empiecen a cumplir su vida útil.

Tabla 32. Presupuesto de operación completa

PRESUPUESTO PRELIMINAR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA RED ESTACIONES PROPUESTAS PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PASTO Y BOBO			
Operación completa			
ITEMS	Alcance	Personal	Costos Directos
Visualización online de datos en página web.	Visualización de datos en tiempo real con publicación de boletines diarios de cada estación a partir del desarrollo de página web.	\$ 25,466,650	\$ 10,666,667
Generación de reportes a partir de información registrada.	Reportes diarios de las estaciones mediante análisis estadísticos básicos y publicación en página web, desarrollo de código para la automatización en la elaboración de reportes.	\$ 27,704,050	\$ 800,000
Aforos en campo	Se realizará un aforo mensual en cada una de las estaciones hidroclimatológicas ubicadas en la cuenca de los ríos Pasto y Bobo para la determinación puntual de caudal en cada visita y posterior construcción de curva de gasto.	\$ 27,739,250	\$ 28,000,000
Elaboración de curvas de gasto	Se realizara la actualización cada tres meses de las curvas de gasto de cada uno de los puntos con estación hidroclimatológica telemétrica, realizando 4 actualizaciones en cada una de las estaciones al año.	\$ 15,477,000	\$ 0
Mantenimiento preventivo	Se realizará un mantenimiento preventivo cada 4 meses en cada una de las estaciones pertenecientes a la Red de monitoreo.	\$ 11,551,833	\$ 10,320,000
Reposición de equipos y mantenimientos correctivos	Se realizará la reposición de sensores que presenten fallos en medición o que sea necesario reemplazar por vida útil.	\$ 3,226,667	\$ 27,775,392
SUB TOTAL		\$ 111,165,450	\$ 77,562,059
TOTAL		\$ 188,727,509	

BIBLIOGRAFÍA

Blanco, M. C. M. C., & Castro, A. B. S. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure investigación*, 27(4).

IDEAM. (2017). Diseño de la red hidrometeorológica nacional. Bogotá.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2 de diciembre de 2020). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Norma técnica Colombiana. (2005). Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración (NTC-ISO/IEC 17025).

Organización Meteorologica mundial. (2011). Guía de prácticas hidrológicas. Ginebra: Sexta.

Rivera 2009, Diagnostico Institucional, recuperado de <https://es.slideshare.net/nelguzmon/diagnostico-institucional-3158540>

Rovere 1994, Planificación Estratégica de Recursos Humanos de Salud, recuperado de <https://es.slideshare.net/nelguzmon/diagnostico-institucional-3158540>

Wasserman S, Faust K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

7.

ANEXOS

- Anexo 1. Entrevista
- Anexo 2. Listado de actores
- Anexo 3. Red de actores
- Anexo 4. Acta compromiso ético
- Anexo 5. Declaración de impedimento
- Anexo 6. Reporte de conflicto de intereses
- Anexo 7. Acuerdo confidencialidad
- Anexo 8. Listado de personal
- Anexo 9. Control de hoja de vida
- Anexo 10. Autorización
- Anexo 11. Constancia de capacitación interna
- Anexo 12. Supervisión
- Anexo 13. Lista e inventario de equipos
- Anexo 14. Hoja de vida de los equipos
- Anexo 15. Verificación del estado de equipos
- Anexo 16. Plan de calibración, verificación y mantenimiento de equipos:
- Anexo 17. Mantenimiento y/o visita de equipos de instrumentación
- Anexo 18. Solicitud de cotizaciones para bienes y suministros
- Anexo 19. propuesta técnica y económica
- Anexo 20. Formato de presentación de informe
- Anexo 21. reporte de no conformidad
- Anexo 22. Formato de aforo para corrientes grandes
- Anexo 23. Formato de aforo para corrientes pequeñas
- Anexo 24. Instructivo para la medición de caudal

PROYECTO

**DOCUMENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE
ESTACIONES HIDROCLIMATOLÓGICAS EN
LA CUENCA PASTO Y SUS TRASVASES**

