2023

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE BORRERO AYERBE
MUNICIPIO DE DAGUA (VALLE DEL CAUCA)

Ecointegral
Innovación & sostenibilidad

CONTENIDO

1 PRESENTACIÓN 6
2 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS 8
3 GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD 11
3.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN 11
3.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS 11
3.2.1 HIDROLOGÍA 11
3.2.1.1 RIO DAGUA 11
3.2.1.2 QUEBRADA AMBICHINTE 12
3.2.2 METEOROLOGÍA 12
3.2.3 USOS DEL SUELO 13
3.2.4 TOPOGRAFÍA 13
3.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS 14
3.3.1 ECONOMÍA 14
3.3.2 POBLACIÓN 14
3.3.3 PROYECCIONES DE POBLACIÓN DANE 14
3.3.4 PROYECCIONES DE POBLACIÓN SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO SECTOR APSB 16
3.3.4.1 MÉTODO ARITMÉTICO 16
3.3.4.2 MÉTODO GEOMÉTRICO 17
3.3.4.3 MÉTODO EXPONENCIAL 18
3.3.4.4 MÉTODOS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL COMPARADOS 19
3.4 SERVICIOS PÚBLICOS 20
3.4.1 ACUEDUCTO 20
3.4.2 ALCANTARILLADO 21
3.4.3 ENERGÍA ELÉCTRICA 22
3.4.4 ASEO PÚBLICO 22
4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 24
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 24
4.1.1 INFORMACIÓN ORGANIZACIONAL 24
4.1.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA 25
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO 25
4.2.1 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS – ARD Y COBERTURA. 25
4.2.2 ALTERNATIVAS PLANTEADAS COMO SOLUCIÓN DE ALCANTARILLADO. 28
4.2.3 USUARIOS NO CONECTADOS (UNC) 30
4.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 37
4.3.1 PREDIO IDENTIFICADO PARA LOCALIZACIÓN DE LA PTARD 37
4.3.2 ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS 38
4.4 VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES 40
4.4.1 VERTIMIENTOS PUNTUALES COLECTIVOS (VPC) 40

4.4.2 CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS 41
4.5 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES 45
4.5.1 CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (Q_D) 45
4.5.2 CAUDAL INDUSTRIAL (Q_I) 45
4.5.3 CAUDAL INSTITUCIONALES (Q_{IN}) 46
4.5.4 CAUDAL COMERCIAL (Q_C) 46
4.5.5 CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES (Q_{MD}) 46
4.5.6 FACTOR DE MAYORACIÓN 46
4.5.7 INFILTRACIONES 47
4.5.8 CONEXIONES ERRADAS 47
4.6 CÁLCULO DE CARGAS GENERADAS 47
4.6.1 CARGA PER CÁPITA 48
4.6.2 CARGA TOTAL (CT) 49
4.6.3 PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES 49
5 FUENTES HÍDRICAS RECEPTORAS 51
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA 51
5.1.1 LOCALIZACIÓN CUENCA DEL RIO DAGUA 51
5.2 CAUDALES ESPECÍFICOS MEDIOS MENSUALES RIO DAGUA 52
5.2.1 PRECIPITACIONES 52
5.2.2 AGUA SUPERFICIAL 52
5.3 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES 53
5.4 CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA 54
5.5 OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CUENCA DEL RÍO DAGUA 55
5.6 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CUENCA DEL RÍO DAGUA, QUEBRADA AMBICHINTE 56
5.6.1 RESOLUCIÓN 0100 N°0600-1182 DE 2019 DE DICIEMBRE 16 DE 2019 56
6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 59
6.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 59
6.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES 60
7 PROSPECTIVA 64
7.1 ANÁLISIS ESTRATÉGICO 64
7.2 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 65
7.2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PSMV 65
7.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PSMV 65
7.2.2.1 PROGRAMA 1: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. 65
1.1.1.1 PROGRAMA 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL STARD. 66
1.1.1.2 PROGRAMA 3: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y STARD. 66
8 PLAN DE ACCIÓN 70

9 SISTEMA DE MONITOREO ____ 76
9.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL ____ 76
9.2 PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES ESTIMADAS E INDICADORES ____ 76
10 REFERENCIAS ____ 82
2 ANEXOS ____ 84

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3-1. Localización del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua. ____ 11
Figura 3-2. Representación gráfica de comportamiento meteorológico para el año 2022. ____ 13
Figura 3-3. Representación topográfica satelital, corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua. ____ 14
Figura 3-4. Comportamiento gráfico del crecimiento poblacional cabecera y rural, Dagua. 15
Figura 3-5. Comparación de métodos de proyección. ____ 20
Figura 3-6. Cobertura servicio público de acueducto a nivel municipal ____ 21
Figura 3-7. Cobertura servicio público de alcantarillado a nivel municipal. ____ 21
Figura 3-8. Cobertura servicio público de energía eléctrica a nivel municipal. ____ 22
Figura 3-9. Cobertura servicio público de aseo a nivel municipal. ____ 23
Figura 4-1. Distribución porcentual según material y diámetro de redes de alcantarillado. 26
Figura 4-2. Áreas de posible y potencial desarrollo futuro. ____ 28
Figura 4-3. Predio identificado para localización PTARD. ____ 38
Figura 4-4. Diagrama de flujo alternativa de tratamiento No. 1. ____ 39
Figura 4-5. Resultados de la evaluación integral de las alternativas para el PTARD. ____ 40
Figura 4-6. Comportamiento del Caudal durante la jornada de muestreo. ____ 43
Figura 4-7. Comportamiento del pH durante la jornada de muestreo. ____ 44
Figura 4-8. Comportamiento de la temperatura durante la jornada de muestreo. ____ 44
Figura 5-1. Localización del municipio de Dagua sobre el área de drenaje de la cuenca. ____ 51
Figura 7-1. Clasificación de las variables en activas, reactivas, críticas e indiferentes. ____ 62
Figura 8-1. Gráfica de influencia y dependencia entre variables. ____ 64

LISTADO DE FOTOS

Foto 4-2. Caracterización de vertimientos realizado en VPC2 y VPC3. ____ 42

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado Borrero Ayerbe. 8
Tabla 3-1. Proyecciones de población DANE hasta el año 2035. 15
Tabla 3-2. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método aritmético. 16
Tabla 3-3. Proyecciones de población método aritmético. 16
Tabla 3-4. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método geométrico. 17
Tabla 3-5. Proyecciones de población método geométrico. 17
Tabla 3-6. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método exponencial. 18
Tabla 3-7. Proyecciones de población método exponencial. 18
Tabla 3-8. Comparativa del comportamiento poblacional por los métodos. 19
Tabla 4-1. Distribución de usuarios del acueducto, Borrero Ayerbe, Dagua. 24
Tabla 4-2. Inventario de redes de alcantarillado existente, Borrero Ayerbe, Dagua. 26
Tabla 4-3. Cobertura del sistema de alcantarillado de Borrero Ayerbe. 28
Tabla 4-4. Usuarios No conectados identificados en el Corregimiento de Borrero Ayerbe. 30
Tabla 4-5. Alternativas formuladas para evaluación de PTARD. 38
Tabla 4-6. Resumen de evaluación integral de alternativas PTARD. 39
Tabla 4-7. Vertimiento puntual colectivo identificado en Borrero Ayerbe. 41
Tabla 4-8. Resultados caracterización de vertimientos VCP 2 y VPC 3. 42
Tabla 4-9. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar. 45
Tabla 4-10. Aportes per cápita para aguas residuales domésticas 48
Tabla 4-11. Estimación de cargas contaminantes a partir de análisis de aguas residuales, VPC2. 48
Tabla 4-12. Estimación de cargas contaminantes a partir de análisis de aguas residuales, VPC3. 48
Tabla 4-13. Estimación de aportes per cápita según caracterización en el VPC 2 (Ago/23). 49
Tabla 4-14. Estimación de aportes per cápita según caracterización en el VPC 3 (Ago/23). 49
Tabla 4-15. Total de Cargas generadas presuntivas en el corregimiento de Borrero Ayerbe. 49
Tabla 4-16. Proyección de cargas contaminantes esperadas. 50
Tabla 5-1. Oferta de agua por precipitaciones en la cuenca del río Dagua. 52
Tabla 5-2. Oferta superficial, cuenca del rio Dagua. 52
Tabla 5-3. Resultados caracterización de aguas superficiales. 53
Tabla 5-4. Ponderación de cada uno de los parámetro utilizados para el ICA. 54
Tabla 5-5. Rangos para calidad del agua por ICA 54
Tabla 5-6. Cálculo del ICA para el rio Palmira antes y después de vertimientos. 55
Tabla 5-7. Rangos de calidad del agua por ICOMO. 55
Tabla 5-8. Cálculo del ICOMO para el rio Palmira antes y después de vertimientos. 55
Tabla 5-10. Objetivos de calidad de aguas en la cuenca del río Dagua, Tramo I y II 56

Tabla 6-1. Variables identificadas en el manejo de aguas residuales de Borrero Ayerbe. 59
Tabla 6-2. Criterios de valoración del efecto de las variables _____ 61
Tabla 6-3. Matriz de influencia directa entre variables. _____ 61
Tabla 6-4. Análisis explicativo de los resultados obtenidos. _____ 61
Tabla 7-1. Variables independientes y dependientes _____ 64
Tabla 7-2. Metas e inversiones para el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua. _____ 67
Tabla 8-1. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua. _____ 71
Tabla 8-2. Resumen de inversiones PSMV Corregimiento de Borrero Ayerbe (14 años de PSMV). _____ 75
Tabla 9-1. Proyección de cargas contaminantes para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua. _____ 78
Tabla 9-2. Indicadores de seguimiento al PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, municipio de Dagua. _____ 80

1 PRESENTACIÓN

VALLECAUCANA DE AGUAS S.A E.S.P. es la encargada de gestionar e implementar proyectos integrales de inversión regional y municipal sostenibles, que mejoren cobertura, calidad, continuidad, crecimiento y viabilidad empresarial de los servicios de agua potable, saneamiento básico y ambiental para el Departamento Del Valle Del Cauca, y sus actividades complementarias, de acuerdo con su conveniencia financiera y estratégica, generando rentabilidad sin detrimento de la calidad, para cumplir con su función social y contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad, el desarrollo sostenible de la región y el bienestar de sus trabajadores.

Para cumplir con lo estipulado, la empresa VALLECAUCANA DE AGUAS S.A E.S.P., adelantó un proceso de concertación y priorización con los municipios, empresas prestadoras y la autoridad ambiental, que en conjunto con la determinación de los requisitos exigidos por los mecanismos de evaluación y viabilización de proyectos competentes, permitieron establecer las necesidades a cubrir en cuanto mínimos ambientales, con los recursos disponibles. Para el cumplimiento de esta meta, la empresa VALLECAUCANA DE AGUAS S.A E.S.P. priorizó el proyecto "*REALIZAR LA FORMULACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y/O AJUSTE DE PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS – PSMV, EN DIFERENTES CENTROS POBLADOS DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, IDENTIFICADOS EN LA POBLACIÓN OBJETIVO"*, que incluye la actualización y/o ajuste del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para el Corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV es un instrumento de Planificación creado por el documento CONPES 3177 de 2002 y el Decreto 2667 de 2012 y desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del MAVDT la cual lo define como "el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua".

Este instrumento debe formularse para un horizonte mínimo de diez (10) años, y se debe elaborar a partir de los objetivos de calidad definidos por la Autoridad Ambiental, los criterios de priorización de proyectos definidos en el artículo 12 de la Resolución 330 de 2017, o la que haga sus veces, y lo dispuesto en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial - POT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT o Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT.
Por lo anterior y ya que la Constitución Política Colombiana establece en los artículos 79, 89 y 95, la obligación del Estado de proteger la diversidad del ambiente, prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental. el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, el deber de los ciudadanos de proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación del ambiente .El municipio de Dagua debe contar con este proceso para obtener un documento aprobado por la CVC que incluya un diagnóstico actual de la situación sanitaria y plantee un conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas, plan de inversiones e indicadores mínimos y básicos para la evaluación periódica del PSMV que se debe desarrollar en el corregimiento de Borrero Ayerbe, a fin de lograr la mitigación de los impactos ambientales generados por los vertimientos al río Cauca, repercutiendo en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector.

De otro lado, la Resolución 661 de 2019 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, establece en su Capitulo IV, articulo 13 los requisitos de tipo ambiental para la presentación y viabilización de proyectos del sector agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la nación, así como de aquellos que han sido priorizados en el marco de los PDA, dentro de los cuales se encuentra la presentación del documento Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV y la copia de la resolución de aprobación, siendo este instrumento necesario además para avanzar en la gestión de recursos que permitirá la implementación de las acciones que lo integran.

En conclusión, el presente documento contiene el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos plasmando en el un diagnóstico actual de la situación sanitaria del corregimiento de Borrero Ayerbe, aplicación de la metodología para formulación de los PSMV, el plan de acción, inversiones y seguimiento en concordancia con las alternativas de diseño de las obras definidas para la recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales y domésticas.

2 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

A continuación, se identifican las principales entidades involucradas en la gestión del saneamiento ambiental y el manejo de vertimientos de aguas residuales sobre los cuerpos de agua receptores del corregimiento de Borrero Ayerbe del municipio de Dagua a nivel nacional, regional, local, indicando los roles y responsabilidades de cada uno en cuanto a la formulación, financiamiento, ejecución control y vigilancia del PSMV.

Tabla 2-1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado Borrero Ayerbe.

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES
NACIONAL	Presidencia de la República de Colombia	Entidad modelo en la gestión pública y referente internacional	Orientada a la coordinación efectiva del plan de gobierno, con recursos alineados para el logro de sus prioridades, con altos estándares de calidad y oportunidad en la prestación del servicio, tiene la función de organizar, asistir y coordinar las actividades necesarias que demande el Presidente de la República, para el ejercicio de las facultades Constitucionales que le confiere ejercer como jefe del estado y suprema autoridad administrativa, y disponer lo necesario según sus instrucciones, para la eficiente y armónica acción del gobierno, representándolo, cuando así lo demande, en la orientación y coordinación de la administración pública y de sus inmediatos colaboradores en la acción de Gobierno.
	Congreso de la República de Colombia	Constituye parte de la rama legislativa del estado compuesta también por el Senado de la República	Su función primordial es hacer las leyes, pero adicionalmente desarrolla funciones como reformar la constitución política mediante actos legislativos, elaborar, interpretar, reformar y derogar las leyes y los códigos de nuestra Constitución, ejercer una función jurisdiccional en forma excepcional para juzgar, desde el punto de vista político, a los altos funcionarios del Estado.
	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)	Entidad de control	Formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico. Dentro de sus competencias se encuentra la presentación de propuestas relacionadas con la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas, estrategias, programas y planes de agua potable y saneamiento básico, identificando las fuentes de financiamiento y coordinando la asignación de los recursos provenientes de dichas fuentes.

Continuación Tabla 2-1**.** Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado de Borrero Ayerbe.

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES
NACIONAL	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)	Entidad de control	Preparar, juntamente con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y otras entidades competentes, estudios y establecer determinantes y orientaciones técnicas en materia de población para ser incorporadas en los procesos de planificación, ordenamiento y desarrollo territorial, a nivel urbano y rural, además de apoyar, procesos asociativos entre entidades territoriales en los temas relacionados con vivienda, desarrollo urbano y territorial, agua potable y saneamiento básico.
	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)	Unidad Administrativa Especial, con autonomía administrativa, técnica y patrimonial, adscrita al MACT.	Su propósito es regular la actividad de los prestadores de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, y promover la competencia del sector, evitando abusos de posición dominante e impulsando la sostenibilidad y la prestación de servicios de calidad con tarifas razonables y amplia cobertura. Es decir, es la encargada de emitir la reglamentación necesaria para la protección de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.
	Departamento Nacional de Planeación (DNP)	Departamento Administrativo que pertenece a la Rama Ejecutiva del poder público y depende directamente de la Presidencia de la República	Tiene como objetivos fundamentales la preparación, el seguimiento de la ejecución y la evaluación de resultados de las políticas, planes generales, programas y proyectos del sector público. El DNP debe realizar de forma permanente el seguimiento de la economía nacional e internacional y proponer los planes y programas para el desarrollo económico, social y ambiental del país.
	SSPD (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios):	Organismo de carácter técnico creado por la Constitución de 1.991	Por delegación del presidente de la República, ejerce el control, la inspección y la vigilancia de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios. Establece los sistemas de información y contabilidad que deben aplicar los prestadores de servicios públicos domiciliarios, proporciona la orientación y el apoyo técnico necesarios para la promoción de la participación de la comunidad en las tareas de vigilancia y control, sanciona a las entidades encargadas de prestar servicios públicos domiciliarios cuando no cumplen las normas a que están obligadas; además vigila y controla que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios cumplan con la Ley 142 de 1.994, con sus normas reglamentarias y las que expidan las Comisiones de Regulación.

Continuación Tabla 2-1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado de Borrero Ayerbe.

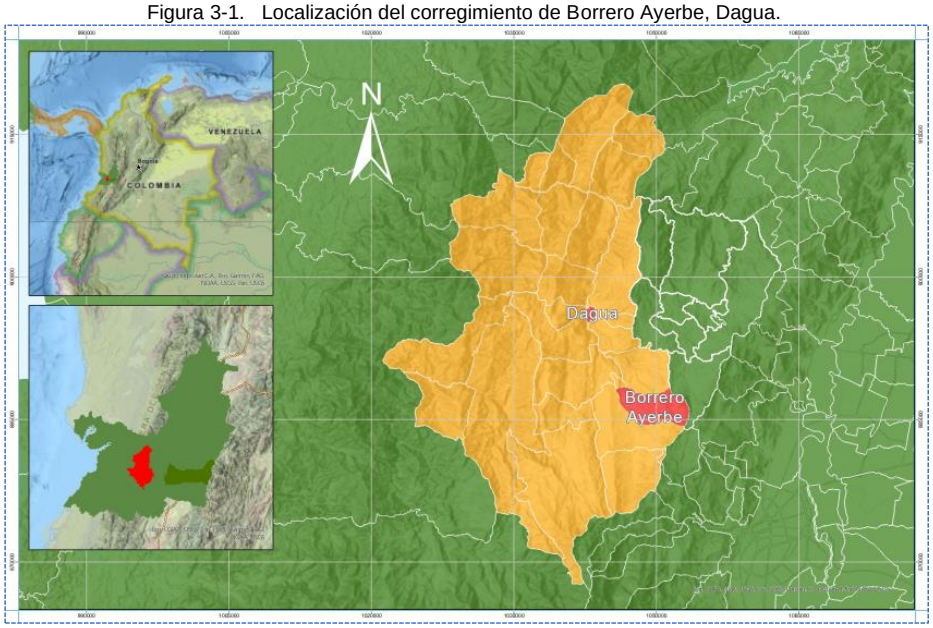
NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES
DEPARTAMENTAL	Gobernación del Valle del Cauca	Entidad pública de carácter administrativo	Planificar y orientar las políticas de desarrollo y de prestación de servicios públicos en el departamento y coordinar su ejecución con los municipios. Promover, financiar o cofinanciar proyectos nacionales, departamentales o municipales de interés departamental. Asesorar y prestar asistencia técnica, administrativa y financiera a los municipios y a las instituciones de prestación de servicios para el ejercicio de las competencias asignadas por la ley.
	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)	Autoridad Ambiental Competente	Actúa como ente administrador del medio ambiente regional, controla, regula y vigila el cumplimiento de las normas de vertimiento de aguas residuales, el cobro de las tasas retributivas; aprueba y hace seguimiento a la ejecución de los PSMV. El proceso administrativo en el municipio de La Cumbre está a cargo de la Dirección Ambiental Regional Suroriente.
	Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P.	Gestor del PDA del Valle del Cauca	Desempeña la Secretaría Técnica del Comité Directivo; es el encargado de la gestión, implementación y seguimiento a la ejecución del PAP-PDA y los asuntos relacionados con agua potable y saneamiento básico en el departamento bajo los términos del Decreto 2246 de 2012. Es responsabilidad del Gestor brindar el soporte necesario a los municipios para que estos puedan atender adecuadamente sus obligaciones constitucionales y legales de aseguramiento de la prestación de los servicios de agua y saneamiento.
LOCAL	Alcaldía municipal	Figura administrativa de los servicios y recursos a cargo del Estado	Diseñar, implementar, desarrollar y ejecutar, planes, proyectos, programas y estrategias para el ejercicio de las competencias del municipio en materia de la garantía y gestión de los servicios públicos.
	Empresa Comunitaria de Acueducto Servicios Públicos de Borrero Ayerbe (ECASP)	Empresa prestadora de servicios públicos	La misión de ECASP es contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad, especialmente con la prestación de servicios públicos esenciales y complementarios, comprometidos con el entorno y garantizando rentabilidad económica y social. En este sentido, esta empresa es quien presta el servicio de acueducto en la localidad.

3 GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD

3.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El Corregimiento de Borrero Ayerbe se encuentra ubicado a 30 Km de la ciudad de Cali, en la falda de la cordillera occidental a una altura de 1.350 msnm, con un área aproximada de 400 Km^2. De la cual 41,35 hectáreas son del centro poblado. Borrero Ayerbe es considerado el corregimiento más importante del municipio de Dagua, según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial limita por el norte con los corregimientos el Palmar y Jiguales, por el sur y el occidente con el Carmen y por el Oriente con el municipio de La Cumbre. Su principal vía de acceso es la vía antigua al mar, la cual une a Cali con Buenaventura. Un esquema de la localización del corregimiento de Borrero Ayerbe se observa en la Figura 3-1.

Figura 3-1. Localización del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.



Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

3.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

3.2.1 Hidrología

Comentado [PC1]: PSMV 2015

La red hidrográfica principal del municipio de Dagua está comprendida por las cuencas de los ríos Dagua y Anchicayá, el corregimiento Borrero Ayerbe pertenece a la cuenca del rio Dagua.

3.2.1.1 Rio Dagua

El rio Dagua tiene una extensión aproximada de 140,121 Has, de las cuales 57,220 Has corresponden al municipio de Dagua, equivalentes al 40,83% del área total de la cuenca. Limita por el norte con el divorcio de aguas del río Calima, por el sur con el divorcio de aguas del río Anchicayá, por el oriente con el divorcio de aguas del río Cauca y por el occidente con el

Océano Pacífico, en el cual desemboca finalmente.

El río presenta una longitud de su cauce principal de 110 Km aproximadamente, con pendiente media de 2.6% y un área de drenaje de 1.600 Km^2, el caudal medio en esta parte es de 27.3 m3/s, la longitud de la cuenca en su parte alta es de aproximadamente 74 Km (PBOT BIOFISICO DAGUA, 2000).

El río Dagua es dividido en parte alta y parte baja de la cuenca, Borrero Ayerbe pertenece a la parte alta de este río, la cual tiene dos trayectos:

- Primer trayecto. Inicia en el nacimiento del río, en el Alto San Luis, extremo sur del municipio, en límites con el municipio de Cali. Su ribera presenta bosques secundarios mezclado con pastizales. Además, existe una intensa actividad agrícola conformada por pequeñas fincas y potreros para el pastoreo animal principalmente. Este trayecto finaliza aguas abajo a la altura de la vereda Villahermosa, corregimiento del mismo nombre, en donde se une con el río Jordán.
- Segundo trayecto. Inicia a partir de la unión con el río Jordán y termina a la altura del corregimiento de Loboguerrero. En este trayecto del río se localizan varias microcuencas y recibe diferentes aportes de diferentes cauces y quebradas.

Las microcuencas y subcuencas que comprenden la parte alta del río Dagua son:

- Microcuenca quebrada La Virgen: Cubre un área aproximada de 1.924 Has, equivalentes al 2.2% del área total de la cuenca en la parte alta. Su longitud es de 4.8 Km.
- Microcuenca río Jordán: Cubre un área aproximada de 6.922 Has, equivalentes al 8.0% del área total de la cuenca en la parte alta. Su longitud es de 18.2 Km.
- Subcuenca río Sabaletas: Su longitud es de 13.3 Km, a su paso acoge las aguas de algunas quebradas como Tamboral, El Trapiche, La Viola, Payasos, Mosoco y Chancos.
- Subcuenca del río Bitaco: esta Subcuenca recorre un trayecto final de 2.5 Km dentro del territorio municipal a partir de su conjunción de aguas con el río Sabaletas, perteneciendo a Dagua solo una porción de terreno sobre la margen derecha (aguas abajo), hasta su entrega al río Dagua, en el sector del corregimiento Loboguerrero (PBOT BIOFISICO DAGUA, 2000).

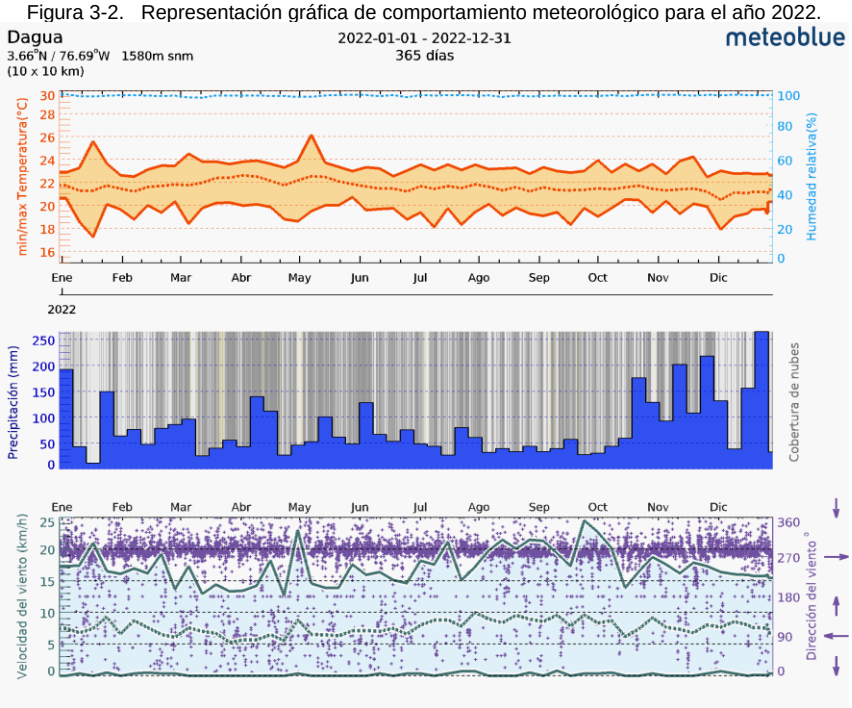
3.2.1.2 Quebrada Ambichinte

La quebrada Ambichinte tiene su nacimiento a una altura de1990 m.s.n.m, en el municipio de Dagua con coordenadas 1.053.171,40E y 884.593,9N, tiene una longitud total de aproximadamente 9518,4 m y desemboca en el río Dagua, en el sector llamado La Juliana, a 1190 msnm con coordenadas 1.046.346,3E y 888.276,8N.

3.2.2 Meteorología

La temperatura de Borrero Ayerbe varía entre los 23°C y los 25°C; según la clasificación de los pisos térmicos y rangos altitudinales de temperatura, estas temperaturas corresponden a tierra caliente. La Figura 3-2, a partir de modelo satelital, simula el comportamiento de algunas variables meteorológicas para el municipio de Dagua en todo su territorio.

Figura 3-2. Representación gráfica de comportamiento meteorológico para el año 2022.



Fuente: (meteoblue, 2022)

3.2.3 Usos del suelo

Comentado [PC2]: PSMV 2015

Los usos del suelo que se presentan en el corregimiento Borrero Ayerbe son el residencial, comercial, institucional, educativo-cultural y deportivo-recreacional, siendo el primero el predominante en los cinco casos analizados (ALCALDIA MUNICIPIO DE DAGUA, 2002) Así pues, las viviendas son construidas en materiales tradicionales como el ladrillo, adobe y madera. Respecto a la vivienda, debido a que la tasa de crecimiento de población del municipio de Dagua es positiva, sin ser este corregimiento la excepción, las zonas de expansión son de prioridad en el corregimiento, presentando dos zonas de expansión: Rancho Alegre con capacidad de hasta 150 casas y los predios del señor Gustavo Echeverry, al lado del barrio siglo XXI, el cual tiene capacidad de hasta 100 casas. El PBOT contempla áreas de expansión para suplir la demanda de vivienda asociada a población flotante y población migrante de la ciudad capital y de la cabecera municipal hacia el corregimiento.

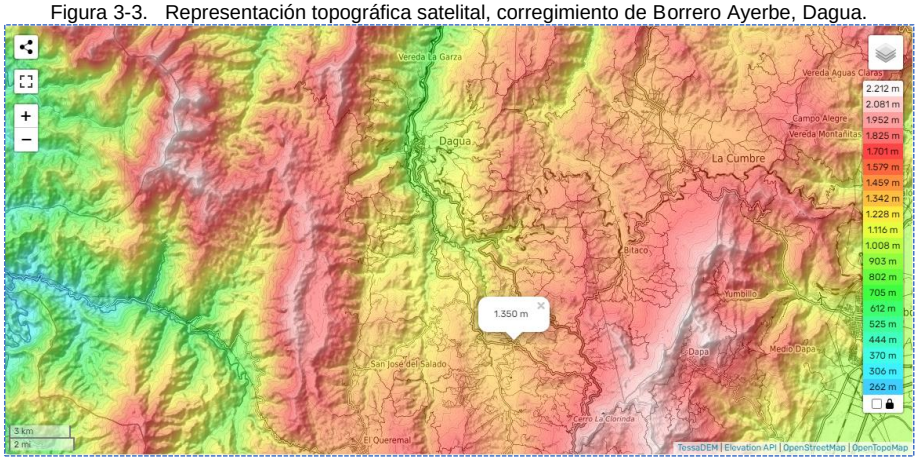
3.2.4 Topografía

Comentado [PC3]: PBOT 2001-2009

El territorio es montañoso y su relieve corresponde a la cordillera occidental de los Andes; se destacan como accidentes orográficos los farallones de Cali situados en el límite con el municipio de Cali, las cuchillas de las Brisas y palo Alto, los altos de Doña Mariana y Panecillo y los cerros de Colinda, Cubilete, la Virgen y Palo Alto. (EOT, 2002). En la Figura 3-3 se muestra modelo digital de la topografía del corregimiento de Borrero Ayerbe comparada con

el casco urbano de Dagua.

Figura 3-3. Representación topográfica satelital, corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.



Fuente: (topographic-map.com, 2023)

3.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

3.3.1 Economía

Comentado [4]: PSMV 2015

La economía del corregimiento de Borrero Ayerbe radica esencialmente en la agricultura con el cultivo de piña, tomate, fríjol, banano y plátano. También se da importancia a la ganadería y la producción de sus derivados como leche, queso, mantequilla, yogur y presenta actividad porcícola y avícola que brindan la oportunidad de empleo a los habitantes del Corregimiento. El comercio también está presente a través de un variado número de locales localizados sobre la calle principal, tales como tiendas, supermercados, droguerías, peluquerías entre otros. El turismo también se desarrolla en el Corregimiento a través de casas de veraneo que permite que los turistas visiten ocasionalmente esta localidad del corregimiento. La población del corregimiento de Borrero Ayerbe se encuentra estratificada de acuerdo con el esquema de ECASP que considera los estratos I, II Y III.

3.3.2 Población

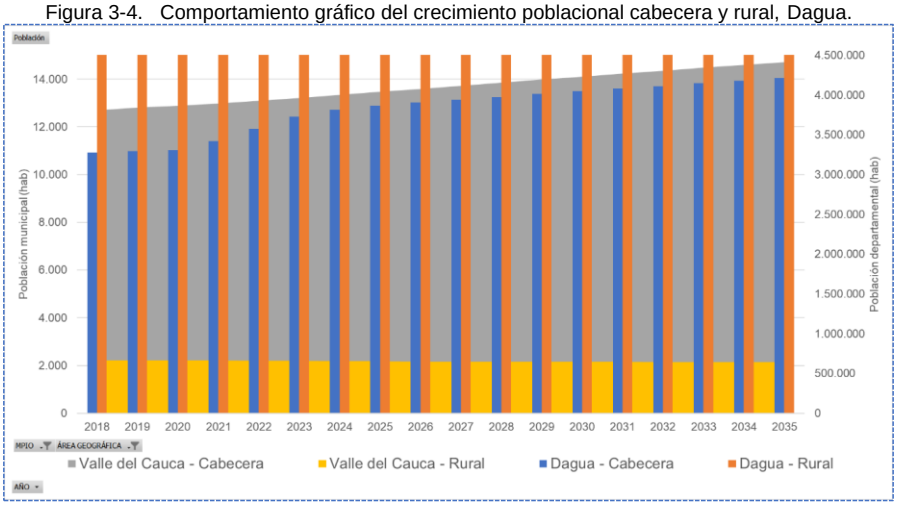
De acuerdo con la información registrada por el DANE en el censo del año 2018, la población para el municipio de Dagua fue de 48.433 habitantes en todo el territorio distribuidos en 10.930 habitantes en la cabecera y 37.513 habitantes en las zonas rurales.

3.3.3 Proyecciones de población DANE

Como información base sobre el comportamiento poblacional se toma el censo DANE 2018 que compila información a nivel nacional, departamental y municipal con estimaciones o proyecciones hasta el año 2035. La información consolidada tanto para cabeceras como para zonas rurales se presenta en cifras en la Tabla 3-1 y gráficamente en la Figura 3-4 para el municipio y para el departamento a fin de analizar las dinámicas de crecimiento poblacional. Las proyecciones del DANE para el municipio de Dagua en la zona rural reflejan un comportamiento con una tendencia constante en el horizonte, con una leve disminución para

el corto plazo evaluado, sin ser representativo (barras naranja en la Figura 3-4). Este comportamiento sigue la misma tendencia analizada para la zona rural del departamento del Valle del Cauca. Dentro de los análisis poblacionales se seguirá la tendencia creciente que sigue el departamento para zonas rurales.

Figura 3-4. Comportamiento gráfico del crecimiento poblacional cabecera y rural, Dagua.



Fuente: adaptado de (DANE, 2018) por ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Tabla 3-1. Proyecciones de población DANE hasta el año 2035.

Población DANE	Área geográfica					
	Dagua		**Total**	Valle del Cauca		**Total**
Año	Cabecera	Rural	Dagua	Cabecera	Rural	Valle del Cauca
2018	10.930	37.513	48.443	3.809.542	666.344	4.475.886
2019	10.984	37.774	48.758	3.840.356	666.412	4.506.768
2020	11.025	37.990	49.015	3.866.560	665.592	4.532.152
2021	11.402	37.877	49.279	3.893.175	663.577	4.556.752
2022	11.906	37.725	49.631	3.928.365	660.913	4.589.278
2023	12.433	37.553	49.986	3.964.228	657.904	4.622.132
2024	12.717	37.396	50.113	4.001.099	655.275	4.656.374
2025	12.877	37.275	50.152	4.038.740	653.018	4.691.758
2026	13.021	37.163	50.184	4.076.974	651.122	4.728.096
2027	13.139	37.081	50.220	4.115.535	649.573	4.765.108
2028	13.249	36.994	50.243	4.154.171	648.362	4.802.533
2029	13.385	36.949	50.334	4.192.628	647.482	4.840.110
2030	13.486	36.918	50.404	4.230.809	646.953	4.877.762
2031	13.604	36.899	50.503	4.268.486	646.539	4.915.025
2032	13.703	36.855	50.558	4.305.397	645.979	4.951.376
2033	13.829	36.799	50.628	4.341.508	645.266	4.986.774
2034	13.929	36.748	50.677	4.376.787	644.397	5.021.184
2035	14.047	36.692	50.739	4.411.291	643.376	5.054.667

Fuente: (DANE, 2018).

3.3.4 Proyecciones de población según reglamento técnico sector APSB

Bajo la metodología expresa en el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – APSB, el RAS cuyas actualizaciones se normatizaron en las resoluciones 0330 de 2017 y 0799 de 2021 y en los manuales de buenas prácticas, se realizan las proyecciones de población al horizonte de cumplimiento del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua. Los análisis por cada método parten de información del comportamiento poblacional durante los años 1964, 1973, 1985, 1993, 2005 y 2018 reportados por el DANE.

3.3.4.1 Método aritmético

El método aritmético supone un crecimiento lineal de la población, para determinar un crecimiento aplicable al corregimiento de Borrero Ayerbe se realiza el análisis del comportamiento tanto para zona urbana o cabecera como para las zonas rurales con base en información que reposa en los censos del DANE. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método aritmético.

Año	Población Total (hab)	Pob. Cabecera (hab)	Pob. Resto (hab)	Tasas intercensales			Sensibilidad
				Total	Cabecera	Resto	
1964	25.508	4.635	20.873	-	-	-	15.465
1973	26.939	5.408	21.531	159	86	73	15.136
1985	30.529	7.244	23.285	239	124	115	14.163
1993	30.964	8.875	22.089	188	146	42	13.386
2005	34.310	8.020	26.290	215	83	132	9.395
2018	16.316	2.901	13.415	-170	-32	-138	
PROMEDIO				**126**	**81**	**45**	**13.509**

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Entre los años 1964 a 2018 en los que se ha realizado censo nacional se encuentra por método aritmético un comportamiento con tendencia decreciente en la cabecera de LA Cumbre con cambio de tendencia para el rango entre los últimos censos. Para la zona rural si se ha presentado una tendencia creciente y por ello la tasa de proyección por este método corresponderá a la de la zona rural para el municipio. Las proyecciones por el método aritmético se presentan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Proyecciones de población método aritmético.

AÑO	Tasa promedio	Población proyectada
2022	45	9.500
2023		9545
2024		9590
2025		9634
2026		9679
2027		9724
2028		9769
2029		9813
2030		9858
2031		9903
2032		9948
2033		9993

2034		10037
2035		10082
2036		10127
2037		10172

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Se toma la tasa promedio entre las calculadas de los censos para considerar tanto tendencia crecientes como decrecientes que se han presentado para el municipio durante los últimos 50 años.

3.3.4.2 Método geométrico

El análisis del crecimiento poblacional por el método geométrico se obtiene con las siguientes expresiones:

$$P_f = P_{uc}(1+r)^{T_f - T_{uc}} \qquad ; \qquad r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{(T_{uc}-T_{ci})}} - 1$$

Donde:

P_f *Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes)*
Puc *Población correspondiente al último año censado con información (habitantes)*
Pci *Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes)*
Tuc *Año correspondiente al último año censado con información*
Tci *Año correspondiente al censo inicial con información*
Tf *Año al cual se quiere proyectar la información*
r *Tasa de crecimiento anual en forma decimal*

se realiza un análisis intercensal de los años con censo reportado para determinar un comportamiento para proyectar la población estimada para los siguientes 10 años para los cuales se proyectará el PSMV. Se realiza un análisis de sensibilidad para validar los resultados que se obtengan. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método geométrico.

Año	Población Total (hab)	Pob. Cabecera (hab)	Pob. Resto (hab)	Tasas intercensales			Sensibilidad
				Total	Cabecera	Resto	
1964	25.508	4.635	20.873	-	-	-	15.655
1973	26.939	5.408	21.531	0,61%	1,73%	3,455%	15.432
1985	30.529	7.244	23.285	0,86%	2,15%	5,221%	14.838
1993	30.964	8.875	22.089	0,67%	2,27%	1,954%	14.354
2005	34.310	8.020	26.290	0,73%	1,35%	5,643%	12.259
2018	16.316	2.901	13.415	-0,82%	-0,86%	-8,153%	
PROMEDIO				0,41%	1,33%	1,624%	14.508

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

La tasa de crecimiento utilizada fue la mayor que se presentó en los años de censo dado que algunas tasas resultaron negativas y estas a su vez, afectan el promedio de las tasas generales. Los resultados estimados de crecimiento poblacional se presentan en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5. Proyecciones de población método geométrico.

AÑO	Tasa promedio	Población proyectada
2022	1,624%	9.500
2023		9.654
2024		9.811

AÑO	Tasa promedio	Población proyectada
2025		9.970
2026		10.132
2027		10.297
2028		10.464
2029		10.634
2030		10.807
2031		10.982
2032		11.161
2033		11.342
2034		11.526
2035		11.713
2036		11.903
2037		12.097

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

3.3.4.3 Método exponencial

La expresión utilizada para las proyecciones exponenciales son las que se presentan a continuación:

$$P_f = P_{ci} \times e^{k\,(T_f - T_{ci})} \qquad ; \qquad r = \frac{ln\,P_{cp} - ln\,P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Donde:

Pci *Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes)*
Pcp *Población del censo posterior (habitantes)*
Tcp *Año correspondiente al censo posterior*
Tca *Año correspondiente al censo anterior*
Tci *Año correspondiente al censo inicial con información*
Tf *Año al cual se quiere proyectar la información*
r *Tasa de crecimiento anual en forma decimal*

Se realiza el proceso de análisis de comportamiento de la información registrada en el DANE para los últimos censos, los resultados se presentan en la Tabla 3-6. Obsérvese que, los resultados obtenidos son muy similares a los que presentó el método geométrico.

Tabla 3-6. Análisis del crecimiento poblacional intercensal método exponencial.

Año	Población Total (hab)	Pob. Cabecera (hab)	Pob. Resto (hab)	Tasas intercensales			Sensibilidad
				Total	Cabecera	Resto	
1964	25.508	4.635	20.873	-	-	-	15.655
1973	26.939	5.408	21.531	0,61%	1,71%	3,449%	15.432
1985	30.529	7.244	23.285	0,86%	2,13%	5,207%	14.838
1993	30.964	8.875	22.089	0,67%	2,24%	1,953%	14.354
2005	34.310	8.020	26.290	0,72%	1,34%	5,628%	12.259
2018	16.316	2.901	13.415	-0,83%	-0,87%	-8,187%	
PROMEDIO				0,41%	1,31%	1,610%	14.508

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Las proyecciones de población esperadas por el método geométrico se presentan en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7. Proyecciones de población método exponencial.

AÑO	Tasa promedio	Población proyectada

2022	1,610%	9.500
2023		9.653
2024		9.808
2025		9.966
2026		10.127
2027		10.290
2028		10.455
2029		10.624
2030		10.795
2031		10.968
2032		11.145
2033		11.324
2034		11.507
2035		11.692
2036		11.880
2037		12.072

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

3.3.4.4 Métodos de crecimiento poblacional comparados

En la Tabla 3-8 se presenta el consolidado de los resultados de proyección de población obtenidos por distintos métodos. En la Figura 3-5 se presenta la comparación del comportamiento poblacional gráfico por los tres métodos utilizados. Para los tres métodos se realizó el análisis de sensibilidad como lo recomienda el manual de buenas prácticas asociado a la norma técnica del sector agua potable y saneamiento básico y se encuentra que los datos obtenidos pueden ser representativos del comportamiento esperado para el crecimiento poblacional del corregimiento de Borrero Ayerbe.

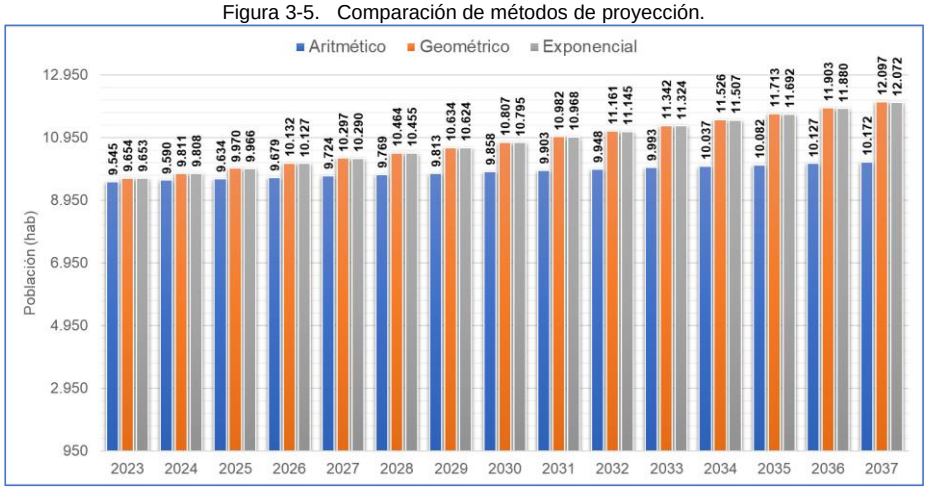
Tabla 3-8. Comparativa del comportamiento poblacional por los métodos.

AÑO	Proyecciones de población		
	Aritmético	Geométrico	Exponencial
2023	9.545	9.654	9.653
2024	9.590	9.811	9.808
2025	9.634	9.970	9.966
2026	9.679	10.132	10.127
2027	9.724	10.297	10.290
2028	9.769	10.464	10.455
2029	9.813	10.634	10.624
2030	9.858	10.807	10.795
2031	9.903	10.982	10.968
2032	9.948	11.161	11.145
2033	9.993	11.342	11.324
2034	10.037	11.526	11.507
2035	10.082	11.713	11.692
2036	10.127	11.903	11.880
2037	10.172	12.097	12.072

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Los métodos geométrico y exponencial tienen un comportamiento muy similar y se obtienen los mismos resultados; sin embargo, para efectos de las proyecciones o estimaciones que se realizarán para el presente PSMV se validará con el método aritmético, pues presenta la mayor población en el horizonte de planeación de diez (10) años establecidos para este.

Figura 3-5. Comparación de métodos de proyección.



Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

3.4 SERVICIOS PÚBLICOS

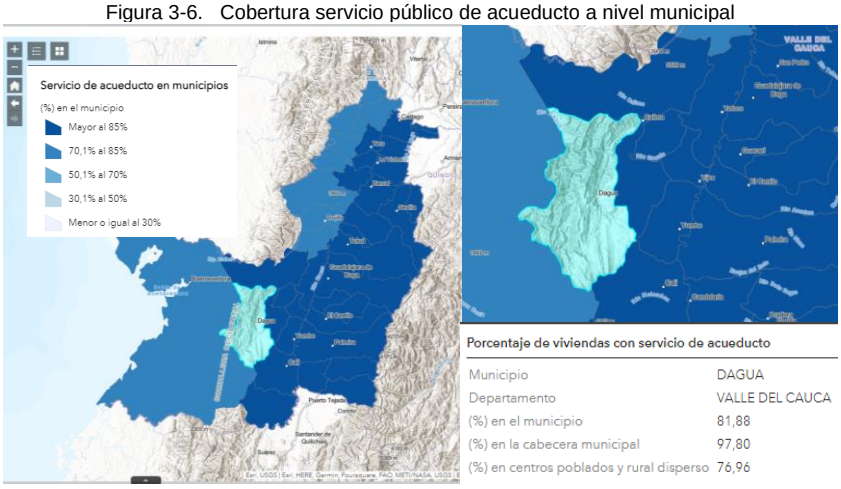
3.4.1 Acueducto

Comentado [PC5]: PSMV 2015

La Asociación Empresa Comunitaria De Acueducto De Borrero Ayerbe – E.C.A.S.P., es el operador encargado del servicio de acueducto en el Corregimiento de Borrero Ayerbe, el 3 de diciembre de 2012 se realizó una reunión con el presidente de esta entidad, donde se informó el objeto del PSMV y sobre la recopilación de información necesaria para dicho plan. En dicha reunión se estableció que la ECASP se encuentra legalmente constituida en Cámara de Comercio, con NIT 805.008.387-1, también se realizó una breve descripción sobre algunos aspectos técnicos de los sistemas que son operados por la Empresa y algunos problemas asociados al alcantarillado.

A fin de establecer una comparativa con los reportes DANE, a nivel municipal, este reporta para zonas rurales cobertura de 76,96% (ver Figura 3-6), considerando que en el caso del corregimiento de Borrero Ayerbe cuenta con su propio sistema de acueducto lo que le da condiciones favorables de cobertura y hace parte del más de 80% registrado para las zonas rurales del municipio configurando un buen nivel de acceso a agua potable para el corregimiento.

Figura 3-6. Cobertura servicio público de acueducto a nivel municipal

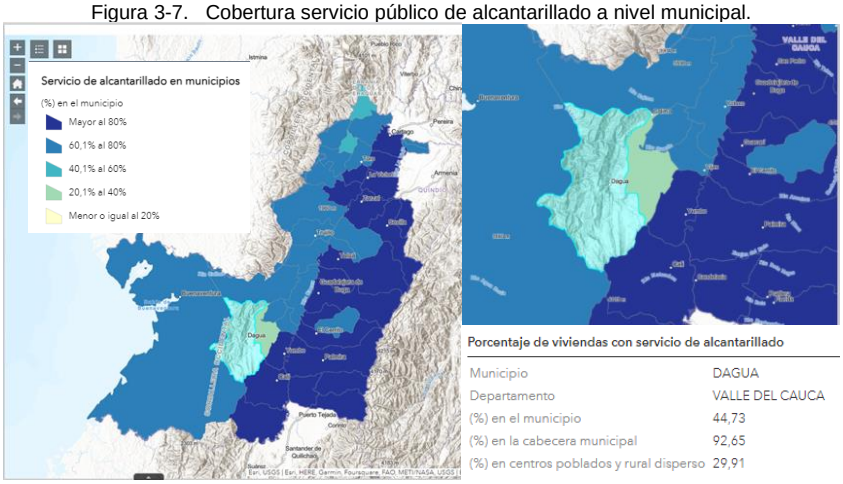


Fuente: adaptado de (DANE, 2018).

3.4.2 Alcantarillado

Según DANE, el municipio de Dagua cuenta con un nivel de cobertura de alcantarillado mayor al 40% (ver Figura 3-7) con gran cobertura para el casco urbano, pero muy baja cobertura en zonas rurales y es lo que pondera al municipio con una muy baja cobertura.

Figura 3-7. Cobertura servicio público de alcantarillado a nivel municipal.



Fuente: adaptado de (DANE, 2018).

El corregimiento de Borrero Ayerbe hace parte de esa zona rural que, aunque cuenta con

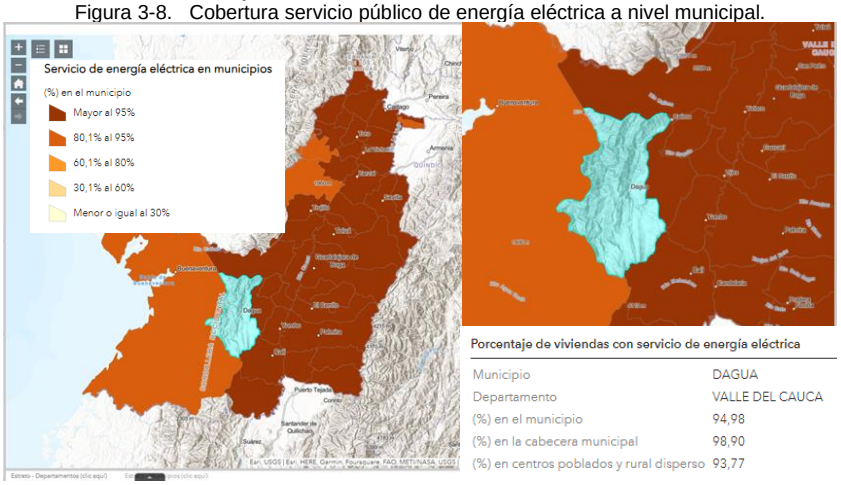
alguna infraestructura donde se realiza recolección y transporte, no cuenta con infraestructura que permita establecer una cobertura importante para el corregimiento y no existe las etapas de tratamiento, vertimiento y comercialización que permita mitigación de impactos contaminantes a fuentes hídricas. Según el trabajo de campo realizado, aproximadamente 69 de los usuarios del acueducto que cuentan con una red de alcantarillado lo que configura una cobertura en la etapa de recolección y transporte para el año 2020 del 23,15%, que resulta como dato cercano a lo reportado por el DANE.

3.4.3 Energía eléctrica

El Servicio de energía eléctrica es prestado por CELSIA, tanto para la cabecera municipal como para la zona rural, con una red de distribución principal de 13200 V y redes secundarias de 440 V, 220 V y 34200 V como en otras regiones similares del Valle del Cauca, contando. con una cobertura actual muy cercana al 100%.

Comentado [PC6]: PSMV 2015

Figura 3-8. Cobertura servicio público de energía eléctrica a nivel municipal.



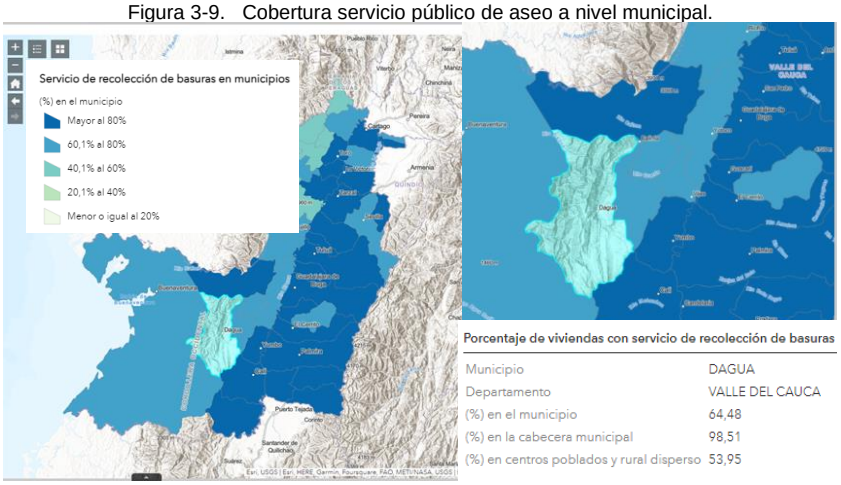
Fuente: adaptado de (DANE, 2018)

3.4.4 Aseo público

Comentado [PC7]: https://www.servintegrales.com.co/docs/rutas-dagua.pdf

El servicio de recolección de los residuos sólidos lo presta Dagua Limpia S.A. ESP, garantizando una cobertura del 100% para el casco urbano y una cobertura mayor al 90% para el corregimiento de Borrero Ayerbe, con una frecuencia de recolección de dos (2) veces por semana (martes y viernes), empleando vehículos recolectores con caja compactadora de 25 y 16 yardas cubicas o volqueta tipo KODIAK y servicio de barrido tres (3) veces por semana (lunes, miércoles y viernes) para el corregimiento de Borrero Ayerbe. Los residuos generados se disponen finalmente en el Relleno Sanitario Colomba El Guabal, en el municipio de Yotoco. El corregimiento de Borrero Ayerbe hace parte de la zona rural que cuenta con cobertura para el municipio a pesas de que en la zona rural del municipio no se cuenta con una cobertura amplia para este servicio como lo reporta el DANE (ver Figura 3-9).

Figura 3-9. Cobertura servicio público de aseo a nivel municipal.



Fuente: adaptado de (DANE, 2018).

4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1.1 Información organizacional

La Asociación Empresa Comunitaria De Acueducto De Borrero Ayerbe – E.C.A.S.P., con NIT 805.008.387-1, es la entidad encargada de prestar el servicio de acueducto al corregimiento de Borrero Ayerbe. E.C.A.S.P. es una empresa cuyos inicios se remontan al año 1997 con la constitución de la Asociación Empresa Comunitaria De Acueducto De Borrero Ayerbe – E.C.A.S.P., inscrita en Cámara de Comercio el 29 de julio de 1997, desde entonces, la entidad vela por el bienestar y la prestación de servicios públicos esenciales y complementarios. Para todo su sistema de producción de agua potable. En la Tabla 4-2 se presenta información institucional de la empresa prestadora del servicio de acueducto.

Tabla 4-1. Aspectos institucionales de la prestación del servicio de acueducto

DESCRIPCIÓN	ASPECTO INSTITUCIONAL
Razón social	Asociación Empresa Comunitaria De Acueducto De Borrero Ayerbe
Sigla	E.C.A.S.P.
NIT	805.008.387-1
Logo institucional	
Naturaleza jurídica	Privada-organización autorizada-prestador en área rural-empresa comunitaria
Tipo de empresa	Entidad sin ánimo de lucro
Participación accionaria	Privada 100%
Relación municipal de la empresa	Junta Administradora de Acueducto
ID RUPS	2155
Clasificación	Menor o igual a 2500 usuarios

Fuente: (SUI, 2016).

El corregimiento cuenta con un sistema de acueducto conformado por cuatro fuentes hídricas diferentes, cada captación cuenta con: bocatoma, aducción, tanque de almacenamiento y redes de distribución. El acueducto de Borrero Ayerbe cuenta con cinco tanques de almacenamiento, el tanque Quiebra Patas, tanque Bella Vista, tanque Baladustres, tanque Corea y tanque Aviador; el último corresponde a un sistema de almacenamiento regional, el cual abastece parte del centro poblado de Borrero Ayerbe y los corregimientos de El Carmen, Jiguales y El Hato.

Tabla 4-1. Distribución de usuarios del acueducto, Borrero Ayerbe, Dagua.

BARRIOS	No. Viviendas Proyectadas	Zona a la que pertenece
Brasilia	160	Regularización
Parnápolis	187	Consolidación y crecimiento
Como Sano	50	Perimetro Centro Poblado
Villa Salgar (Finca)	60	Por fuera
Villa Vanesa	170	Por fuera
Castillas	40	Perimetro Centro Poblado
Doña Isaura (El Mirador)	190	Consolidación y crecimiento
Bello Horizonte (Vía al	30	Por fuera

Comentado [PC8]: https://www.rues.org.co/Expediente

Comentado [PC9]: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/reporte?integration_masterreport=hdv_gen_001_public&formatting_chosenformat=Integrador&idreporte=hdv_gen_001_public&hdv_gen_001_public.empresa=2155&hdv_gen_001_public.topico=99&hdv_gen_001_public.servicio=1

Comentado [VCC10]: PSMV 2015

Carmen)		
Saad (Biblos)	100	Por fuera
Coliseo Tierras (El Tabor)	400	Por fuera
Siglo XXI	70	Regularización
Palmas	100	Regularización
Paquemas	140	Por fuera
Puerto Coco (Local)	70	Por fuera
Suscriptores proyectados	1767	
Suscriptores actuales	1900	
Suscriptores (2037)*	3667	

***Notas:**
- **Sistema de balance a 15 años suministrada por la empresa prestadora del servicio de acueducto.**
- **La información incluye población flotante.**
- **Ninguno de los barrios tiene sistema de alcantarillado.**
- **- Capacidad de la planta: 6,5 Lps para 5.000 o 6.000 viviendas.**

Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

4.1.2 Sistema de abastecimiento de agua

El acueducto cuenta con concesión de aguas para las captaciones de abastecimiento del corregimiento, el pago anual de esta concesión es de $1.200.000 De acuerdo con (Consorcio Consultoria zona 10, 2010), en las Tablas 4 y 5 se muestra la descripción de la red de captación de las fuentes y de conducción. En la zona del tanque el Aviador existe una planta de tratamiento compacta metálica, actualmente fuera de servicio, construida hace aproximadamente 20 años. Desde el tanque el Aviador se lleva una conducción hasta el tanque Bellavista que surte algunos barrios de Borrero Ayerbe y a su vez al tanque Baladustres que surte otros barrios. Durante el recorrido de la tubería desde las bocatomas hasta los tanques de Bellavista y Baladustre no hay ventosas ni purgas. Estos tanques surten a 1.100 suscriptores aproximadamente. De la captación del nacimiento en el barrio Corea se lleva al tanque de almacenamiento ubicado en el barrio Corea, este sistema de captación y almacenamiento es administrado por el señor Carlos Rivera, el cual también realiza el tratamiento de desinfección del agua.

Comentado [VCC11]: PSMV 2015

El cobro del servicio de agua para este sistema de distribución funciona de igual forma que los administrados por la ECASP. El señor Carlos Rivera informó a la presente consultoría que se espera un plan maestro de acueducto con la finalidad de unificar la administración del servicio en una sola empresa. Según la ECASP y la administración del tanque Corea, la forma de cobro en el centro poblado no es la mejor, ya que esta no permite un control del gasto del servicio y a su vez no es suficiente para la manutención y adecuaciones que necesita el acueducto; la ECASP esperar mejorar el cobro del servicio con la instalación de micromedidores para el control del consumo y el cobro del servicio.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

4.2.1 Manejo de aguas residuales domésticas – ARD y cobertura.

El corregimiento de Borrero Ayerbe cuenta con estudios y diseños adelantados por el CONSORCIO FEXARTE mediante contrato de consultoría No. 2000.13.04.005-2021 contratado con Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P., para el cuál se realizó investigación de las redes de alcantarillado existentes; en total se investigaron 122 cámaras; sin embargo, cabe mencionar que no fue posible investigar la totalidad de las cámaras que componen el sistema de alcantarillado, debido a limitaciones de campo relacionadas con el hecho de que 10 cámaras y 10 cajas se encontraron totalmente selladas con material rígido y 34 ocultas con

material de afirmado de la vía o concreto; estas cámaras representan el 43,44% del total de cámaras que conforman el alcantarillado del corregimiento de Borrero Ayerbe. El agua residual se recolecta y transporta hacia el sistema de tratamiento de agua residual existente, a través de tuberías de 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24 y 36 pulgadas de diámetro, en hormigón simple (HS), policloruro de vinilo (PVC) y Gres. Los resultados del análisis realizado se presentan en la Tabla 4-2.

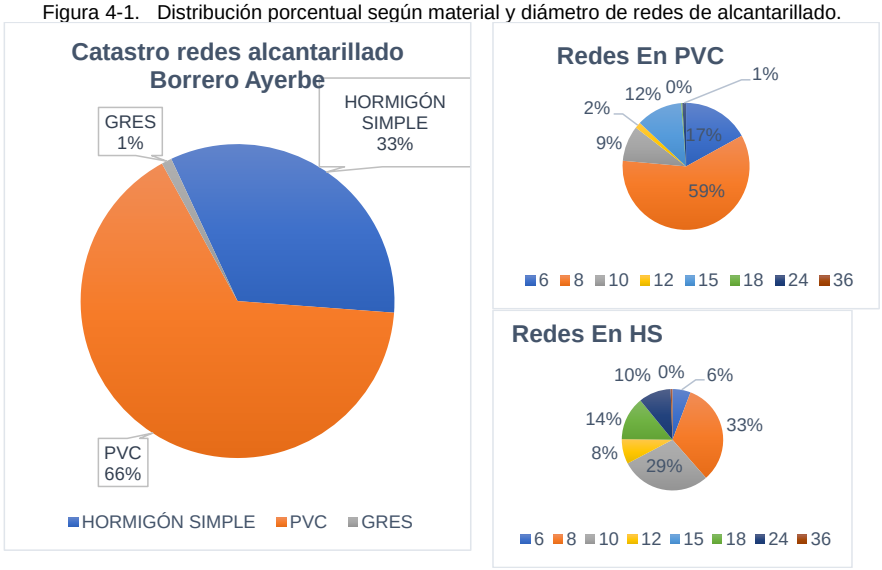
Tabla 4-2. Inventario de redes de alcantarillado existente, Borrero Ayerbe, Dagua.

DIÁMETRO	LONGITUDES DE TUBERÍA SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL				PORCENTAJE
(Pulg)	HORMIGÓN SIMPLE	PVC	GRES	TOTAL	(%)
6	106,72	613,03	58,72	778,47	14,12
8	604,11	2144,41	0,00	2748,51	49,86
10	530,52	326,50	0,00	857,02	15,55
12	146,19	55,68	0,00	201,87	3,66
15	-	423,90	0,00	423,90	7,69
18	256,83	10,67	0,00	267,50	4,85
24	190,26	34,38	0,00	224,64	4,07
36	10,99	-	0,00	10,99	0,20
TOTALES	1845,62	3608,57	58,72	5512,90	100,00
PORCENTAJE (%)	33,48	65,46	1,07	100	

Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

En la Figura 4-1 se presenta la distribución porcentual de redes de alcantarillado existentes en el corregimiento de Borrero Ayerbe desglosadas por material y por diámetro.

Figura 4-1. Distribución porcentual según material y diámetro de redes de alcantarillado.



Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

Con el desarrollo de los estudios y diseños que buscan solución de saneamiento para el Corregimiento de Borrero Ayerbe, se ha logrado, a través de la gerencia de la oficina de planeación, que defina y establezca unas pautas y criterios mínimos en términos de exigencias de planeación urbanísticas para lo cual se ha dividido el corregimiento en cuatro zonas de crecimiento, bien definidas y delimitadas, todo lo cual ha quedado establecido en el documento GPPI-0384-22 de fecha marzo 30 2022. El resumen de este importante y valioso documento establece las zonas para área nucleada del corregimiento de Borrero Ayerbe descritas a continuación e ilustradas en la Figura 4-2.

- **Sector 1**: Centro Poblado. Comprende los predios y suscriptores que se localizan al interior del centro poblado y claramente delimitado en la Figura 4-2. A esta zona le corresponde un área de 40,29 Ha y para una densidad de población máxima de 45 Viviendas por Hectárea, le corresponde un potencial total de desarrollo de 1.813 viviendas que, aplicándoles un valor de 5 habitantes por vivienda que incluye población flotante (cifra tomada del PSMV elaborado por la Vallecaucana de Aguas y aprobado por la CVC del año 2013) resulta en un total proyectado de 9.065 habitantes.

- **Sector 2**: De Consolidación y Crecimiento. Corresponde a las zonas de vivienda rural dispersa que se encuentran conectadas al Centro Poblado y claramente definida en la Figura 4-2. A este sector le corresponde un área total de 21,32 Ha, y en él están incluidos los siguientes subsectores con sus respectivas áreas:

  Subsector Parnápolis, con un área de 2,0 Ha,
  Subsector El Mirador, con un área de 2,7 Ha
  Subsector La Esmeralda, con un área de 15,88 Ha.
  Subsector Vía al Carmen, con un área de 0,89 Ha.

  Dado que, para este sector la oficina de planeación ha asignado un máximo de densidad poblacional de 25 Viviendas por Hectárea, la proyección total de viviendas de este sector será de 533 y aplicando el mismo criterio de habitantes por viviendas definido para el Centro Poblado, se obtiene un potencial de habitantes futuros para este sector de 2.665.

- **Sector 3**: De Regularización. La respuesta dada por la oficina de planeación del municipio de Dagua establece textualmente que: “Las zonas catalogadas como de REGULARIZACIÓN, deben corresponder únicamente a las edificaciones existentes, sin considerar crecimientos adicionales o desarrollos futuros que atenten contra la estructura ecológica presente en el territorio” Subrayado y negrilla fuera de texto.

  Este sector de Regularización ha quedado bien definido en la Figura 4-2 y que pasado o trasladado al plano topográfico y de aerofotografía realizada por el CONSORCIO FEXARTE resulta en un área total de 59,24 Ha. Igualmente y con base en el plano detallado de ortofoto, se pudo contar una a una el número total de viviendas allí existentes que ha resultado en un valor de 497. Aplicando el mismo parámetro de 5 habitantes por vivienda definido previamente, este sector resulta en una población total de 2.485 habitantes. Dado que se ha establecido en la respuesta de la oficina de planeación que a este sector no se le permitirá más crecimiento, sino que se establecerá una política de “regularización” de las viviendas allí establecidas, la población máxima será precisamente este mismo valor de viviendas existentes a las cuales le corresponde una población de 2.485 habitantes.

Según los análisis presentados anteriormente, la cobertura actual para el corregimiento de Borrero Ayerbe y por cada sector analizado se presenta en la Tabla 4-3.

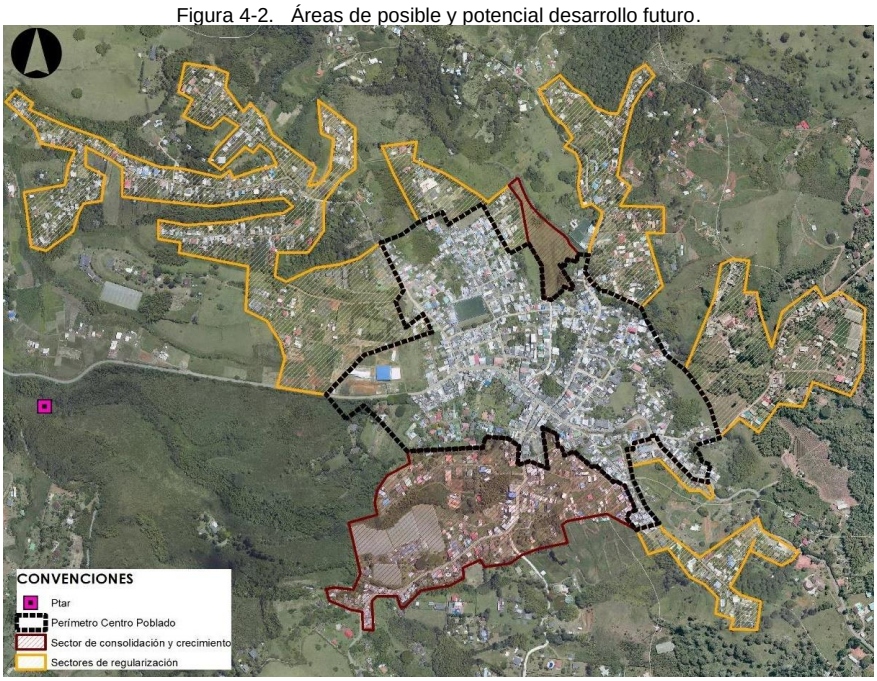
Tabla 4-3. Cobertura del sistema de alcantarillado de Borrero Ayerbe.

Sector	Longitud (m)	Longitud zonas sin alcantarillado (m)	Cobertura (%)
Centro Poblado	5.514	5.010	52,39
De consolidación y crecimiento	732,21	1.497,08	32,84
De regularización	262,93	5.302,52	4,72

Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

En resumen, las tres zonas o sectores de desarrollo establecidas por el municipio de Dagua a través de la oficina de planeación tendrán un potencial de desarrollo total de 14.215 habitantes, los cuales se consideran que corresponden a la población futura para un período de diseño de 25 años.

Figura 4-2. Áreas de posible y potencial desarrollo futuro.



Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

4.2.2 Alternativas planteadas como solución de alcantarillado.

El Consorcio FEXARTE formula alternativas de solución para las redes de alcantarillado del corregimiento de Borrero Ayerbe en el estudio realizado tal como lo exige la normatividad que regula el sector agua potable y saneamiento básico – APSB. Este sistema fue evaluado en dos tiempos: en tiempo seco (sin precipitaciones) y en tiempo de lluvia.

Dado que el sistema cuenta con sumideros, se tuvo en cuenta para la evaluación la incidencia del transporte de agua lluvia, se consideró el hecho de que no todo el sistema funciona como alcantarillado combinado, sino únicamente los tramos con aporte directo e incidencia de agua lluvia a través de los sumideros existentes. De acuerdo con lo anterior, se presenta el funcionamiento del sistema de alcantarillado existente, bajo los dos escenarios que se describen a continuación.

- **Escenario No.1**: evaluación considerando que el sistema funciona como uno netamente sanitario, con transporte del caudal de agua residual municipal más los aportes de infiltración y conexiones erradas para condiciones actuales, es decir con el caudal total determinado para el año 2022 (Escenario 1A) y para el año 2047 (Escenario 1B).
- **Escenario No. 2**: evaluación considerando los mismos aportes del escenario No. 1 más el caudal de agua lluvia proveniente de los sumideros conectados al alcantarillado sanitario, ambos evaluados para condiciones actuales (año 2022). Para la determinación del caudal pluvial máximo que ingresa al sistema de alcantarillado se asumió que las tuberías de conexión de los sumideros están instaladas con una pendiente de 2%, que corresponde a la pendiente mínima que establece el Decreto 0330 de 2017 en su Artículo 156.

- **Escenario No. 3**: evaluación considerando los mismos aportes del escenario No. 1 más el caudal de agua lluvia con base en las curvas IDF del municipio de Dagua, teniendo en cuenta únicamente el aporte que puede realizarse al sistema a través de los sumideros existentes, para la situación actual y futura.

De acuerdo con la evaluación realizada al sistema de alcantarillado a partir del catastro de las redes de alcantarillado, se puede inferir o se llega a las conclusiones siguientes:

a) De acuerdo con la investigación llevada a cabo por la comisión de topografía, el 92,02% de las redes de alcantarillado se encuentran en buen estado, el 5,85% presentaba sedimentos y el 2,13% se encuentra en estado regular.

b) El corregimiento de Borrero Ayerbe presenta una baja cobertura en su sistema de alcantarillado, definida de la siguiente manera:
   i. Centro poblado: 52,39%.
   ii. De consolidación y crecimiento: 32,84%.
   iii. De regularización: 4,72%.

c) De acuerdo con la evaluación llevada a cabo, se puede inferir que el sistema funciona muy bien como alcantarillado sanitario, la mayoría de los tramos tienen buena capacidad para el transporte de agua residual, de aportes de conexiones erradas e infiltración, y también tiene capacidad para transportar la carga pluvial que ingresa por los sumideros de acuerdo con las curvas IDF. No obstante, en el sector de La Lagunita presentan inundaciones según lo indicado por la comunidad, inundaciones que se presentan debido a que en esa zona se presenta un nivel freático alto (evidenciado durante las visitas de campo) lo cual genera que el sistema de alcantarillado permanezca lleno con aguas de infiltración, lo cual imposibilita el transporte del caudal pluvial por el sistema cuando se presentan precipitaciones.

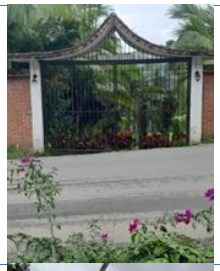
d) El sistema presenta problemas de capacidad hidráulica en dos tramos en que opera como semicombinado (mixto), los cuales suman 40,34 metros en diámetro de 6”, con pendiente promedio de 0,55% y representan el 1,1% del total de redes de alcantarillado

de la cabecera municipal.

4.2.3 Usuarios No Conectados (UNC)

El corregimiento de Borrero Ayerbe cuenta con redes de alcantarillado en algunas zonas, básicamente en el centro poblado con la mayor cobertura, superando levemente el 50% y los demás sectores que cuentan con menor cobertura, con usuarios para los que no se evidencia claramente su solución de saneamiento y por ende, es donde se concentran la mayoría de UNC. En la Tabla 4-4 se presentan las viviendas consideradas como UNC con su localización respectiva, imagen y descripción.

Tabla 4-4. Usuarios No conectados identificados en el Corregimiento de Borrero Ayerbe.

UNC	COORDENADAS NORTE	COORDENADAS ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
1	886925,857	1048643,34		Se evidencia que en la estación de servicios PRIMAX del sector de lucerito del corregimiento de borrero Ayerbe. No cuenta conectado al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo séptico.
2	886428,285	1048507,14		Se evidencia sector de lucerito del corregimiento de borrero Ayerbe diagonal a PRIMAX finca las mañanitas. No cuenta con conexión al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo séptico.
3	886535,178	1048423,53		Se evidencia sector de lucerito del corregimiento borrero Ayerbe casa de color blanco de un piso. No cuenta con conexión al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
4	887131,375	1048763,02		Se evidencia sector de ambichinte del corregimiento borrero Ayerbe finca de color blanco frente al él edén. No cuenta con conexión al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo séptico.
5	887115,552	1048741,58		Se evidencia sector de ambichinte del corregimiento borrero Ayerbe finca el edén. No cuenta con conexión al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo colectivo.
6	887097,851	1048725,37		Se evidencia sector ambichinte del corregimiento borrero Ayerbe finca campeche. No cuenta con conexión al servicio de alcantarillado, sin embargo, cuenta con pozo colectivo.
7	886824,599	1048716,5		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. Vivienda de un piso en construcción cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
8	886825,702	1048710,17		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. Vivienda de un piso construida de color rojo cuenta con pozo séptico.
9	886829,787	1048696,61		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. Vivienda de un piso construida de color rojo cuenta con pozo séptico.
10	886834,322	1048699,94		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda llamada Villa Lucia de un piso construida de color rojo cuenta con pozo séptico.
11	886889,95	1048710,58		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de dos pisos cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
12	886880,548	1048704,14		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de dos pisos cuenta con pozo séptico.
13	886861,416	1048702,26		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso cuenta con pozo séptico.
14	886849,563	1048657,82		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de un piso color blanca cuenta con pozo séptico.
15	886842,151	1048652,71		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
16	886844,904	1048629,16		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso cuenta con pozo séptico.
17	886925,75	1048651,23		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda de un piso color azul cuenta con pozo séptico.
18	886411,254	1048505,7		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda de un piso color blanca cuenta con pozo séptico.
19	886914,578	1048643,01		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda de dos pisos color rojo cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
20	886894,782	1048639,58		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso cuenta con pozo séptico.
21	886884,384	1048632,7		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda de un piso color rojo cuenta con pozo séptico.
22	886860,716	1048626,37		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso cuenta con pozo séptico.
23	886813,158	1048608,51		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. Vivienda de un piso fundación Harold Lasso vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
24	886850,292	1048564,49		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.
25	886882,694	1048568,03		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda en construcción de un piso vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.
26	886904,151	1048575,47		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de un piso vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.
27	886917,756	1048584,24		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de un piso color blanco vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.

UNC	COORDENADAS NORTE	ESTE	FOTO	DESCRIPCIÓN
28	886898,508	1048569,69		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de un piso color blanco vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.
29	886886,341	1048563,7		Se evidencia que en el sector el vergel del corregimiento de borrero Ayerbe condominio las palmas. vivienda construida de un piso vertimiento a la quebrada ambichinte cuenta con pozo séptico.

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

4.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

4.3.1 Predio identificado para localización de la PTARD

El lote de la PTAR fue adquirido por el municipio, con un área total de 2,13 Ha (ver Figura 4-3).

Figura 4-3. Predio identificado para localización PTARD.



Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

No obstante, el área neta disponible ha sido afectada por diversos factores, los cuales se mencionan a continuación:

a) Franja de 30 metros de protección de la ribera del río Dagua: 0,81 Ha.
b) Área con altas pendientes 1: 0,55 Ha.
c) Área con altas pendientes 2: 0,61 Ha.
d) Área disponible EBAR: 0,1 Ha.
e) Área con menor pendiente: 0,06 Ha.

4.3.2 Alternativas planteadas para tratamiento de aguas residuales domésticas

Se evaluaron tres (3) alternativas de tratamiento en términos técnicos, operativos, económicos y ambientales, las cuales se presentan en la Tabla 4-5. Las tres alternativas tienen un tratamiento preliminar consistente en cribado grueso, medio y fino, más dos líneas de desarenación convencional. Con base en el planteamiento de alternativas presentado previamente en la Tabla 4-5, a continuación, se exponen los aspectos para la evaluación multicriterio que establece la norma.

I. Inversión inicial
II. Área total de ocupación
III. Ambiental
IV. Operación y mantenimiento
V. Social e institucional
VI. Vulnerabilidad y riesgo

Partiendo de estos seis (6) aspectos, se definió la tecnología de tratamiento que mejor responda a las condiciones técnicas, económicas y sociales de la zona de estudio, de manera que este tenga un adecuado funcionamiento, sin limitaciones de operación y sostenimiento del sistema a futuro.

Tabla 4-5. Alternativas formuladas para evaluación de PTARD.

Alternativa de	Unidades y/o	Unidades comunes

tratamiento	procesos principales	
1	UASB + Filtro percolador	i. Tratamiento preliminar con cribado grueso, medio y fino, desarenador convencional. ii. Lechos de secado
2	Zanjón de oxidación + Biodigestor de lodos	
3	Tanque séptico + FAFA	

Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

El análisis de alternativas, realizado por la consultoría Consorcio FEXARTE y presentado a continuación, plantea, analiza, y evalúa integralmente las alternativas de solución al problema de saneamiento básico (vertimientos sobre fuentes superficiales) para el corregimiento de Borrero Ayerbe.

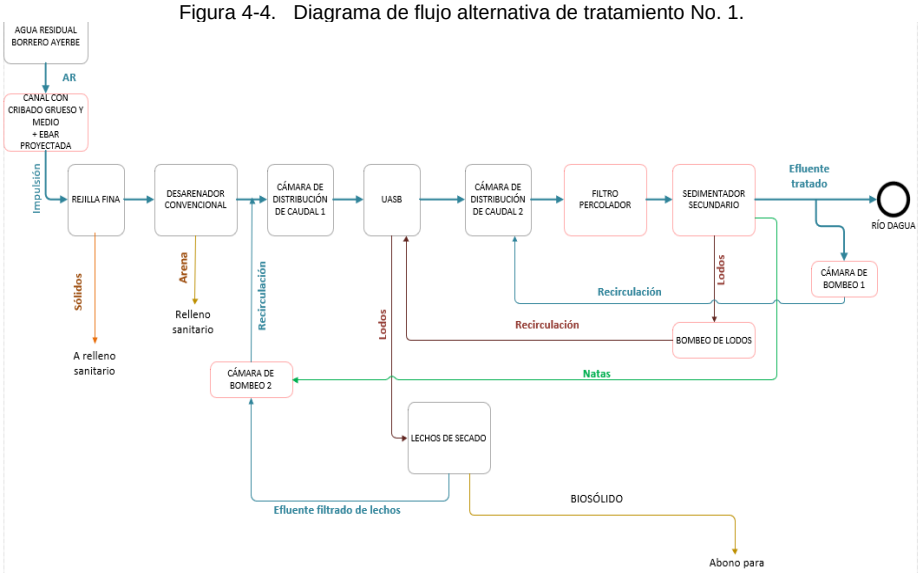
Tabla 4-6. Resumen de evaluación integral de alternativas PTARD.

ASPECTO	VALOR PONDERADO	ALT. 1 (UASB + FP + SS)	ALT. 2 (ZANJÓN OXI + SS)	ALT. 3 (TS + FAFA)
ÁREA TOTAL DE OCUPACIÓN	20%	100	50	28
AMBIENTAL	15%	100	95	76
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	35%	62	41	100
INVERSIÓN INICIAL	10%	100	36	98
SOCIAL E INSTITUCIONAL	10%	90	77	100
VULNERABILIDAD Y RIESGO	10%	87	77	100
CALIFICACIÓN TOTAL	**100%**	**84**	**57**	**82**

Fuente: Adaptado de (CONSORCIO FEXARTE, 2023) por ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

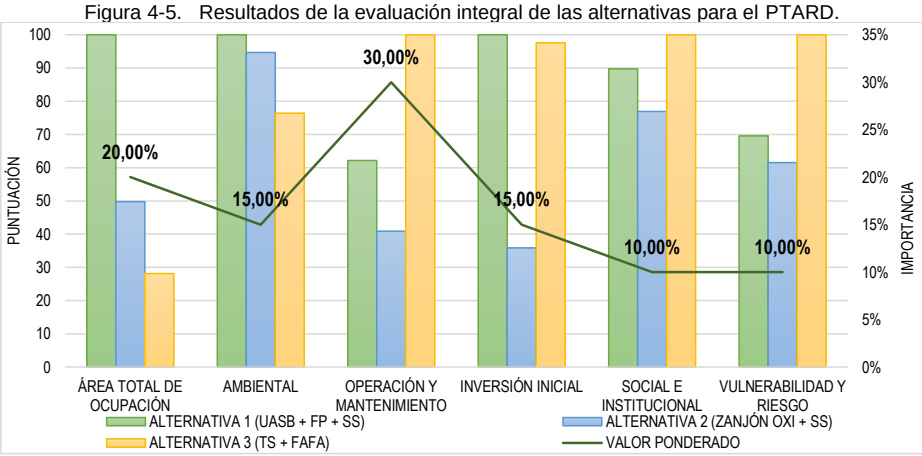
De acuerdo con los resultados presentados, la alternativa más conveniente es la ALTERNATIVA No. 1, correspondiente al tren de tratamiento consistente en cribado grueso, medio y fino + desarenador convencional + UASB + Filtro Percolador + sedimentador secundario.

Figura 4-4. Diagrama de flujo alternativa de tratamiento No. 1.



Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

Figura 4-5. Resultados de la evaluación integral de las alternativas para el PTARD.



Fuente: (CONSORCIO FEXARTE, 2023).

4.4 VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

El Decreto 3100 (MAVDT , 2003) define un vertimiento como “cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales", y a su vez define que un vertimiento puntual es “aquel vertimiento realizado en un punto fijo, directamente o a través de un canal, al recurso.” En este documento se hará referencia a dos (2) tipos de vertimientos puntuales, los cuales fueron identificados durante la visita de campo:

Comentado [VCC12]: PSMV 2015

1. Vertimiento puntual colectivo (VPC): Hace referencia a descargas provenientes de más de 25 usuarios de alcantarillado en el corregimiento Borrero Ayerbe.
2. Vertimiento puntual directo (VPD): Proveniente de una vivienda o grupo pequeño de viviendas (máximo 25 viviendas) que unieron tuberías provisionalmente y descargan al recurso hídrico.

A partir de la salida de campo se pudo identificar al río Dagua y la quebrada Ambichinte como fuentes receptoras de vertimientos, de los cuales seis (6) vertimientos son colectivos y cuarenta y cuatro (44) vertimientos son puntuales directos.

Las fichas de campo de estos puntos se incluyen en el Anexo 7.

4.4.1 Vertimientos puntuales colectivos (VPC)

Comentado [VCC13]: PSMV 2015

Para determinar el número de VPC de aguas residuales generadas en el corregimiento Borrero Ayerbe, se realizó una inspección en campo del sistema de alcantarillado recorriendo las fuentes receptoras y georrererenciando cada VPC encontrado. De esta forma, el sistema actual de la red de alcantarillado genera seis (6) vertimientos puntuales colectivos (VPC) de ARD, encontrando en la quebrada Ambichinte dos (2) VPC, directas al suelo tres (3) VPC y en

la acequia Villas del Rosario se encontró un (1) VPC, tal como se describe en la Tabla 7, en la Fotografía 3 y en el Anexo C.

Tabla 4-7. Vertimiento puntual colectivo identificado en Borrero Ayerbe.

VPC	No. PUNTO(a)	COORDENADAS(b)		FUENTE RECEPTORA	OBSERVACIONES
1	VPC1 A	X	1.048.486,433	Quebrada Ambichinte	Vertimiento puntual colectivo sector la bomba PRIMAX corregimiento Borrero Ayerbe. Total, número de viviendas conectadas vierten sus aguas al PY1, donde a través de un vertedero ambichinte 10 viviendas en el lote PY1(mezcla sus aguas con el afime y unen sus aguas, con la tubería sobrante del afime
		Y	886.510,216		
		Elev	1.415,48		
2	VPC2 G	X	1.048.047,128	Quebrada Ambichinte	Se evidencia en el corregimiento de borrero Ayerbe sector Parnápolis, vierten en la quebrada Ambichinte conectada barrio Corea parte baja, barrio corea parte baja sector ancianato
		Y	887.112,311		
		Elev	1.353,88		
3	VPC3 B	X	1.048.025,591	Quebrada Ambichinte	Se evidencia en el corregimiento de borrero Ayerbe sector las vegas tubo de 6 pulgadas.
		Y	887.144,956		
		Elev	1.351,00		
4	VPC4 D	X	1.047.870,046	Zanjón con posterior entrega a Rio Dagua	Caja inicial de tubería comunitaria por vía Telecom hacia vpc4, esta tubería recoge un total de 10 casas hacia el vpc44.
		Y	886.562,821		
		Elev	1.363,881		
5	VPC5	X	1.386.609,14774	Zanjón con posterior entrega a Rio Dagua	Esta descarga recoge las descargas del barrio centro de Borrero.
		Y	891.708,803.444		
		Elev	1.488,524.292		

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA.,2023.
(a) Secuencia de puntos en las Fichas levantadas en campo (Ver Anexo 7).
(b) Sistema de referencia Magna Colombia oeste.

4.4.2 Caracterización de vertimientos

La caracterización de aguas residuales domésticas se contrató con el laboratorio HIDROLAB COLOMBIA LTDA., identificado con NIT 800.038.601-3, certificado mediante resolución 2242 de 10 de octubre de 2022 dada por el IDEAM, cuya labor de toma de muestras fue realizada el día 29 de agosto de 2023. En visita previa se determinó realizar la toma de muestras en los vertimientos puntuales colectivos que presentan un caudal representativo por ser constante durante el día (ver Foto 4-1). Se realizó toma de muestras también en las fuentes receptoras.

Foto 4-1. Caracterización de vertimientos realizado en VPC2 y VPC3.



Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

El estudio de caracterización de vertimientos líquidos se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos en la Resolución 0631 de 2015, Capítulo V "ARD y de las aguas residuales (ARD-ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales". Los resultados se presentan en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Resultados caracterización de vertimientos VCP 2 y VPC 3.

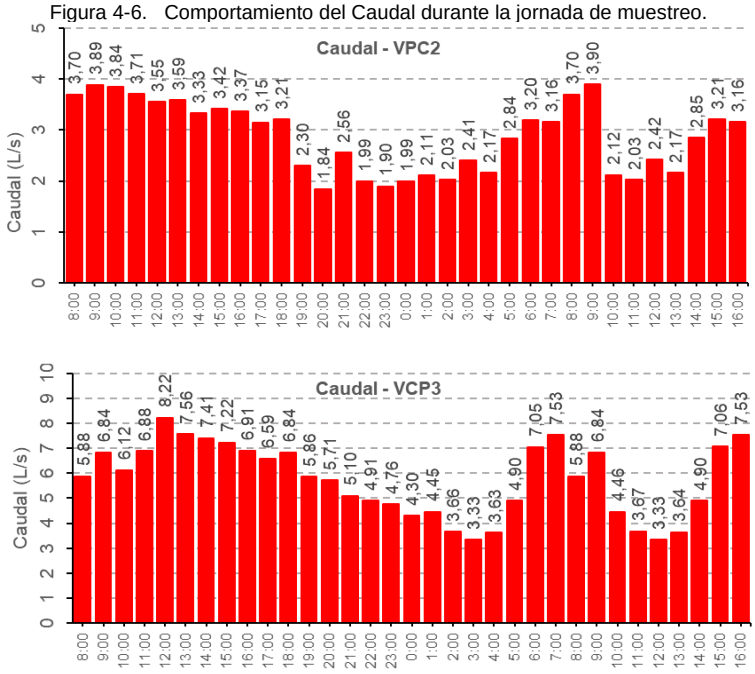
Parámetro	Unidades	Resultados	
		VPC 2	VPC 3
Aceites y Grasas	mg/L	2,44	3,58
Conductividad	Us/cm	82,8	461
DBO (5 días)	mg/L	290	127
DQO	mg/L	545	231
Fosforo Total	mg/L P	2,3	1,4
Fósforo reactivo disuelto	mg/L P	1,1	< 1
Hidrocarburos totales	mg/L	< 0,5	1,02
Nitrato	mg/L $N\text{-}NO_3$	2,7	3,1
Nitrito	mg/L $N\text{-}NO_2$	< 0,01	< 0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	14,3	11
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L N	62,8	32

Parámetro	Unidades	Resultados	
		VPC 2	VPC 3
pH	Und pH	7,00	6,84
Sólidos sedimentables	ml/L	4,8	0,8
Sólidos suspendidos totales	mg/L	144	26
Surfactantes aniónicos	mg/L	3,6	3,2
Caudal	L/s	3,6	5,9
Nitrógeno Total	mg/L N	65,5	35,1
Temperatura	°C	21,8	20,91
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	2.300	1.600
Coliformes Totales	NMP/100 ml	4.500	2.300

Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

En la Figura 4-6 se presenta el comportamiento del caudal durante la jornada de muestreo para el VCP2 y VPC3. El VPC2 con un caudal en rango entre los 2 y 3,9 L/s, y el VPC3 con caudal superiora 3 L/s y 7 L/s con sus registros máximos típicos en horas de la mañana.

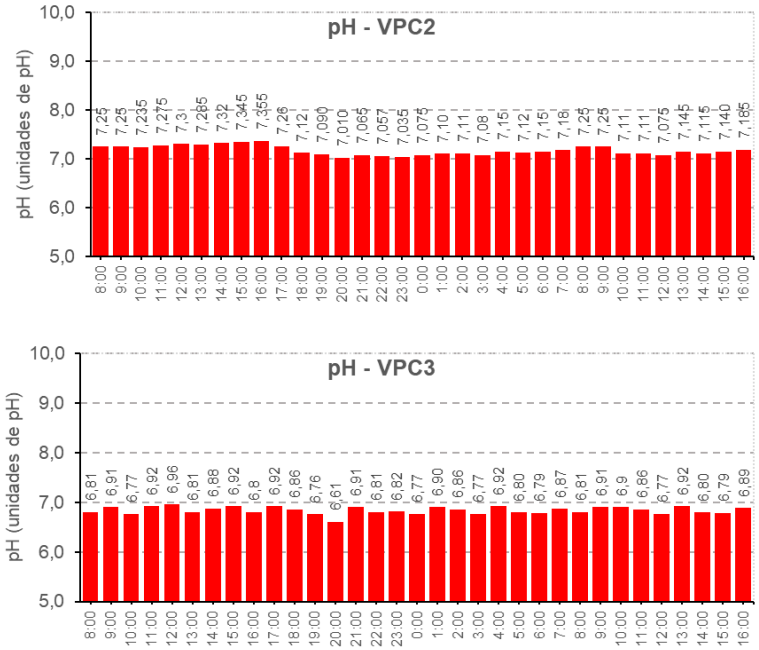
Figura 4-6. Comportamiento del Caudal durante la jornada de muestreo.



Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

En la Figura 4-7 se presenta el comportamiento del pH durante la jornada de muestreo de 32 horas. Nótese que la tendencia del pH se puede considerar constante oscilando entre las siete unidades de pH con el VPC 2 por encima de este valor y el VPC3 por debajo.

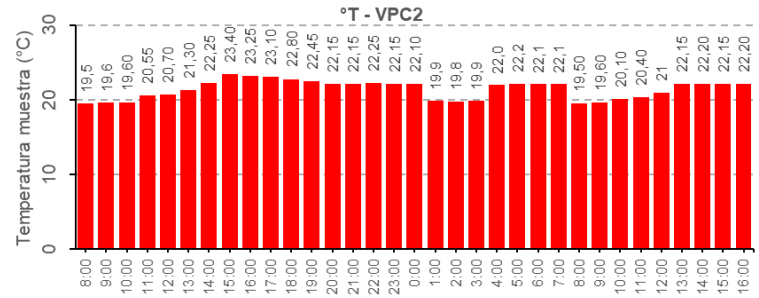
Figura 4-7. Comportamiento del pH durante la jornada de muestreo.

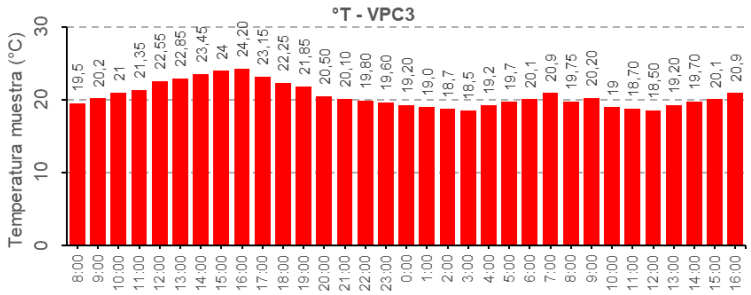


Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

La Figura 4-8 representa el comportamiento de la temperatura durante la jornada de muestreo en grados Celsius. Respecto a la temperatura se evidencia un comportamiento típico de esa zona de departamento del Valle del Cauca y presentan una tendencia constante entre los 19°C y los 24°C. Se evidencia como los datos obtenidos para ambos VPC guardan similitud y por ende, coherencia en el registro de los datos.

Figura 4-8. Comportamiento de la temperatura durante la jornada de muestreo.





Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

4.5 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

Para la asignación de caudales se recurrió a los métodos de cálculo establecidos por el RAS en la resolución 0330 de 2017, Articulo 43 y la Resolución modificatoria 0799 de 2021 (MVCT, 2021). Se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la Tabla 4-9. El corregimiento de Borrero Ayerbe está en el rango correspondiente a los 130 L/hab-día.

Tabla 4-9. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DIA)
>2000 m.s.n.m.	120
1000 – 2000 m.s.n.m.	130
<1000 m.s.n.m.	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017; Artículo 43.

4.5.1 Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D)

Para el cálculo de este parámetro se utilizó la ecuación descrita por la resolución 0330 de 2017, articulo 134 de la Res. 0330 de 2017, modificado por la Res. 0799 de 2021.

$$Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86.400}$$

Dónde:
D_{NETA}: dotación neta igual a 130 L/hab-día para la localización del corregimiento de Borrero Ayerbe (Resolución 0330 de 2017).
P: población atendida.
C_R: coeficiente de retorno (0,85).

$$Q_D = \frac{(0{,}85) \times 9.654\ hab \times 130\ {}^{L}/_{hab\text{-}día}}{86.400} = 12{,}35\ {}^{L}/_{s}$$

4.5.2 Caudal Industrial (Q_I)

Si bien en corregimiento existen actividades de tipo industrial de reconocido nombre cuyos productos son comercializados a nivel regional y nacional, cuentan con sistemas propios que

nos están relacionados, ni lo estará, de ninguna manera con el sistema que se proyecte para el centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe; por esto no se consideran aportes industriales.

4.5.3 Caudal institucionales (Q_{IN})

El corregimiento Borrero Ayerbe cuenta con la Institución Educativa Borrero Ayerbe, en la cual se ofrecen los grados escolares de preescolar, primaria y secundaria, en las jornadas mañana y tarde; adicionalmente se encuentran la Escuela Nueva Educación Tradicional Cafam la cual es de calendario B y el Centro Educativo Bella Vista. Para los predios institucionales se calcula el mismo caudal de dotación y en total existe la institución educativa La Libertad y la junta de acción comunal, los aportes serán:

$$Q_{Inst} = (3\,instituciones) \times \left(0{,}25\,{}^{L}\!/_{s\text{-}inst}\right) = 0{,}75\,L/s$$

4.5.4 Caudal comercial (Q_C)

Para los predios comerciales se calcula el mismo caudal de dotación y se consideró el perfil del municipio de Dagua para comportamiento de comercios que, según DANE, es del 7.9% y contando con un área del centro poblado de 40,38 Ha, el aporte será:

$$Q_{Com} = (40{,}38\,Ha) \times (7{,}9\%) \times \left(0{,}20\ {}^{L}\!/_{s\text{-}Ha}\right) = 0{,}638\,L/s$$

4.5.5 Caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD})

Se debe calcular el caudal medio diario de aguas residuales como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales, institucionales y otros.

$$Q_{md} = Q_{Ind} + Q_{Inst} + Q_{Com} + Q_d$$

$$Q_{md} = 12{,}35\,L/s + 0{,}75\,L/s + 0{,}638\,L/s = 13{,}74\,L/s$$

4.5.6 Factor de mayoración

El factor de mayoración debe calcularse, hasta donde sea posible, haciendo uso de mediciones de campo, en donde se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población y la medición de los caudales en las horas de mayor consumo (MVCT, 2017). Para el caso del corregimiento de Borrero Ayerbe se utiliza la ecuación de Gaines aplicable para rangos de caudal medio 0,28 L/s hasta 4250 L/s.

$$F = \frac{3{,}114}{Q_{md}^{\,0{,}062}} = \frac{3{,}114}{\left(13{,}74\,{}^{L}\!/_{s}\right)^{0{,}062}} = 2{,}647$$

4.5.7 Infiltraciones

El caudal por infiltración corresponde al caudal que se infiltra al sistema de alcantarillado a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, las estructuras de los pozos de inspección, cajas de paso y terminales de limpieza; su valor depende del coeficiente de infiltración adoptado para el sistema de alcantarillado y su área de influencia. La Resolución 0330 de 2017 establece que debe utilizarse como factor de infiltración un valor entre 0,10 y 0,30 L/s-ha. Considerando que el proyecto será nuevo donde se tendrán en cuenta todas las condiciones y precauciones para mantener la hermeticidad del alcantarillado evitando el ingreso de aguas freáticas al sistema, además de llevar la construcción y adecuación de las vías del corregimiento, se adoptará un coeficiente de infiltración de 0,10 L/s-ha. El polígono correspondiente a las vías para el corregimiento de Borrero Ayerbe es 21,17 Ha, dato que fue calculado basado en la topografía existente.

$$Q_{INF} = 0{,}10 \frac{L}{s\text{-}Ha} \times 21{,}17\ Ha = 2{,}117\ L/s$$

4.5.8 Conexiones erradas

El caudal por conexiones erradas tiene en cuenta los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, además del aporte de agua residual que no se encuentra planificada ingrese al sistema. Para la determinación de este caudal se utiliza un factor de 0,20 L/s-ha el cual se encuentra en el rango estipulado en la Resolución 0330 de 2017. Empleando la siguiente expresión se calcula el caudal de conexiones erradas.

$$Q_{CE} = 0{,}20 \frac{L}{s\text{-}Ha} \times 21{,}17\ Ha = 4{,}234\ L/s$$

El caudal a considerar para proyecciones será de 42,72 L/s.

4.6 CÁLCULO DE CARGAS GENERADAS

Se entiende por Carga Contaminante, el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia, elemento o parámetro contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día y se expresa en Kg/día:

$$CC = Q \cdot C \cdot 0{,}0036 \cdot t$$

Dónde:
Cc: Carga contaminante (Kg/día)
Q: Caudal (L/s)
C: Concentración sustancia contaminante (mg/L)
t: tiempo de vertimiento del usuario en horas por día (h)
0,0036: factor de conversión de unidades (mg/s a Kg/h)

4.6.1 Carga per cápita

La resolución 0330 de 2017 en el artículo 169, establece la línea base para la caracterización del agua cruda. Se entiende como línea base para considerar que una agua residual posee características típicas domésticas aquellas que tengan los siguientes valores de aportes per cápita y se presentan en la Tabla 4-10:

Tabla 4-10. Aportes per cápita para aguas residuales domésticas

PARÁMETRO	INTERVALO	VALOR SUGERIDO
DBO_5 días, 20°C, g/hab/día	25 – 80	50
Sólidos en suspensión, g/hab/día	30 – 100	50
NH3-N como N, g/hab/día	7.4 – 11	8.4
N Kjeldahl total como N, g/hab/día	9.3 – 13.7	12.0
Coliformes totales, #/hab/dia	$2x10^8$ – $2x10^{11}$	2 $x10^{11}$

Fuente: Tabla 24. Art. 169. Res. 0330 de 2017.

El cálculo de la carga per cápita se desarrolló teniendo en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos y los caudales medidos por el laboratorio en el denominado VPC 2 que corresponde a la población de Brasilia con 160 usuarios y 560 habitantes y para el VPC 3 que corresponde a la población para el sector Parnápolis que cuenta con 187 usuarios y un estimado de 655 habitantes según la densidad de vivienda DANE (ver Tabla 4-1). A continuación, en la Tabla 4-11 y en la Tabla 4-12 se muestran los resultados de concentración obtenidos en la caracterización y la estimación de las cargas contaminantes para cada uno de los puntos de vertimientos que fue posible obtener registro.

Tabla 4-11. Estimación de cargas contaminantes a partir de análisis de aguas residuales, VPC2.

Parámetro	Concentración [(a)] (mg/L)	Caudal [(b)] (L/s)	Carga contaminante (Kg/día)
DBO	290	3,6	90,20
DQO	545		169,52
SST	144		44,79

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.
(a) y (b). Resultados caracterización 2023, HIDROLAB COLOMBIA LTDA.

Tabla 4-12. Estimación de cargas contaminantes a partir de análisis de aguas residuales, VPC3.

Parámetro	Concentración [(a)] (mg/L)	Caudal [(b)] (L/s)	Carga contaminante (Kg/día)
DBO	127	5,9	39,50
DQO	231		71,85
SST	26		8,09

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.
(a) y (b). Resultados caracterización 2023, HIDROLAB COLOMBIA LTDA.

Según estas condiciones, se realizan los cálculos y se presentan los resultados en la Tabla 4-13 para el VPC 2 y en la Tabla 4-14 para el VPC 3. Para el caso del VPC 2 se observa que el valor obtenido se sale de la línea base establecida para aguas residuales con un valor de dos veces el máximo establecido; sin embargo, para solidos suspendidos totales si se encuentra dentro del rango. Esto puede ser porque el sector no presenta la densidad de habitantes frecuente para la zona rural del municipio de Dagua, anotando también que el corregimiento cuenta con visitantes temporales asociado al turismo de la zona.

Los resultados obtenidos para el VPC 3 evidencian unos rangos más acorde con lo

recomendado en el reglamento técnico del sector APSB, pero difieren de lo analizado para el VPC 2, específicamente en los resultados de solidos suspendidos. Se utilizarán, para efectos de proyección de cargas, los valores de los máximos obtenidos en los VPC analizados y que estén dentro del rango recomendado por el reglamento; esto a fin de no considerar sesgos asociados a comportamientos momentáneos de la toma de muestras. Cabe anotar que, la fecha de toma de muestras se realizó en periodo seco (mes de agosto de 2023).

Tabla 4-13. Estimación de aportes per cápita según caracterización en el VPC 2 (Ago/23).

Tipo	Población	Parámetro	Carga contaminante (Kg/día)	Carga per cápita (Kg/hab-día)
Residencial	560	DBO	90,20	0,161
		DQO	169,52	0,303
		SST	44,79	0,080

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA.

Tabla 4-14. Estimación de aportes per cápita según caracterización en el VPC 3 (Ago/23).

Tipo	Población	Parámetro	Carga contaminante (Kg/día)	Carga per cápita (Kg/hab-día)
Residencial	655	DBO	39,50	0,060
		DQO	71,85	0,110
		SST	8,09	0,012

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA.

4.6.2 Carga total (CT)

En la Tabla 4-15 se presenta el cálculo del total de cargas generadas esperada para el corregimiento de Borrero Ayerbe para el año 2023. Cabe mencionar que no se considera la carga tratada dada la inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Tabla 4-15. Total de Cargas generadas presuntivas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.

Población (hab)[a]	Parámetro	Carga unitaria (Kg/hab-día)[b]	Cargas totales en cada etapa (Kg/día)			
			Generada	Transportada	Tratada	Vertida
1.096	DBO_5	0,050	54,8	10,96	0	10,96
	SST	0,050	54,8	10,96	0	10,96

Notas: (a) Población estimada año 2023; (b) Valores sugeridos Res. 0330 de 2017.
Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

4.6.3 Proyección de cargas contaminantes

Para realizar la proyección de cargas se usó el aporte per cápita recomendado como línea base para considerar aguas residuales de tipo doméstico de la Resolución 0330 de 2017. Los resultados se presentan en la Tabla 4-16. Es claro que la información obtenida será un escenario presuntivo que justifica y fundamenta la necesidad de construir el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales y mejorar la cobertura del servicio de alcantarillado, para lograr la descontaminación de la fuente receptora en específico y cumplir con la normativa.

Tabla 4-16. Proyección de cargas contaminantes esperadas.

Año	Población Residencial	Dotación (L/hab-día)	Caudal L/s	Aporte per cápita (Kg/hab-día)	Carga Contaminante DBO5 (Kg/día)	SST (Kg/día)	DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
2023	9.654	130,00	12,35	0,060 para DBO	579,26	579,26	211.429	211.429
2024	9.811		12,55		588,66	588,66	214.862	214.862
2025	9.970		12,75		598,22	598,22	218.352	218.352
2026	10.132		12,96		607,94	607,94	221.898	221.898
2027	10.297		13,17		617,81	617,81	225.501	225.501
2028	10.464		13,38		627,85	627,85	229.164	229.164
2029	10.634		13,60		638,04	638,04	232.885	232.885
2030	10.807		13,82		648,40	648,40	236.667	236.667
2031	10.982		14,05	0,080 para SST	658,93	658,93	240.511	240.511
2032	11.161		14,27		669,63	669,63	244.417	244.417
2033	11.342		14,51		680,51	680,51	248.386	248.386
2034	11.526		14,74		691,56	691,56	252.420	252.420
2035	11.713		14,98		702,79	702,79	256.519	256.519
2036	11.903		15,22		714,21	714,21	260.685	260.685
2037	12.097		15,47		725,80	725,80	264.918	264.918

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

5 FUENTES HÍDRICAS RECEPTORAS

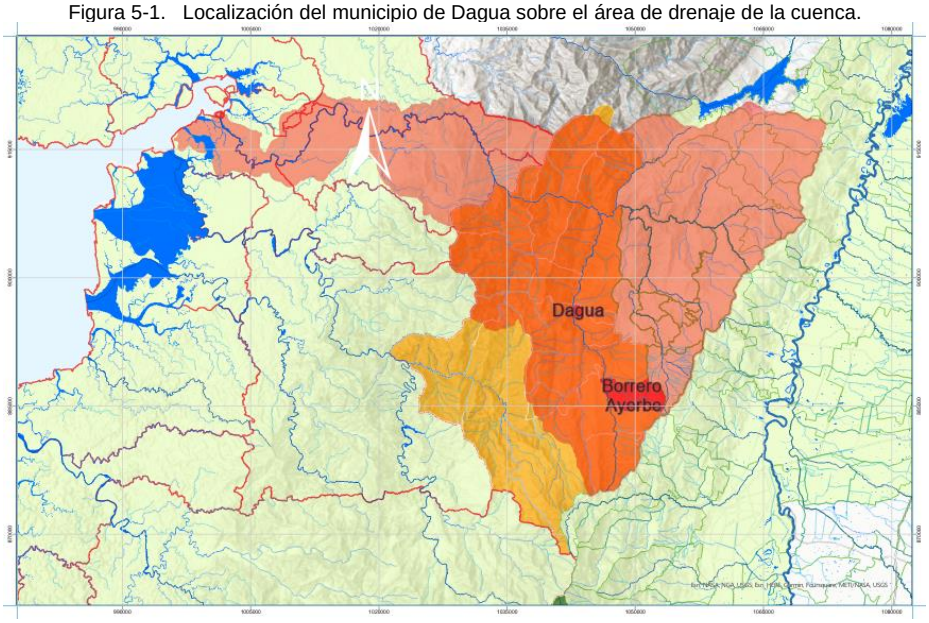
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE RECEPTORA

5.1.1 Localización cuenca del rio Dagua

La cuenca del río Dagua posee un área de 142.300 has; limita al norte con la cuenca del río Calima y con la bahía de Buenaventura, al sur con las cuencas de los ríos Anchicayá y Cali, al oriente con las cuencas de los ríos Yotoco, Vijes, Yumbo, Arroyohondo y la quebrada Mulaló y al occidente con el océano Pacífico.

El río Dagua nace en el corregimiento de San Bernardo, a una altura aproximada de 2.000 msnm y entrega sus aguas el océano Pacífico, después de recorrer una longitud cercana a 125 kilómetros. Su cuenca se encuentra localizada en el pacífico vallecaucano en la vertiente oriental de la cordillera occidental, en jurisdicción de los municipios de Restrepo, La Cumbre, Dagua, Buenaventura, Yotoco y Vijes. Varias fuentes hídricas pertenecientes a la cuenca del río Dagua se encuentran reglamentadas a través de la Resolución 0100 N° 0600-0079 de 2009, “Por la cual se reglamenta en forma general el uso de las aguas de las quebradas La Clorinda, La Clorindita, Potrerito, La Ventiuna, Peñalegría y Centella, pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Dagua, cuyas aguas discurren en jurisdicción del municipio de Dagua en el departamento del Valle del Cauca”. La localización del área de drenaje del río Dagua se observa en la Figura 5-1 (CVC, 2017).

Figura 5-1. Localización del municipio de Dagua sobre el área de drenaje de la cuenca.



Fuente: adaptado de (CVC, 2017) por ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

5.2 CAUDALES ESPECÍFICOS MEDIOS MENSUALES RIO DAGUA

5.2.1 Precipitaciones

La cuenca del río Dagua presenta características climáticas propias de la franja tropical, con gran influencia del océano Pacífico, principalmente en la parte baja (zona consumidora). Se pueden apreciar diferencias muy marcadas en las magnitudes de las lluvias entre las dos zonas, esto se debe a que en la parte baja, circulan corrientes de aire del mar hacia el continente, provenientes del océano Pacífico con dirección sudeste y noreste, que son transportadoras de humedad y que son descargadas, según el relieve, en forma de precipitaciones fuertes en la parte baja más cercana al mar. presenta en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Oferta de agua por precipitaciones en la cuenca del río Dagua.

Precipitación (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
	Zona Productora												
Prec. Media	118	111	137	197	176	122	110	116	161	233	223	154	1859
Prec. Efectiva	91	85	97	139	122	100	87	90	129	165	154	125	1378
Prec. 90% Probabilidad	89	84	107	155	138	97	85	90	128	183	172	124	1457
	Zona Consumidora												
Prec. Media	410	325	406	547	607	516	541	613	725	805	738	608	6829
Prec. Efectiva	343	272	304	409	451	431	454	514	607	598	549	510	5424
Prec. 90% Probabilidad	355	280	352	474	526	446	470	532	628	697	639	527	5921

Fuente: (CVC, 2017).

5.2.2 Agua superficial

La cuenca del río Dagua se encuentra instrumentada desde el año 1.982 por la estación limnigráfica Bendiciones, localizada a una altura de 202 msnm aproximadamente. El caudal medio mensual, se obtiene de la serie de registros diarios de la estación en el periodo 1984-2016. A la serie obtenida, se le restó el valor correspondiente al caudal ambiental, el cual fue calculado mediante el método descrito en el punto 3.5 (demanda ambiental). De esta manera, se obtuvo la serie de caudal neto mensual multianual que se muestra en la tabla 8.

Tabla 5-2. Oferta superficial, cuenca del rio Dagua.

Caudal Neto Mensual Multianual (m3/s)													
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
25,4	21,2	19,7	24,8	26,8	22,1	18,5	18	20,8	31,8	41,9	34,0	25,5	
Oferta Superficial (mm)													
271,5	204,3	210,4	256,3	286,7	228,7	197,7	192,8	214,6	339,4	432,7	362,9	3197,9	

Fuente: (CVC, 2017).

El mayor valor de caudal se presenta en el mes de noviembre con 42 m^3/s. El mes con menor caudal es agosto con 18 m^3/s.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Se contrató con el laboratorio HIDROLAB COLOMBIA LTDA., identificado con NIT 800.038.601-3, certificado mediante resolución 2242 de 10 de octubre de 2022 dada por el IDEAM, toma de muestras puntuales de aguas superficiales antes y después del paso de las quebradas por el centro poblado del corregimiento y un punto medio para comparar el comportamiento de la calidad durante el trayecto. Los resultados se presentan en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Resultados caracterización de aguas superficiales.

Parámetro	Unidades	Resultados caracterización		
		Aguas arriba	Punto medio	Aguas abajo
Aceites y Grasas	mg/L	1,118	< 0,5	< 0,5
Alcalinidad	mg/L $CaCO_3$	67,4	72,4	75,4
Conductividad	Us/cm	150	159	189
DBO (5 días)	mg/L	< 2	< 2	79
DQO	mg/L	3,8	8	110
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 ml	2,00	6,3	44,1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	20,10	25,6	160,7
Dureza total	mg/L $CaCO_3$	48	50	52
Fosforo Total	mg/L P	< 1	< 1	< 1
Fósforo reactivo disuelto	mg/L P	< 1	< 1	< 1
Nitrato	mg/L N-$N0_3$	0,7	1,1	3
Nitrito	mg/L N-$N0_2$	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	< 1	< 1	1,51
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L N	< 5	< 5	< 5
pH	Und pH	7,30	6,90	6,70
Sólidos disueltos totales	mg/L	78	92	94
Sólidos sedimentables	ml/L	0,1	< 0,1	0,1
Sólidos suspendidos totales	mg/L	< 5	< 5	< 5
Turbiedad	UNT	1,95	< 1,5	< 1,5
Oxígeno disuelto	mg/L	7,26	6,64	6,30
Nitrógeno Total	mg/L N	0,7	1,1	3
Temperatura	°C	20,7	21,9	22,0
Caudal	L/s	334,15	354,43	380,32

Fuente: HIDROLAB COLOMBIA LTDA., 2023.

La quebrada Ambichinte atraviesa el corregimiento de Borrero Ayerbe y es la que, para efectos del PSMV, puede reflejar el comportamiento en su calidad asociados a los vertimientos realizados por las actividades antrópicas que ocurren en el territorio. Por ello, se realizó caracterización de las aguas superficiales antes del paso de la quebrada en mención por el corregimiento, procurando ser un punto libre de vertimientos; otro punto de caracterización en un punto medio y otro punto de caracterización luego de haber pasado por el corregimiento para medir la variación en todo su trayecto.

Uno de los parámetros que evidencia el deterioro de la calidad de esa fuente hídrica es la DBO, que a su paso por el corregimiento se incrementa desde el cumplimiento de meta de calidad establecida en los objetivos hasta deteriorarse como se puede ver en la Tabla 5-3. Respecto a la DQO se observa la misma tendencia e igual con los coliformes, sin ser estos últimos valores representativos de una alta contaminación. Los demás parámetros medidos presentan una tendencia constantes. Claramente, los resultados se ven afectados por el caudal en la fuente hídrica que a su paso genera dilución y por ello se reflejan en resultados algo bajos con excepción de DBO y DQO. Parámetros como color y turbiedad presentan una

tendencia constante.

5.4 CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA

Para analizar mediante índices de calidad el estado de la fuente receptora, se utilizó la misma metodología sustentada en los objetivos de calidad determinados para el rio Cauca. Los Índices de Calidad del Agua – ICA nos permiten clasificar el recuro hídrico a partir de rangos establecidos, los cuales son definidos a partir de la ponderación de los diferentes parámetros de importancia que afectan la calidad del agua conforme con los usos a evaluar, a partir de esta ponderación se realiza el cálculo matemático definido para el Índice que permite categorizar la calidad del agua al estar parametrizada dentro de un rango y código de color asignado (CVC, 2023).

Para la determinación del ICA se utilizó la ecuación que se presenta a continuación y la ponderación definida para el rio Cauca, las ponderaciones utilizadas para el presente análisis de calidad son las que se presentan en la Tabla 5-4; la ecuación utilizada es la siguiente:

$$ICA = \prod_{i=1}^{n} I_i^{W_i} = \left(I_1^{W_1}\right)\left(I_2^{W_2}\right)...\left(I_n^{W_n}\right)$$, ecuación cálculo ICA

Tabla 5-4. Ponderación de cada uno de los parámetro utilizados para el ICA.

Parámetro	Pond.	Parámetro	Pond.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	0,15	Coliformes totales (CT)	0,15
Porcentaje oxígeno disuelto (%Sat)	0,21	Nitrógeno total (NT)	0,08
Turbiedad (Turb)	0,08	Fósforo Total (PT)	0,08
Sólidos Totales (ST)	0,07	Color	0,05
pH	0,08	Sólidos suspendidos totales (SST)	0,05

Fuente: adaptado de (CVC, 2023), ponderaciones utilizadas para determinar el índice ICAUCA.

La Tabla 5-5 presenta el rango de valores que permitirá definir la calidad de las aguas de acuerdo con el valor del índice calculado.

Tabla 5-5. Rangos para calidad del agua por ICA

VALOR DEL ÍNDICE	CLASIFICACIÓN	COLOR
0 – 20	Pésima	Rojo
20 – 35	Inadecuada	Naranja
35 – 50	Aceptable	Amarillo
50 – 80	Buena	Verde
80 – 100	Óptima	Azul

Fuente: (CVC, 2023).

Los resultados que se presentan en la Tabla 5-6 reflejan el estado de la fuente y su comportamiento en cuanto a calidad asociado al vertimiento proveniente de la infraestructura de alcantarillado existente. Como se mencionó anteriormente, la cobertura de alcantarillado es baja y no existen tratamiento. Los resultados reflejan una condición buena antes del vertimiento y a su paso por el centro poblado de Borrero Ayerbe se deteriora llegando a un nivel de aceptable. Todo guarda coherencia, pues la DBO como ya se mencionó es alta y los demás indicadores no son los mejores.

Tabla 5-6. Cálculo del ICA para el rio Palmira antes y después de vertimientos.

Parámetro	Pond.	Q. Ambichinte		Índice	
		antes	después	antes	después
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	15%	2	79	11,82	2,00
Porcentaje oxígeno disuelto (%Sat)	21%	7,26	6,3	1,28	1,21
Turbiedad (Turb)	8%	1,95	1,5	7,37	7,43
Sólidos Totales (ST)	7%	5	5	5,72	5,72
pH	8%	7,3	6,7	7,46	6,98
Coliformes totales (CT)	15%	20,1	160,7	8,70	5,34
Nitrógeno total (NT)	8%	0,7	3	6,79	6,15
Fósforo Total (PT)	8%	1	1	3,41	3,41
Color	5%	0	0	0,00	0,00
Sólidos suspendidos totales (SST)	5%	5	5	5,03	2,00
TOTAL ICA CALCULADO				**57,58**	**40,25**
DESCRIPCIÓN DE CALIDAD POR ICA				**Buena**	**Aceptable**

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Ser realizó también el análisis de la contaminación por materia orgánica – ICOMO. En la Tabla 5-7 se presentan los rangos establecido para el análisis del ICOMO y en la Tabla 5-8 se presenta el cálculo de la contaminación relacionada con la materia orgánica con los resultados obtenidos. Nótese que, para este indicador que está relacionado con la materia orgánica la variación de drástica, pasa de muy baja en color azul a alta en color naranja.

Tabla 5-7. Rangos de calidad del agua por ICOMO.

VALOR DEL ÍNDICE	CONCENTRACIÓN	COLOR
0 – 20	Muy baja	Azul
20 – 35	Baja	Verde
35 – 50	Media	Amarillo
50 – 80	Alta	Naranja
80 – 100	Muy alta	Rojo

Fuente: (CVC, 2023).

Tabla 5-8. Cálculo del ICOMO para el rio Palmira antes y después de vertimientos.

Parámetro	Q. Ambichinte		Índice	
	antes	después	antes	después
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2,00	79,00	0,16	1,28
Coliformes totales (CT)	20,10	160,70	-0,71	-0,20
Porcentaje oxígeno disuelto (%Sat)	7,26	6,30	0,93	0,94
TOTAL ICOMO CALCULADO			**0,13**	**0,67**
DESCRIPCIÓN DE CALIDAD POR ICOMO			**Muy baja**	**Alta**

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

5.5 OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CUENCA DEL RÍO DAGUA

El rio Dagua cuenta con tres (3) cabeceras municipales asentadas en la parte alta y media, además de otros centros poblados, parcelaciones, centros de recreación y actividad agrícola y pecuaria que resultan tensores de la calidad del agua (CVC, 2013). Asimismo, se tienen diferentes usos identificados para los ríos tributarios al rio Dagua; por ello, la dirección técnica de CVC ha identificado los usuarios que generan presión sobre la calidad de sus aguas y monitoreo para formular una propuesta de reducción de las cargas contaminantes.

La cuenca hidrográfica del rio Dagua cuenta con una superficie aproximada de 142.000

hectáreas donde se incorporan también los territorios de los municipios de Dagua, Restrepo, La Cumbre, Buenaventura, Vijes, Yotoco y Calima. El municipio de La Cumbre con un participación sobre la cuenca de 15,58% (CVC, 2013). Para el año 2013 se contaba con una población total asentada de más de 64.000 habitantes y un 30% localizado en cabeceras municipales y el resto en zona rural.

Una de las zonas de la cuenca hidrográfica de la cuenca del rio Dagua corresponde a la subcuenca del rio Bitaco en la parte media y alta; nace cerca de la cota 2.000 msnm en el extremo suroriental de la cuenca y desemboca el rio Dagua cerca de la cota 650 msnm en proximidad del corregimiento de Loboguerrero. Esta subcuenca transporta las aguas procedentes de la cabecera y los principales centros poblados del municipio de La Cumbre como el casco urbano y los corregimientos de Pavas, Bitaco, Puente Palo y Pavitas.

5.6 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA CUENCA DEL RÍO DAGUA, QUEBRADA AMBICHINTE

5.6.1 Resolución 0100 N°0600-1182 de 2019 de diciembre 16 de 2019

La cuenca presenta forma de triángulo equilátero. estrechándose radicalmente en su parte media y baja, que sumado a su conformación altamente montañosa, constituyen un factor que la definen como un sistema hidrológico de respuesta rápida y de características torrenciales.

En la cuenca del río Dagua se encuentra asentadas las cabeceras de los municipios de Dagua, Restrepo y la Cumbre y tan solo la cabecera municipal de Restrepo posee sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo tanto los cuerpos de agua son receptores de los vertimientos generados por los centros poblados, el beneficio de café, porquerizas y viviendas dispersas.

A continuación, en la Tabla 5-9 se presentan los objetivos de calidad definidos por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca en los objetivos de calidad para el Rio Dagua en el tramo correspondiente al centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe.

Tabla 5-9. Objetivos de calidad de aguas en la cuenca del río Dagua, Tramo I y II

Tramo	Parámetro De Calidad	Deseable Según Norma De Usos	Calidad Esperada
Tramo I. Nacimiento Antes Centro Poblado Borrero Ayerbe **Coordenadas** **E: 1.053.145 N:884.614** **E: 1.048.048 N:887.155**	Amoniaco N (mg/l)	1	1
	Arsénico As (mg/l)	0,05	0,05
	Bario Ba (mg/l)	1	1
	Cadmio Cd (mg/l)	0,01	0,01
	Cianuro CN (mg/l)	0,2	0,2
	Cinz Zn (mg/l)	15	15
	Cloruros Cl (mg/l)	250	250
	Cobalto Co (mg/l)		
	Cobre Cu (mg/l)	1	1
	Color Real (mg/l)	75	75
	Compuestos Fenólicos	0,002	0,002
	Cromo Cr+6 (mg/l)	0,05	0,05
	DifenilPoliciorados (Concentración agente activo)	No Detectable	No Detectable
	Mercurio Hg (mg/l)	0,002	0,002
	Nitratos N (mg/l)	10	10

Tramo	Parámetro De Calidad	Deseable Según Norma De Usos	Calidad Esperada
	Nitritos N (mg/l)	1	1
	Oxígeno Disuelto (%Saturación)		Los niveles de oxígeno disuelto en este tramo deberán ser como mínimo del 80% del OD de saturación
	PH (unidades)	5,0 – 9,0	5,0 – 9,0
	Plata Ag (mg/l)	0,05	0,05
	Plomo Pb (mg/l)	0,05	0,05
	Selenio Se (mg/l)	0,01	0,01
	Sulfatos $SO=^4$ (mg/l)	400	400
	Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	0,5	0,5
	Coliformes Totales (NMP/100ml)	20.000	20.000
	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	2.000	2.000
	Película visible de grasas y aceites flotantes	ausentes	ausentes
	Materiales flotantes provenientes de actividades humanas	ausentes	ausentes
	Radioisótopos	ausentes	ausentes
	Otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana	ausentes	ausentes
	Sustancias que produzcan olor	ausentes	ausentes
Tramo II. Antes Centro Poblado Borrero Ayerbe Desembocadura Río Dagua **Coordenadas** **E: 1.048.048 N:887.155** **E: 1.046.364 N:888.229**	Aluminio Al	<5,0	<5,0
	Amoniaco N	<0,1	<0,1
	Berilio Be	<0,1	<0,1
	Boro	0,3 – 4,0 dependiendo del cultivo	0,3 – 4,0 dependiendo del cultivo
	Cadmio Cd	<0,01	<0,01
	Cinc Zn	<0,2	<0,2
	Cobalto Co	<0,05	<0,05
	Cobre Cu	<0,2	<0,2
	Flúor F	<1,0	<1,0
	Hierro Fe	<5,0	<5,0
	Litio Li	<2,5	<2,5
	Manganeso Mn	<0,2	<0,2
	Molibdeno Mo	<0,01	<0,01
	Níquel Ni	<0,2	<0,2
	PH	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0
	Temperatura		
	Sustancias Flotantes		Ausencia de solidos visibles, basuras, espumas o aceites que

Tramo	Parámetro De Calidad	Deseable Según Norma De Usos	Calidad Esperada
			formen película visible
	Oxígeno Disuelto		Los niveles de oxígeno disuelto en este tramo deberán ser como mínimo del 35% del OD de saturación

Fuente: (CVC, 2013).

6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para el análisis de la situación actual del corregimiento de Borrero Ayerbe se utilizó la metodología de la computadora de papel, descrita en la guía para la formulación de los PSMV (MAVDT, 2004), que utiliza la construcción secuencial de una matriz cuadrada de doble entrada, cuyas filas y columnas presentan las mismas variables, previamente identificadas como las esenciales para entender la problemática; la matriz es evaluada por el nivel de incidencia de cada una de las variables sobre las demás, lo que permite determinar el grado de influencia y dependencia entre variables analizadas.

La aplicación de dicha metodología en esta localidad se basó en la identificación y valoración grupal de las problemáticas del corregimiento relacionadas con el saneamiento básico, considerando las actividades realizadas en la primera formulación para llevarlo a actualización en el presente documento PSMV. De acuerdo con lo anterior, se identificaron los problemas asociados con el manejo de las aguas residuales en el corregimiento de Borrero Ayerbe, que para efectos de aplicar la metodología serán denominados “variables”.

6.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 6-1 se muestran las variables que influyen, afectan y se relacionan con el saneamiento y el manejo de vertimientos en el corregimiento de Borrero Ayerbe con enfoque en las etapas de la cadena de valor del servicio público domiciliario de alcantarillado que se compone de recolección, transporte, tratamiento, disposición final y comercialización del servicio definidas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD.

Tabla 6-1. Variables identificadas en el manejo de aguas residuales de Borrero Ayerbe.

No.	NOMBRE CORTO	NOMBRE LARGO	DESCRIPCIÓN
1	NoSTAR	Inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales.	No existe un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas STARD para el Corregimiento, como efecto se tiene los recursos hídricos del corregimiento afectados negativamente por el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento previo.
2	CobAlcS	Cobertura en redes de alcantarillado sanitario.	No hay un sistema de redes de alcantarillado exclusivo para recolección y transporte de las Aguas Residuales Domésticas -ARD que se generan en el Corregimiento.
3	DVPCD	Descarga de vertimientos colectivos y directos de aguas residuales.	Descarga directa de ARD a lo largo de la quebrada Ambichinte, el río Dagua y en la acequia Villas del Rosario, tanto de viviendas como del alcantarillado del corregimiento Borrero Ayerbe.
4	ECA	Escasa conciencia ambiental en el corregimiento.	La escasa conciencia ambiental en el Corregimiento favorece la disposición de basuras en la quebrada Ambichinte, aunado al potencial turístico del corregimiento que aporta a la problemática.

No.	NOMBRE CORTO	NOMBRE LARGO	DESCRIPCIÓN
5	CFR	Calidad de la fuente receptora.	El nivel de saneamiento básico existente en el corregimiento pone en riesgo la calidad ambiental de la fuente receptora. Los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento y la inadecuada disposición de residuos sólidos afectan la calidad ambiental de los recursos hídricos.
6	CSRP	Contaminación del suelo de la ronda de protección de las fuentes hídricas	Los VPC del Corregimiento escurren por el suelo a través de zanjas de gran longitud, ocasionando una afectación ambiental sobre potreros, cultivos, debilitamiento del suelo y riesgo de movimiento de tierras que finalmente llegan a los recursos hídricos.
7	ADMOALC	Deficiencias en la administración y operación del servicio de alcantarillado.	La falta de administración, operación y mantenimiento del alcantarillado ha favorecido el daño estructural continuo de las redes de alcantarillado y su deficiente funcionamiento.
8	DCALC	Deficiencias en la capacidad del alcantarillado	Existe una intensa actividad porcícola en el Corregimiento y las aguas de lavado de las cocheras ser vierten sin ningún tratamiento al sistema de alcantarillado, creando problemas en su correcto funcionamiento. La red actual de alcantarillado es artesanal y presenta combinaciones inadecuadas de diámetros.
9	CrPob	Falta de planeación en el crecimiento del corregimiento	El corregimiento está consolidado alrededor de las fuentes hídricas que existen en su zona nucleada. Hay presencia de viviendas en los márgenes de las fuentes hídricas que alcanzan o superar los dos pisos y generalmente buscan su solución de saneamiento, sino al suelo, a los ríos. Si no hay control en la expansión del corregimiento, los efectos contaminantes sobre la fuente receptora serán directamente proporcionales.

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

6.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Se presenta el estudio de las variables identificadas como esenciales para la evaluación de la situación actual del sistema de alcantarillado, para lo cual se emplearon los criterios sugeridos para evaluar el efecto de cada variable sobre las demás (MAVDT, 2004). En la Tabla 6-2 se presentan los criterios de valoración versus el efecto de cada variable y en la Tabla 6-3 la matriz de evaluación de cada variable.

Tabla 6-2. Criterios de valoración del efecto de las variables

CALIFICACIÓN	EFECTO
0	Sin efecto
1	Efecto mínimo
2	Efecto regular
3	Efecto fuerte

Fuente: (MAVDT, 2005).

Aplicando la metodología se obtuvo la Tabla 6-3 que representa la matriz de influencia directa entre las variables analizadas. De los resultados obtenidos se obtuvo la clasificación de cada una de las variables como se presenta en la Tabla 6-4.

Tabla 6-3. Matriz de influencia directa entre variables.

ANÁLISIS PSMV CORREGIMIENTO BORRERO AYERBE	NoSTAR	CobAlcS	DVPCD	ECA	CFR	CSRP	ADMOALC	DCALC	CrPob
NoSTAR		2	3	1	3	1	1	2	1
CobAlcS	2		3	1	3	3	1	2	1
DVPCD	2	3		1	3	3	1	2	1
ECA	0	0	0		2	3	0	1	1
CFR	0	0	0	0		1	0	0	0
CSRP	0	0	0	0	1		0	0	0
ADMOALC	1	1	1	0	1	1		1	0
DCALC	2	1	2	1	3	2	1		0
CrPob	1	1	2	1	1	2	2		

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Tabla 6-4. Análisis explicativo de los resultados obtenidos.

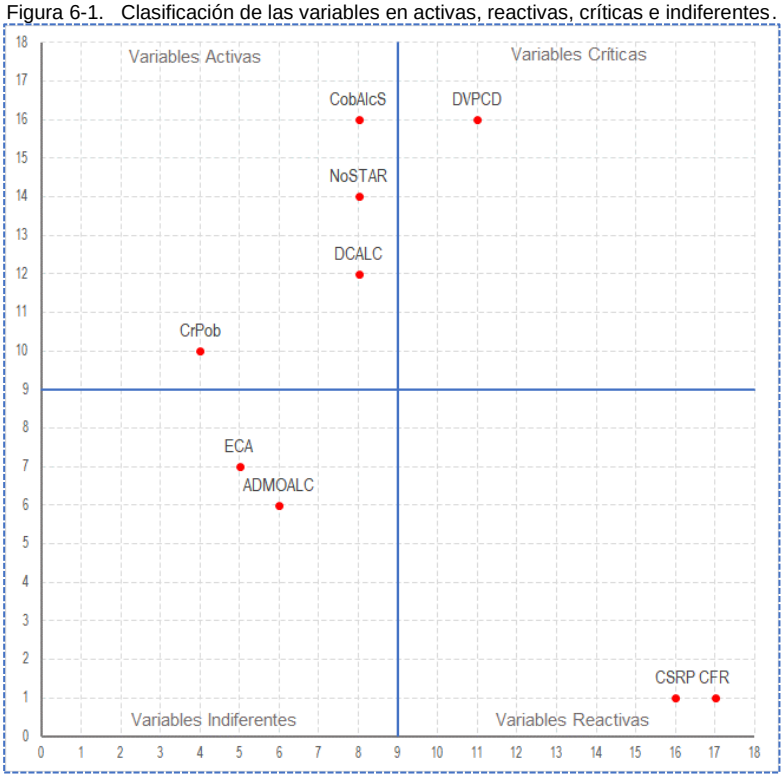
VARIABLES		TOTALES PASIVO	TOTALES ACTIVO	CLASIFICACIÓN
NoSTAR	Inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales.	8	14	Activa
CobAlcS	Cobertura en redes de alcantarillado sanitario.	8	16	Activa
DVPCD	Descarga de vertimientos colectivos y directos de aguas residuales.	11	16	Crítica

VARIABLES		TOTALES PASIVO	TOTALES ACTIVO	CLASIFICACIÓN
ECA	Escasa conciencia ambiental en el corregimiento.	5	7	Indiferente
CFR	Calidad de la fuente receptora.	17	1	Reactiva
CSRP	Contaminación del suelo de la ronda de protección de la quebrada Ambichinte y el río Dagua.	16	1	Reactiva
ADMOALC	Deficiencias en la administración y operación del servicio de alcantarillado.	6	6	Indiferente
DCALC	Deficiencias en la capacidad del alcantarillado	8	12	Activa
CrPob	Falta de planeación en el crecimiento del corregimiento	4	10	Activa

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

De acuerdo con los resultados de la matriz de influencia directa entre variables (ver Tabla 6-3 y Tabla 6-4), se clasificaron las variables como se muestra en la Figura 6-1.

Figura 6-1. Clasificación de las variables en activas, reactivas, críticas e indiferentes.



Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Variables activas: Tienen un total activo alto y un total pasivo bajo; influyen mucho sobre el sistema sin sufrir mucho los efectos de las demás variables. Se debe intervenir prioritariamente sobre estas variables, ya que tienen efectos importantes sobre las demás, es decir sobre el sistema en general. Son variables de intervención y por lo tanto se constituyen en los ejes estratégicos del PSMV. De la Figura 6-1 se tienen las siguientes variables activas:

- NoSTAR Inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales.
- CobAlcS Cobertura en redes de alcantarillado sanitario.
- DCALC Deficiencias en la capacidad del alcantarillado
- CrPob Falta de planeación en el crecimiento del corregimiento

Variables críticas: Tienen un total activo alto y un total pasivo alto; sufren mucho los efectos de las demás variables e influyen mucho sobre el sistema, características que hacen que sean objeto de análisis y seguimiento muy especial, así como de las intervenciones que se hagan sobre ellas, ya que pueden desestabilizar el sistema en cualquier momento, por tener la doble cualidad simultánea de influir sobre y ser influidas por el sistema. Son variables dependientes, hacen parte de las actividades a implementar para lograr el cumplimiento del objetivo del plan. En el caso específico del corregimiento de Borrero Ayerbe se presentaron las siguientes variables críticas:

- DVPCD Descarga de vertimientos colectivos y directos de aguas residuales.

Variables reactivas: Tienen un total activo bajo y un total pasivo alto; sufren mucho los efectos de las demás variables sin influir mucho sobre el sistema, por lo tanto, son consideradas variables de control y se utilizan como indicadores de cambio y/o eficiencia y/o eficacia de las intervenciones puesto que sufren los efectos de las demás variables. De esta manera las variables reactivas indican cual es el objetivo de intervención del PSMV. Las variables de este tipo encontradas son:

- CFR Calidad de la fuente receptora.

Variables indiferentes: Tienen un total activo bajo y un total pasivo bajo; sufren pocos efectos de las demás variables e influyen poco sobre el sistema. Las variables indiferentes sirven de ámbito de experimentación, puesto que cualquier intervención sobre ellas no generará mayor efecto sobre el sistema, son variables para el ensayo o de proyectos piloto. Las variables encontradas como indiferentes son:

- ECA Escasa conciencia ambiental en el corregimiento.
- ADMOALC Deficiencias en la administración y operación del servicio de alcantarillado.

7 PROSPECTIVA

7.1 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

El análisis estructural que integra a las variables del sistema en la matriz de valoración permite determinar sistemáticamente las relaciones de influencia y dependencia entre variables. Estas relaciones hacen parte de los objetivos del PSMV, así como los programas, proyectos y actividades que lo componen, por lo cual el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe tendrá como base las variables independientes y de influencia que generan cambios en las variables de dependencia, las cuales a su vez serán el fundamento del monitoreo del plan.

Figura 7-1. Gráfica de influencia y dependencia entre variables.

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

De acuerdo con la figura anterior, las variables influyentes y dependientes se listan en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1. Variables independientes y dependientes

VARIABLES INFLUYENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
1. NoSTAR Inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales. 2. CobAlcS Cobertura en redes de alcantarillado sanitario. 3. DCALC Deficiencias en la capacidad del alcantarillado 4. CrPob Falta de planeación en el crecimiento del corregimiento.	1. CFR. Calidad de la fuente receptora. 2. CSRP. Contaminación del suelo de la ronda de protección de la quebrada Ambichinte y el río Dagua.CFR. Calidad de la fuente receptora.
	1. DVPCD. Descarga de vertimientos colectivos y directos de aguas residuales.

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

El objetivo principal del PSMV está direccionado a mitigar el impacto negativo sobre los ecosistemas acuáticos, mejorar la calidad del recurso hídrico, asegurar los diversos usos para el agua, conservar la biodiversidad y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Por lo tanto, al considerar las relaciones de influencia/dependencia se evidencia que la calidad del recurso hídrico es afectada negativamente por la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario y de un sistema que trate las aguas residuales domésticas generadas en el Corregimiento.

Según los problemas relacionados con el saneamiento básico identificados para el corregimiento de Borrero Ayerbe que se resumen en la falta de infraestructura adecuada para garantizar la cadena de valor del servicio de alcantarillado tanto en recolección y transporte como en tratamiento para posterior vertimiento, se puede inferir la solución que consistirá en la implementación de un sistema de alcantarillado con cobertura total para el corregimiento y a su vez un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Adicionalmente, aunque resulta indiferente como variable en la metodología, es necesario contar con un operador del sistema local que pueda atender los requerimientos del sistema propuesto, adminístralo y atención a eventos emergentes que requieran acción inmediata y así velar por su sostenibilidad. Siendo estas variables de principal interés para el PSMV, hacia estas estarán dirigidos los objetivos del PSMV.
Finalmente, la relación de influencias indirectas, que se muestra a continuación, confirma la

importancia de constituir legalmente una asociación que administre los sistemas de alcantarillado y STARD y, de esta forma, favorecer la descontaminación de las fuentes hídricas garantizando la salud pública del corregimiento de Borrero Ayerbe.

De acuerdo con el análisis anterior, los ejes estratégicos del PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua son:

1. Recolección, transporte de aguas residuales domésticas (ARD)
2. Recolección, transporte y vertimiento de aguas lluvias.
3. Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas (STARD) y vertimiento.
4. Constitución legal de una asociación administradora del servicio público domiciliario de alcantarillado.

7.2 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

7.2.1 Objetivo general del PSMV

Garantizar para el año 2034 que la totalidad de las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua, contarán con toda la cadena de valor del servicio público de alcantarillado cumpliendo con los valores permisibles de acuerdo a los parámetros establecidos en los objetivos de calidad de la fuente receptora y en la Resolución 0631 de 2015 o la norma que lo modifique o reemplace.

7.2.2 Objetivos específicos del PSMV

1. Incrementar la cobertura de alcantarillado ejecutando las obras y actividades necesarias para la recolección, transporte y evacuación de la totalidad de las Aguas Residuales Domésticas – ARD generadas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.
2. Garantizar el tratamiento de las ARD generadas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.
3. Promover el fortalecimiento institucional para que se garantice la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de ARD con un adecuado soporte técnico, administrativo y logístico para desempeñar con mayor eficiencia las funciones correspondientes a su naturaleza.

Teniendo en cuenta los lineamientos relacionados por la guía metodológica (MAVDT, 2005), la identificación de variables activas y la definición de los ejes estratégicos, el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua estará estructurado por los siguientes programas:

7.2.2.1 Programa 1: Diseño y construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

Con este programa se busca direccionar las inversiones en ingeniería para determinar cuál es la mejor alternativa para mitigar los impactos ambientales sobre la fuente hídrica receptora asociada al mal manejo de las aguas residuales domésticas que se generan en el corregimiento. A su vez, se pretende contar con un cronograma de inversiones concatenado con el PSMV. Para el alcance del objetivo del programa se deben seguir las siguientes actividades:

- Establecer estrategia para financiación de los estudios y diseños de la red de alcantarillado sanitario.
- Financiación de la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario de acuerdo a los diseños realizados y aprobados.

1.1.1.1 Programa 2: Diseño y construcción y puesta en marcha del STARD.

Se busca garantizar el tratamiento de las aguas residuales generadas en el corregimiento, a través de un sistema que cumpla con los valores límites máximos permisibles que exige la norma en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas (ARD). Este programa también incluye el mantenimiento y monitoreo de la operación del STARD. Cabe aclarar que la alcaldía municipal se encargará de adelantar las acciones y gestiones necesarias para garantizar la adquisición del predio seleccionado en los ajustes al diseño del STARD. Se compone de las siguientes actividades:

- Establecer estrategia de financiación a la construcción del STARD
- Construcción, puesta en marcha y operación continua del STARD
- Caracterización del efluente del STARD
- Jornadas de mantenimiento del STARD

1.1.1.2 Programa 3: Fortalecimiento institucional para la sostenibilidad de los sistemas de recolección, transporte y vertimiento de aguas residuales domésticas y STARD.

Este programa busca garantizar la operación, mantenimiento y óptimo funcionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y STARD para lo cual se hace necesaria la implementación de las siguientes actividades:

- Consolidar un ente prestador de los servicios de alcantarillado y STARD, y capacitar a sus funcionarios en aspectos administrativos, técnicos y operativos, para la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y STARD.
- Estudio tarifario para garantizar la sostenibilidad de los sistemas que se implementen.
- Realizar talleres de educación ambiental orientados al adecuado uso del sistema de alcantarillado y STARD, la reducción del consumo de agua y disminución de aportes contaminantes.
- Operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

A continuación, se presenta la relación de los programas contemplados dentro del PSMV del centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua con sus respectivos proyectos y actividades, que serán ejecutados en un periodo de 14 años, considerando el capital de inversión que debe gestionarse para su implementación.

Tabla 7-2. Metas e inversiones para el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PROGRAMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROYECTO	ACTIVIDADES	META	TOTAL A EJECUTAR POR PROGRAMA
Programa 1: financiación y construcción sistema de alcantarillado sanitario y sistema de drenaje de aguas lluvias.	Garantizar para el año 2034 que la totalidad de las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe serán recolectadas, transportadas, tratadas, vertidas y comercializado el servicio con pleno cumplimiento de los valores permisibles de acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 0631 de 2015 o la norma que lo modifique o reemplace.	1. Incrementar la cobertura de alcantarillado ejecutando las obras y actividades necesarias para la recolección, transporte y evacuación de la totalidad de las ARD y de aguas lluvias generadas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.	Ampliación de cobertura en alcantarillado para el corregimiento de Borrero Ayerbe.	SERVIDUMBRE COLECTOR PL LAGUNA SERVIDUMBRE EMISOR LA LAGUNA LOTE EBAR PARNÁPOLIS SERVIDUMBRE COLECTOR PARNÁPOLIS LOTE EBAR SALIDA AL CARMEN SERVIDUMBRE COLECTOR SALIDA AL CARMEN SERVIDUMBRE COLECTOR COREA SERVIDUMBRE COLECTOR LAS PALMAS COLECTOR PRINCIPAL COLECTOR LA LAGUNA EMISOR FINAL COLECTOR PARNÁPOLIS COLECTOR COREA COLECTOR LAS PALMAS COLECTOR SALIDA AL CARMEN OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN COLECTOR BRASILIA	Alcanzar el 100% de cobertura de alcantarillado sanitario y durante el plazo estimado para ejecución de actividades del PSMV	$ 23.275.822.795

Continuación Tabla 7-2. Cronograma de metas e inversiones para el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PROGRAMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROYECTO	ACTIVIDADES	META	TOTAL A EJECUTAR POR PROGRAMA
Programa 2: construcción y puesta en marcha del STARD	Garantizar para el año 2034 que la totalidad de las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe serán recolectadas, transportadas, tratadas, vertidas y comercializado el servicio con pleno cumplimiento de los valores permisibles de acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 0631 de 2015 o la norma que lo modifique o reemplace.	2. Garantizar el tratamiento y vertimiento de las ARD generadas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.	Construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas generadas en el corregimiento de Borrero Ayerbe.	PTARD - FASE I	Alcanzar el 100% de cobertura en tratamiento de aguas residuales domésticas para el corregimiento de Borrero Ayerbe.	$ 11.724.540.730
				PTARD - FASE II		
				PTARD - FASE III		

Continuación Tabla 7-2. Cronograma de metas e inversiones para el PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PROGRAMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROYECTO	ACTIVIDADES	META	TOTAL A EJECUTAR POR PROGRAMA
Programa 3: Fortalecimiento institucional para la sostenibilidad de los sistemas de recolección, transporte de aguas residuales y lluvia, y STARD.	Garantizar para el año 2034 que la totalidad de las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento de Borrero Ayerbe serán recolectadas, transportadas, tratadas, vertidas y comercializado el servicio con pleno cumplimiento	3. Promover el fortalecimiento institucional para garantizar la administración, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado con un adecuado soporte técnico, administrativo y logístico para desempeñar con mayor eficiencia las funciones correspondientes a su naturaleza.	Consolidación de una ESP para la prestación del servicio de alcantarillado en el corregimiento de Borrero Ayerbe	Conformación o concesión del servicio de alcantarillado sanitario a una ESP Caracterización de aguas residuales domésticas Mantenimiento redes de alcantarillado Elaboración de estudio tarifario que consolide los componentes tarifarios definidos por la regulación de la CRA para el caso específico de Borrero Ayerbe. Implementación de estructura tarifaria para el corregimiento.	Contar con prestación del servicio de alcantarillado para el corregimiento de Borrero Ayerbe dentro de la regulación del sector APSB	$ 1.560.555.602

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

8 PLAN DE ACCIÓN

En los municipios de más de 10.000 habitantes la tarifa es el instrumento financiero por excelencia. A través de ésta, se cubren los costos administrativos, de operación, inversión y ambientales de la prestación; los proyectos de inversión se complementan con recursos de las transferencias de la Nación y apoyos adicionales del Gobierno Nacional. En los municipios de menos de 10.000 habitantes, el financiamiento de la prestación depende esencialmente de las trasferencias del sector central y de los apoyos del Gobierno Nacional y Departamental, por cuanto no se cobra el servicio o la tarifa no cubre los costos de operación ni los de inversión, conllevando la inviabilidad financiera de estos prestadores, generalmente localizados en zonas de muy bajo ingreso y pobre desarrollo institucional (Salinas, 2011).

De acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Ambiente en relación con los recursos para el sector de saneamiento, uno de los criterios principales para asignación de estos, es contar con un PSMV aprobado, para de este modo poder contar con el apoyo financiero a nivel nacional para las inversiones propuestas. Los recursos de inversión provienen de un esquema de financiamiento, de recursos de origen público y de recursos provenientes de tarifas. Estos recursos públicos provienen principalmente del presupuesto General de la Nación, del Sistema General de Participaciones (SGP), de las regalías, audiencias públicas y de las emergencias. El 35% restante está relacionado con los recursos privados, cuyo principal origen son los ingresos operacionales de las empresas prestadoras (Salinas, 2011).

En el Departamento del Valle del Cauca para el año 2017, se presentaron las ordenanzas 445 y 446 modificatoria a la anterior, denominada Política Pública Departamental de Ambiente y Gestión Integra del Recurso Hídrico del Valle del Cauca. Esta Política está orientada al desarrollo sostenible, propendiendo por la protección y conservación de las cuencas y los ecosistemas del territorio vallecaucano en toda su extensión, de la diversidad biológica y sus servicios ecosistémicos, estableciendo una relación equilibrada entre la conservación del patrimonio natural y los diferentes sectores de la economía, la competitividad y la equidad social y promoviendo cambios culturales a través de la educación ambiental (CODEPARH, 2017).

Dentro de sus estrategias quedó expreso en la protección contra la degradación ambiental los siguiente: “Los costos de la conservación ambiental y las reconversiones tecnológicas, serán asumidos de manera equitativa por los diferentes actores que participan en el desarrollo social y económico del departamento”. Además, en la estrategia procurando la gestión integral del recurso hídrico dispuso: “La Gestión Integral del Recurso Hídrico-GIRH en el Valle del Cauca, optimizará la oferta del recurso hídrico, minimizará la contaminación de las fuentes abastecedoras mediante medidas preventivas, la implementación de diferentes técnicas de tratamiento de vertimientos, para disminuir los riesgos asociados a la oferta de este. En concordancia con las políticas ambientales, la cuenca hidrográfica será la unidad territorial de referencia” (CODEPARH, 2017).

De esta manera las principales fuentes de financiación para el desarrollo de las actividades contempladas en el presente PSMV, corresponden recursos que estarán bajo responsabilidad de la alcaldía municipal de Palmira, quien bajo la dirección del alcalde gestionará los proyectos y recursos necesarios para el cumplimiento de las metas planteadas en el siguiente plan de acción (Ver Tabla 9-1 y Tabla 9-2).

8Tabla 8-1. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PLAZO	AÑO	ACTIVIDADES	INDICADOR	META DEL INDICADOR	RESPONSABLE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN ACTIVIDAD ($)	INVERSIÓN ANUAL ($)
CORTO PLAZO	2024	Conformación o concesión del servicio de alcantarillado sanitario a una ESP	Operador identificado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 24.942.431	$ 24.942.431
	2025	COLECTOR PRINCIPAL	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 534.157.960	$ 4.895.693.886
		COLECTOR LA LAGUNA EMISOR FINAL	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.197.951.689	
		PTARD - FASE I	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 3.163.584.237	
	2026	COLECTOR PRINCIPAL	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 824.115.337	$ 3.781.163.292
		COLECTOR LA LAGUNA EMISOR FINAL	Vertimientos identificados	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.232.157.817	
		PTARD - FASE I	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.626.958.367	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 97.931.771	
MEDIANO PLAZO	2027	COLECTOR PRINCIPAL	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 847.646.999	$ 2.677.749.440
		PTARD - FASE I	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.673.414.286	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 100.728.099	
		Elaboración de estudio tarifario que consolide los componentes tarifarios definidos por la regulación de la CRA para el caso específico de Borrero Ayerbe.	Estudio elaborado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 55.960.055	
	2028	COLECTOR PRINCIPAL	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 581.233.721	$ 3.757.525.223
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.326.855.734	
		PTARD - FASE I	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.721.196.700	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 7.367.415	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 103.604.274	
		Implementación de estructura tarifaria para el corregimiento.	Estructura implementada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 17.267.379	

Continuación Tabla 8-1. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PLAZO	AÑO	ACTIVIDADES	INDICADOR	META DEL INDICADOR	RESPONSABLE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN ACTIVIDAD ($)	INVERSIÓN ANUAL ($)
MEDIANO PLAZO	2029	COLECTOR LAS PALMAS	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 445.767.419	$ 1.583.464.703
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.023.556.926	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 7.577.783	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 106.562.575	
	2030	COLECTOR LAS PALMAS	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 458.495.793	$ 2.305.648.722
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.052.783.413	
		PTARD - FASE II	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 676.970.012	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 7.794.158	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 109.605.346	
LARGO PLAZO	2031	COLECTOR SALIDA AL CARMEN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 770.810.046	$ 3.031.654.438
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.443.792.572	
		PTARD - FASE II	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 696.300.109	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 8.016.711	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 112.735.000	
	2032	COLECTOR SALIDA AL CARMEN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 792.819.637	$ 2.030.783.076
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.113.763.802	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 8.245.619	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 115.954.018	

Continuación Tabla 8-1. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PLAZO	AÑO	ACTIVIDADES	INDICADOR	META DEL INDICADOR	RESPONSABLE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN ACTIVIDAD ($)	INVERSIÓN ANUAL ($)
LARGO PLAZO	2033	COLECTOR PARNÁPOLIS	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.033.669.738	$ 3.122.439.481
		COLECTOR SALIDA AL CARMEN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 815.457.687	
		OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.145.566.042	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 8.481.063	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 119.264.951	
	2034	COLECTOR PARNAPOLIS	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.063.184.984	$ 4.001.302.363
		COLECTOR SALIDA AL CARMEN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 838.742.140	
		COLECTOR BRASILIA	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 906.316.432	
		PTARD - FASE III	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 1.061.665.152	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 8.723.230	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 122.670.424	
	2035	COLECTOR COREA	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 735.420.986	$ 3.320.641.006
		COLECTOR SALIDA AL CARMEN	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 862.691.454	
		COLECTOR BRASILIA	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 932.195.252	
		PTARD - FASE III	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 655.187.865	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 8.972.312	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 126.173.137	

Continuación Tabla 8-1. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

PLAZO	AÑO	ACTIVIDADES	INDICADOR	META DEL INDICADOR	RESPONSABLE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN ACTIVIDAD ($)	INVERSIÓN ANUAL ($)
LARGO PLAZO	2036	COLECTOR BRASILIA	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 639.208.674	$ 1.227.477.044
		PTARD - FASE III	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 449.263.999	
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 9.228.506	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 129.775.865	
	2037	COLECTOR BRASILIA	% de obra ejecutada	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 657.460.540	$ 800.434.021
		Caracterización de aguas residuales domésticas	Informe de caracterización	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 9.492.015	
		Mantenimiento redes de alcantarillado	Mantenimiento realizado	100%	ALCALDÍA MUNICIPAL	$ 133.481.465	
COSTO TOTAL PSMV, CENTRO POBLADO DEL CORREGIMIENTO DE BORRERO AYERBE, DAGUA							**$ 36.560.919.127**

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

La Tabla 8-2, presenta el resumen de las inversiones necesarias para la ejecución de PSMV para el corregimiento de Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua. Los valores consignados parten de un valor presente neto afectados por una tasa de descuento aplicable al prestador del servicio de alcantarillado para proyección del valor al año programado de ejecución.

Tabla 8-2. Resumen de inversiones PSMV Corregimiento de Borrero Ayerbe (14 años de PSMV).

PLAZO	AÑO	INVERSIÓN ANUAL ($)
CORTO PLAZO	2024	$ 24.942.431
	2025	$ 4.895.693.886
	2026	$ 3.781.163.292
MEDIANO PLAZO	2027	$ 2.677.749.440
	2028	$ 3.757.525.223
	2029	$ 1.583.464.703
	2030	$ 2.305.648.722
LARGO PLAZO	2031	$ 3.031.654.438
	2032	$ 2.030.783.076
	2033	$ 3.122.439.481
	2034	$ 4.001.302.363
	2035	$ 3.320.641.006
	2036	$ 1.227.477.044
	2037	$ 800.434.021
COSTO TOTAL PSMV CORREGIMIENTO DE BORRERO AYERBE, DAGUA		**$ 36.560.919.127**

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

9 SISTEMA DE MONITOREO

9.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El sistema de monitoreo y evaluación se compone de los indicadores definidos (reducción de la carga contaminante, cobertura de alcantarillado y reducción de vertimientos), los cuales permitirán dimensionarlos avances en el cumplimiento de los objetivos definidos en el PSMV, acorde con los valores y los plazos estimados para su alcance.

La evaluación y seguimiento del cumplimiento del PSMV será por cuenta de la Alcaldía Municipal y el operador designado, dada su responsabilidad de garantizar la prestación del servicio de alcantarillado a la comunidad, quienes tendrán la tarea de verificar e identificar la necesidad de establecer controles de cambio frente a la eventualidad que se presente algún inconveniente relacionado con las actividades proyectadas.

El seguimiento y control se hará con base en lo establecido en la Res. 1433 de 2004 en el Artículo 6°, Seguimiento y Control: se realizará semestralmente por parte de la autoridad ambiental competente en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga contaminante establecida, para lo cual la persona prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias u operador de redes designado por la alcaldía municipal, entregará los informes correspondientes.

Los programas de monitoreo de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, con respecto a los cuales se haya establecido el PSMV, los realizará la autoridad ambiental competente, en función de los usos esperados, los objetivos y las metas de calidad del recurso, y de la meta de reducción individual establecida con base en el comportamiento de al menos los siguientes parámetros: DBO5, DQO, SST, Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto, y pH, resolución 1433 de 2004 (MAVDT, 2004).

9.2 PROYECCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES ESTIMADAS E INDICADORES

El cálculo para las cargas contaminantes en el corto (2 años), mediando (5 años) y largo plazo (10 años), se realizó utilizando los criterios de concentración de los parám DBO5, DQO y SST, presentados en la sección 0, y un factor de retorno de 0,85; lo anterior, basado en la Resolución 0330 de 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.

Los valores de cargas proyectadas, cuyos resultados se muestran en la 9, se proyectan a fin de generar una línea base o de referencia y que reflejen los progresos cuando se realicen las actividades propuestas en el PSMV y servirán como un insumo para el monitoreo y evaluación de los programas, proyectos y actividades a corto, mediano y largo plazo, como se presenta en la Tabla 9-2.

Para realizar el seguimiento se con base en lo establecido en la Res. 1433 de 2004 en el Artículo 6°, Seguimiento y Control: se realizará semestralmente por parte de la autoridad ambiental competente en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga contaminante establecida, para lo cual la persona prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias u operador de redes designado por la

alcaldía municipal, entregará los informes correspondientes.

Los programas de monitoreo de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, con respecto a los cuales se haya establecido el PSMV, los realizará la autoridad ambiental competente, en función de los usos esperados, los objetivos y las metas de calidad del recurso, y de la meta de reducción individual establecida con base en el comportamiento de al menos los siguientes parámetros: DBO5, DQO, SST, Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto, y pH, resolución 1433 de 2004 (MAVDT, 2004).

99Tabla 9-1.Proyección de cargas contaminantes para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

Año	Población Residencial	META DE CARGAS CONTAMINANTES (Kg/año)					
		Generada			Recolectada y Transportada		
		DQO	DBO	SST	DQO	DBO	SST
2023	9.654	1.066.688	212.516	281.841	558.838	111.337	147.656
2024	9.811	1.084.011	215.967	286.418	676.315	134.742	178.696
2025	9.970	1.101.616	219.474	291.069	797.460	158.878	210.705
2026	10.132	1.119.506	223.039	295.796	922.361	183.762	243.706
2027	10.297	1.137.687	226.661	300.600	1.051.109	209.412	277.724
2028	10.464	1.156.163	230.342	305.482	1.156.163	230.342	305.482
2029	10.634	1.174.939	234.083	310.443	1.174.939	234.083	310.443
2030	10.807	1.194.020	237.884	315.484	1.194.020	237.884	315.484
2031	10.982	1.213.411	241.747	320.608	1.213.411	241.747	320.608
2032	11.161	1.233.117	245.673	325.814	1.233.117	245.673	325.814
2033	11.342	1.253.143	249.663	331.106	1.253.143	249.663	331.106
2034	11.526	1.273.494	253.718	336.483	1.273.494	253.718	336.483
2035	11.713	1.294.175	257.838	341.947	1.294.175	257.838	341.947
2036	11.903	1.315.193	262.025	347.500	1.315.193	262.025	347.500
2037	12.097	1.336.551	266.281	353.144	1.336.551	266.281	353.144

Continuación99 Tabla 9-1. Proyección de cargas contaminantes para el corregimiento de Borrero Ayerbe, Dagua.

Año	Población Residencial	META DE CARGAS CONTAMINANTES (Kg/año)					
		Tratada			Vertida		
		DQO	DBO	SST	DQO	DBO	SST
2023	9.654	0	0	0	558.838	111.337	147.656
2024	9.811	0	0	0	676.315	134.742	178.696
2025	9.970	0	0	0	797.460	158.878	210.705
2026	10.132	0	0	0	922.361	183.762	243.706
2027	10.297	420.444	83.765	111.090	630.665	125.647	166.634
2028	10.464	462.465	92.137	122.193	693.698	138.205	183.289
2029	10.634	587.469	117.041	155.221	587.469	117.041	155.221
2030	10.807	716.412	142.730	189.291	477.608	95.154	126.194
2031	10.982	849.388	169.223	224.425	364.023	72.524	96.182
2032	11.161	986.493	196.539	260.651	246.623	49.135	65.163
2033	11.342	1.127.828	224.697	297.995	125.314	24.966	33.111
2034	11.526	1.248.024	248.643	329.753	25.470	5.074	6.730
2035	11.713	1.268.292	252.681	335.108	25.884	5.157	6.839
2036	11.903	1.288.889	256.785	340.550	26.304	5.241	6.950
2037	12.097	1.309.820	260.955	346.081	26.731	5.326	7.063

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

Tabla 9-2. Indicadores de seguimiento al PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, municipio de Dagua.

NOMBRE DEL INDICADOR		UNIDAD	CUMPLIMIENTO DE METAS EN EL HORIZONTE DE PLANEACIÓN						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Volumen total de agua residual generada		m3/año	395.705	402.131	408.662	415.298	422.043	428.897	435.862
Volumen de agua residual recolectada/transportada		m3/año	207.310	250.890	295.830	342.164	389.925	428.897	435.862
Volumen de agua residual tratada		m3/año	0	0	0	136.866	155.970	214.448	261.517
Carga contaminante generada	DQO	Kg/año	1.084.011	1.101.616	1.119.506	1.137.687	1.156.163	1.174.939	1.194.020
	DBO_5		215.967	219.474	223.039	226.661	230.342	234.083	237.884
	SST		286.418	291.069	295.796	300.600	305.482	310.443	315.484
Carga total vertida	DQO	Kg/año	1.084.011	1.101.616	1.119.506	682.612	693.698	587.469	477.608
	DBO_5		215.967	219.474	223.039	135.997	138.205	117.041	95.154
	SST		286.418	291.069	295.796	180.360	183.289	155.221	126.194
Cobertura de alcantarillado		%	52,39%	62%	72%	82%	92%	100%	100%
Vertimiento eliminados		UND	15	3	3	3	3	2	0

Continuación Tabla 9-2. Indicadores de seguimiento al PSMV del corregimiento de Borrero Ayerbe, municipio de Dagua.

NOMBRE DEL INDICADOR		UNIDAD	CUMPLIMIENTO DE METAS EN EL HORIZONTE DE PLANEACIÓN						
			2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Volumen total de agua residual generada		m3/año	442.941	450.134	457.444	464.873	472.423	480.095	487.891
Volumen de agua residual recolectada/transportada		m3/año	442.941	450.134	457.444	464.873	472.423	480.095	487.891
Volumen de agua residual tratada		m3/año	310.058	360.107	411.700	455.576	462.974	470.493	478.134
Carga contaminante generada	DQO	Kg/año	1.213.411	1.233.117	1.253.143	1.273.494	1.294.175	1.315.193	1.336.551
	DBO_5		241.747	245.673	249.663	253.718	257.838	262.025	266.281
	SST		320.608	325.814	331.106	336.483	341.947	347.500	353.144
Carga total vertida	DQO	Kg/año	364.023	246.623	125.314	25.470	25.884	26.304	26.731
	DBO_5		72.524	49.135	24.966	5.074	5.157	5.241	5.326
	SST		96.182	65.163	33.111	6.730	6.839	6.950	7.063
Cobertura de alcantarillado		%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Vertimiento eliminados		UND	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: ECOINTEGRAL LTDA., 2023.

* Criterios de evaluación y seguimiento contemplado en la Res 1433/2004;
** Indicadores establecidos de acuerdo a la resolución No. 0631 del 17 de marzo de 2015, capítulo V, art. 8, concentraciones para una carga menor o igual a 625 Kg/d DBO;
*** Las cargas de DQO fueron estimadas según lo resultados de la caracterización quedando dentro de lo teórico establecido en la Res. 0330 de 2017 para la línea base para caracterización de aguas residuales.

10 REFERENCIAS

CODEPARH. (2017). *Política pública departamental de ambiente y gestión integral del recurso hídrico del Valle del Cauca 2017 - 2027.* Consejo Departamental de Política Ambiental y Gestión Integral del Recurso Hídrico, Gobernación del Valle del Cauca, Cali - Colombia.

CONSORCIO FEXARTE. (2023). *ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CORREGIMIENTO DE BORRERO AYERBE, MUNICIPIO DE DAGUA.* Contrato de Consultoría No. 2000.13.04.005-2021, Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P., Santiago de Cali.

CVC. (2013). *Objetivos de Calidad de Cuerpos de Agua Priorizados de la Cuenca del Rio Dagua.* Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Dirección Técnica Ambiental, Santiago de Cali.

CVC. (2017). *Balance Oferta - Demanda de Agua, Cuenca del Rpio Dagua.* Grupo de Recursos Hídricos, Dirección Técnica Ambiental. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2018-09/Balance_Dagua_0.pdf

CVC. (2018). *Caudales específicos para las cuencas en el depatamento del Valle del Cauca.* Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Gerencia de Recursos Hídricos, Santiago de Cali. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2018-10/InfoRendimientos_2018_0.pdf#page=151&zoom=100,109,114

CVC. (18 de mayo de 2018). *Gerencia de Cuencas el Camino para la Administración del Capital Natural*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca: https://www.cvc.gov.co/asi-es-cvc/cvc-por-cuencas

CVC. (2023). *Objetivos de calidad del río cauca - tramo valle del cauca, documento técnico de soporte.* Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Dirección Técnica Ambiental, Santiago de Cali. https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2023-06/Res.% 200298% 20de% 202023% 20-% 20Objetivos% 20de% 20calidad% 20del% 20r% C3% ADo% 20Cuaca% 20-% 20Tramo% 20Valle% 20del% 20Cauca.pdf

DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) DANE - Información para todos: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y vivienda 2018 Colombia*. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE) Retrieved 28 de agosto de 2022, from https://dane.maps.arcgis.com/Servicios Públicos: https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2749922ca5f8469db9990986c02b1b93

EOT. (2002). *Esquema de Ordenamiento Territorial.* Concejo Municipal de La Cumbre. La Cumbre: Acuerdo No. 022 de 11 de junio de 2002.

MAVDT. (diciembre de 2004). *Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV.*

MAVDT. (2004). *Resolución 1433 de 2004.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, "Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones", Bogotá D.C.

MAVDT. (2005). *Guía Metodológica para la Elaboración de los PSMV.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, "Guía Metodológica para la Elaboración de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.", Bogotá.

meteoblue. (2022). *meteoblue, close to you*. (meteoblue, Editor) Retrieved 2022, from https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/palmira_colombia_3665658

Minambiente. (26 de mayo de 2015). *Decreto 1076 de 2015, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá D.C.

Minvivienda. (26 de mayo de 2015). *Decreto 1077 de 2015, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.".* Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Bogotá D.C.

SSPD. (junio de 2009). *ANEXO RESOLUCION No. SSPD - 20094000015085 DEL 11- 06-2009.* "Por la cual se unifica en un solo acto administrativo la normatividad expedida en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico para el cargue de la información al SUI", Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá. https://sui.superservicios.gov.co/sites/default/files/2022-05/Resolucion_20104000001535_2010%20%282%29.pdf

SUI. (2016). *Sistema Único de Información de Servicios Públicos.* Servicios y actividades: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/reporte?integration_masterreport=hdv_gen_001_public&formatting_chosenformat=Integrador&idreporte=hdv_gen_001_public&hdv_gen_001_public.empresa=2155&hdv_gen_001_public.topico=99&hdv_gen_001_public.servicio=1

topographic-map.com. (2017). *topographic-map.com*. (O. SAS, Editor) Retrieved agosto de 2022, from https://es-co.topographic-map.com/maps/rghj/palmira/

2 ANEXOS

ANEXO 1. FICHAS DE CAMPO DIAGNÓSTICO
ANEXO 2. PLANO DIAGNÓSTICO PSMV 2023
ANEXO 3. INFORMACIÓN PREDIO PTAR
ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS
ANEXO 5. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA
ANEXO 6. PLAN DE ACCIÓN