Contrato de consultoría N°2000.13.04.001-2023

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV) DEL CORREGIMIENTO PAILA ARRIBA DEL MUNICIPIO DE BUGALAGRANDE, VALLE DEL CAUCA



Vía a Sevilla, entrada Paila Arriba, Bugalagrande.

OCTUBRE 2023

VALLECAUCANA DE AGUAS S.A. E.S.P. | Valle Invencible | GOBERNACIÓN VALLE DEL CAUCA | Ecointegral Innovación & sostenibilidad

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN 8
2. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS 10
3. GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD 14
   3.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN 14
   3.2. CARACTERISTICAS BIOFISICAS 14
      3.2.1. Geología 14
      3.2.2. Hidrología 15
   3.3. SOCIO-ECONÓMICAS 15
      3.3.1. Demografía 15
      3.3.2. Población beneficiada (proyección de población) 16
      3.3.3. Economía 20
      3.3.4. Equipamientos 21
      3.3.5. Vías 21
   3.4. SERVICIOS PÚBLICOS 21
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 22
   4.1. SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO 22
      4.1.1. Recolección de Residuos Sólidos 22
      4.1.2. Aspectos Institucionales de la Prestación del Servicio de Acueducto 22
      4.1.3. Descripción del sistema de abastecimiento de agua 23
      4.1.4. Descripción del sistema de alcantarillado 23
      4.1.5. Usuarios No Conectados al Sistema de Alcantarillado (UNC) 25
      4.1.6. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales 33
   4.2. VERTIMIENTOS 35
      4.2.1. Vertimiento Puntual Colectivo (VPC) 36
      4.2.2. Vertimiento Puntual Directo (VPD) 36
      4.2.3. Caracterización de vertimientos 43
   4.3. CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES 47
      4.3.1. Asignación de caudales 47

4.3.2. Cargas Contaminantes 49
5. FUENTES DE AGUA RECEPTORAS 51
5.1. DESCRIPCIÓN FUENTE RECEPTORA 52
5.2. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA 55
5.3. CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA 58
6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 63
6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES 63
6.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES 64
7. PROSPECTIVA 67
7.1. ANÁLISIS ESTRATEGICO 67
7.2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 69
7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES 70
7.3.1. Relación de programas, proyectos, actividades y metas 72
8. PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN 75
9. SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN 83
9.1. PROYECCIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES 83
9.2. SEGUIMIENTO DEL PSMV 83
10. REFERENCIAS 86
ANEXOS 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actores involucrados en el PSMV del centro poblado de Paila Arriba 10
Tabla 2. Proyecciones de población DANE (censo poblacional 2018) hasta el año 2035 – municipio de Bugalagrande (Valle del Cauca) 16
Tabla 3. Información de los censos poblacionales DANE 2018, 2005, 1993, y 1985 - municipio de Bugalagrande. 17
Tabla 4. Proyección aritmética del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 17
Tabla 5. Proyección Geométrica del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 18
Tabla 6. Proyección exponencial del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 19
Tabla 7. Comportamiento poblacional del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 20
Tabla 8. Tarifas de la Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba 22
Tabla 9. Características generales del sistema de alcantarillado 25
Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo 26
Tabla 11. Listado de vertimientos puntuales colectivos identificados en campo 36
Tabla 12. Vertimientos Puntuales Directos encontrados en campo 37
Tabla 13. Vertimientos Puntuales Directos generados por la actividad porcina en el centro poblado de Paila Arriba 42
Tabla 14. Parámetros físico-químicos de las aguas residuales del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 43
Tabla 15. Carga másica Kg/d de DBO_5 del VPC1 44
Tabla 16. Parámetros de Vertimientos a cuerpos de agua 44
Tabla 17. Características típicas de un agua residual municipal 45
Tabla 18. Cargas Per cápita Generadas en el centro poblado del Corregimiento Paila Arriba 49
Tabla 19. Cálculo de cargas Contaminantes Corregimiento Paila Arriba 50
Tabla 20. Cálculo de cargas Contaminantes presuntivas Corregimiento Paila Arriba 50
Tabla 21. Caracterización del río La Paila 55
Tabla 22. Caculo del ICA del río Paila Arriba 58
Tabla 23. Valor del índice de calidad del agua 59
Tabla 24. Índices de contaminación para el río La Paila 60
Tabla 25. Balance de masas por sustratos para el río La Paila 61
Tabla 26. Objetivos de calidad para el tramo III de la cuenca del río Cauca 62
Tabla 27. Variables identificadas en el manejo de aguas residuales del corregimiento 64
Tabla 28. Criterios de valoración de variables en la matriz de evaluación de efectos 64
Tabla 29. Matriz de evaluación de variables esenciales del PSMV del centro poblado del Corregimiento Paila Arriba 65
Tabla 30. Clasificación de variables del PSMV del centro poblado Paila Arriba 67
Tabla 31. Relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas del PSMV centro poblado Paila Arriba 73

Tabla 32. Matriz Planificación PSMV Centro poblado Corregimiento Paila Arriba 77
Tabla 33. Cronograma de ejecución del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba 79
Tabla 34. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba 80
Tabla 35. Resumen de inversiones PSMV (2024-2033) 82
Tabla 36. Proyección de cargas contaminantes en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba 84
Tabla 37. Indicadores de seguimiento PSMV Centro Poblado Corregimiento Paila Arriba 85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Estructuras del actual sistema de tratamiento del centro poblado de Paila Arriba 33
Fotografía 2. Terreno del STAR del centro poblado de Paila Arriba 34
Fotografía 3.Lote STAR propuesto por Hidrovalle 34
Fotografía 4. Emisario final del alcantarillado del centro poblado de Paila Arriba 36
Fotografía 5. Cámara 3 colmatada 43
Fotografía 6. Laguna del centro poblado de Paila Arriba 52
Fotografía 7. Drenaje de la laguna 53
Fotografía 8. Quebrada sin nombre del sector el Vergel 53
Fotografía 9. Quebrada La Nicolasa 54
Fotografía 10. Río La Paila, en el centro poblado de Paila Arriba 55
Fotografía 11. Cartografía social del centro poblado Paila Arriba 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica centro poblado del corregimiento Paila Arriba– Municipio de Bugalagrande.. 14
Figura 2. Crecimiento poblacional método aritmético. 18
Figura 3. Crecimiento poblacional método geométrico. 19
Figura 4. Crecimiento poblacional método exponencial. 20
Figura 5. Sistema de alcantarillado existente en el centro poblado Paila Arriba. 24
Figura 6. Ubicación del lote STAR propuesto por Hidrovalle 35
Figura 7. Componentes del STAR diseñado para el centro poblado del corregimiento de Paila Arriba..... 35
Figura 8. Comportamiento del caudal del vertimiento VPC 1..... 47
Figura 9. Fuentes receptoras de vertimientos del centro poblado del corregimiento Paila Arriba. 51
Figura 10.Ubicación de la estación de monitoreo de la CVC sobre el río La Paila, puntos de muestreo, y VPC1. 57
Figura 11. Balance de masas 60
Figura 12. Esquema de las relaciones directas de influencia/dependencia entre las variables evaluadas para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba..... 66
Figura 13. Representación gráfica del sistema de variables evaluadas para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba 67

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Datos poblacionales (DANE y sisbén), se encuentra en formato digital
Anexo 2. Encuestas de los UNC a la red de alcantarillado (se encuentra en formato digital)
Anexo 3. Empresa prestadora del servicio de Aseo de Bugalagrande, Proactiva S.A. E.S.P.
Anexo 4. Información organizacional del acueducto de Paila Arriba
Anexo 5. Actas de reunión
Anexo 6. Usuarios de la asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba
Anexo 7. Resultados de la UES
Anexo 8. Fichas de campo
Anexo 9. Plano de la red de alcantarillado existente y localización de los puntos georeferenciados
Anexo 10. Caracterización del vertimiento puntual colectivo
Anexo 11. Caracterización fuente hídrica río La Paila
Anexo 12. Cargas contaminantes (calculos) (se encuentra en formato digital)
Anexo 13. Alcantarillado proyectado

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 (Vallecaucana de Aguas, 2023).

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 elaboración del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para el Corregimiento de Paila Arriba en el municipio de Bugalagrande.

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 teniendo en cuenta la información disponible sobre calidad y uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, objetivos de calidad definidos por la Autoridad Ambiental, criterios de priorización de proyectos definidos en el artículo 12 de la Resolución 330 de 2017, o la que haga sus veces, parámetros de formulación de la guía metodológica del Ministerio de ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2005) y el modelo PSMV Simplificado emitido por la CVC. La definición de criterios para la priorización de programas, proyectos y actividades se realizó siguiendo los parámetros definidos en el Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) y lo dispuesto en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial – POT o 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 Bugalagrande 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 Paila Arriba, a fin de lograr la mitigación de los impactos ambientales generados por los vertimientos al río La Paila, 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.

El presente documento contiene el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos incorporando un diagnóstico de la situación sanitaria actual del centro poblado del corregimiento de Paila Arriba, el cual tiene sistema de conducción de las aguas residuales domésticas y de evacuación de aguas lluvias en condiciones deficientes y no cuenta con un sistema eficiente de tratamiento para las aguas residuales generadas por su población, y estas son condiciones mínimas para mejorar la calidad de vida de los habitantes, disminuir las enfermedades asociadas al manejo inadecuado de aguas residuales, y mitigar el impacto ambiental que generan las descargas de estas aguas sobre los cuerpos de agua receptores y el suelo, lo cual incide no solo en la calidad del recurso hídrico sino también en los ecosistemas y comunidades asociadas a éste. A partir de lo anterior, se aplica la metodología para formulación de los PSMV, obteniendo el plan de acción, inversiones y seguimiento en concordancia con los acuerdos realizados para garantizar la recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas generadas en esta localidad y de esta manera aportar al cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante para el río Cauca.

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 generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba, municipio de Bugalagrande.

Tabla 1. Actores involucrados en el PSMV del centro poblado de Paila Arriba

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDAD Y FUNCIÓN
NACIONAL	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)	Entidad de control	- Formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones en materia de vivienda y financiación de vivienda, desarrollo urbano, ordenamiento territorial y uso del suelo en el marco de sus competencias, agua potable y saneamiento básico, así como los instrumentos normativos para su implementación. - Diseñar y promover programas especiales de agua potable y saneamiento básico para el sector rural, en coordinación con las entidades competentes del orden nacional y territorial. - Contratar el seguimiento de los proyectos de acueducto, alcantarillado y aseo que cuenten con el apoyo financiero de la Nación. - A través del Vice-ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, se asume el rol de planeación, control y vigilancia en la implementación de las políticas y normas de los servicios públicos domiciliarios; así como el de asesoría técnica y capacitación a organismos prestadores de estos servicios. Fuente: (http://www.minvivienda.gov.co/Ministerio).
	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente	Entidad pública de la rama ejecutiva	Es rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación.
	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)	Unidad Administrativa Especial, con autonomía administrativa, técnica y patrimonial, adscrita al MVCT	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 (www.cra.gov.co). Es decir, es la encargada de emitir la reglamentación necesaria para la protección de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.

Fuente: Ecointegral Ltda. Enero, 2023.

Continuación Tabla 1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado de Paila Arriba

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDAD Y FUNCIÓN
NACIONAL	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. Adicionalmente, junto con el Consejo Nacional de Política Económica y Social –CONPES–, constituyen el conducto por medio del cual el Presidente de la República ejerce su función de máximo orientador de la planeación nacional (www.dnp.gov.co).
	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)	Organismo de carácter técnico creado por la Constitución de 1.991 para que, por delegación del presidente de la República, ejerza 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 142de 1.994, con sus normas reglamentarias y las que expidan las Comisiones de Regulación. (www.superservicios.gov.co).
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. Administrar los recursos cedidos por la nación, atendiendo su destinación legal cuando la tengan.

Fuente: Ecointegral Ltda. Enero, 2023.

Continuación Tabla 1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado de Paila Arriba

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES
DEPARTAMENTAL	Gobernación del Valle del Cauca	Entidad pública de carácter administrativo	Realizar el seguimiento y evaluación de la acción de los municipios y de la prestación de servicios a cargo de estos e informar los resultados de la evaluación y seguimiento a la nación, autoridades locales y a la comunidad. Organizar sistemas de coordinación de las entidades prestadoras de servicios públicos y promover, cuando razones técnicas y económicas lo aconsejen, la organización de asociaciones de municipios para la prestación de servicios públicos, o la celebración de convenios para efectos del mismo.
	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca(CVC)	Autoridad Ambiental Competente	Formular los Planes de Ordenamiento del Recurso – POR y los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas – POMCH. Definir los objetivos de calidad para la cuenca, tramo o cuerpo de agua receptor y las metas global e individual de reducción de carga contaminante. Regular las normas de vertimiento de aguas residuales; controlar y vigilar el cumplimiento de las normas de vertimiento, del cobro de tasas retributivas por contaminación, y de la ejecución de los PSMV.
	Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P.	Gestor del PDA del Valle del Cauca y 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, en los términos del Artículo 5 del decreto 2246 de octubre 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 (http://vallecaucanadeaguas.com).
MUNICIPAL	Alcaldía Municipal	Entidad administrativa	Cumplir con la prestación efectiva de los servicios públicos sociales y domiciliarios. Y en el caso del corregimiento Paila Arriba es el responsable de realizar el mantenimiento de la red de alcantarillado. Encargada de designar las empresas prestadoras de los servicios públicos. En caso de no hacerlo, tiene bajo su responsabilidad el implementar y hacer seguimiento al PSMV.

Fuente: Ecointegral Ltda. Enero, 2023.

Continuación Tabla 1. Actores involucrados en el PSMV del Centro poblado de Paila Arriba

NIVEL	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDAD Y FUNCIÓN
MUNICIPAL	Alcaldía Municipal	Entidad administrativa	Desarrollar las obras públicas de acuerdo a las necesidades de la población urbana y rural. Solucionar las necesidades insatisfechas de salud, educación, saneamiento ambiental, agua potable, servicios públicos domiciliarios, vivienda recreación y deporte, con especial énfasis en la niñez, la mujer, la tercera edad y los sectores discapacitados, directamente y en concurrencia, complementariedad y coordinación con las demás entidades territoriales y la Nación, en los términos que defina la ley. Responsable del cumplimiento de la meta individual de reducción de carga contaminante en el corregimiento Paila Arriba y responsable del pago de tasa retributiva por contaminación, hasta que contrate una empresa prestadora del servicio de alcantarillado para la localidad.
LOCAL	Asociación de Usuarios del Acueducto de Paila Arriba.	Asociación Civil: Entidad prestadora del servicio público de acueducto.	Prestar el servicio de acueducto al centro poblado corregimiento de Paila Arriba.

Fuente: Ecointegral Ltda. Enero, 2023.

3. GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD

3.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

Al noreste del departamento del Valle del Cauca, en el municipio de Bugalagrande, se localiza el corregimiento de Paila Arriba, el cual tiene una extensión de 6.617 Ha (Manov, 2013) de las cuales 8,27 Ha corresponden a la zona nucleada. Esta localidad limita al norte con los municipios de Zarzal y Sevilla, al sur con el corregimiento de Ceilan, al oriente con el corregimiento de Chorreras, y al occidente con el corregimiento Galicia (EOT; 1999).En la Figura 1, se presenta su ubicación geográfica.

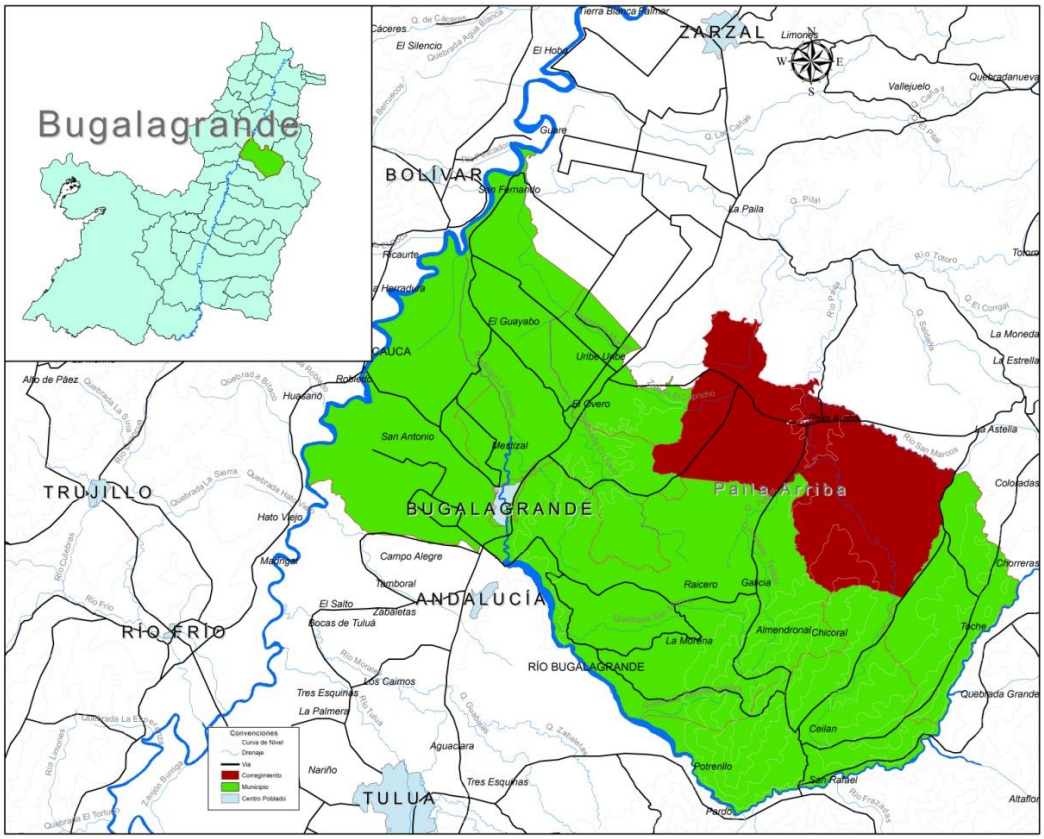


Figura 1. Ubicación geográfica centro poblado del corregimiento Paila Arriba– Municipio de Bugalagrande

3.2. CARACTERISTICAS BIOFISICAS

Según el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Bugalagrande, el suelo del corregimiento de Paila Arriba está clasificado como urbano, el cual tiene la probabilidad de ocurrencia de fenómenos peligrosos por amenazas naturales, como inundación.

3.2.1. Geología

Parte del corregimiento Paila arriba está representado por la formación la Paila (Tmp), abarcandoun área afectada por tectonismo, está constituida por conglomerados, areniscas, tobas y arcillas, en un ambiente de

tipo continental y eminentemente aluvial, la formación la Paila es de edad mioceno tardío y representan en el municipio el 27.7% de su área (EOT, 1999).

Los procesos degradacionales más frecuentes en el corregimiento se presentan por fenómenos de erosión, remoción en masa y fracturación por meteorización del material del suelo. Esta meteorización principalmente es química por hidrólisis y es más severo en las áreas que no están protegidas por bosque o donde el suelo está en continua intervención con cultivos limpios o café a libre exposición (EOT, 1999).

3.2.2. Hidrología

El corregimiento Paila Arriba está localizado en la cuenca del río La Paila, la cual confluye en la margen derecha del río Cauca, vertiente del océano atlántico. La cuenca se localiza al nororiente del departamento del Valle del Cauca, cuenta con 441 Km^2 hasta su desembocadura, con una precipitación media anual de 1.696 mm., una temperatura de 22°C, un brillo solar de 4,4 horas y un caudal anual de 4.934 l/s. El municipio de Bugalagrande posee 169,39 km^2 de área total de la cuenca. Limita al norte con la cuenca de la quebrada Las Cabañas, al oriente con la cuenca del río La Vieja y el río Bugalagrande, al sur con la cuenca del río Bugalagrande y al occidente con el río Cauca (CVC, 2009).

Sus principales tributarios son los ríos Totoró y San Marcos y las quebradas San Pablo, Fatigosa y Tetillal, con una longitud de 14,6 km en la zona alta, 8,9 km en la zona media y 19 km en la zona baja (Resolución 0100 No. 0600-0078 del 19 de febrero de 2009). Las aguas del río la Paila son distribuidas por una red de canales conformada por 3 derivaciones y captaciones directas por bombeo del cauce (CVC, 2007). La zona de consumo cuenta con un caudal disponible de 1.060 L/s (Resolución 0100 No. 0600-0078 del 19 de febrero de 2009).

El agua del río La Paila son empleadas para múltiples usos, tales como, piscícola, riego de diferentes cultivos, abrevadero de ganado y abastecimiento de acueductos veredales, de corregimientos y de los municipios de Sevilla y Zarzal (Resolución 0100 No. 0600-0078 del 19 de febrero de 2009).

3.3. SOCIO-ECONÓMICAS

3.3.1. Demografía

De acuerdo al censo del DANE, en el 2018 el centro poblado Paila Arriba tenía una población de 568 habitantes, y un total de 155 viviendas, con una relación de 3 habitantes/vivienda para este centro poblado del municipio de Bugalagrande. De otro lado, la Alcaldía Municipal a través de la oficina del SISBEN registra para el año 2014, 724 habitantes distribuidos en 180 viviendas (Anexo 1).

Durante el trabajo de campo en el año 2023, el equipo técnico de Ecointegral Ltda realizó el conteo de viviendas encontrando un total de 221 viviendas, las cuales incluyen 8 entidades de carácter público y privado, como: la estación de policía, la iglesia católica, la caseta comunal, el puesto de salud, la escuela, una discoteca, un piqueteadero y la iglesia pentecostal.

Es necesario aclarar que para el desarrollo del presente documento se toma el número de viviendas contabilizadas en campo y los datos de densidad población del DANE.

La población del centro poblado habita viviendas que corresponden a unidades habitacionales típicas conformadas por casas, algunas con pequeñas parcelaciones de tipo avícola y porcina. El material

predominante de construcción es el ladrillo con repello, con techo en teja de barro y piso en cemento (Anexo 2).

3.3.2. Población beneficiada (proyección de población)

El censo DANE 2018 a nivel nacional, departamental y municipal realizó proyecciones hasta el año 2035. La información consolidada tanto para cabecera como para zona rural se presenta en cifras en la Tabla 2.

Tabla 2. Proyecciones de población DANE (censo poblacional 2018) hasta el año 2035 – municipio de Bugalagrande (Valle del Cauca)

	Departamento		Municipio	
Año	Cabecera municipal	Centros poblados y rural disperso	Cabecera municipal	Centros poblados y rural disperso
2018	3.809.542	666.344	--	--
2019	3.840.356	666.412	--	--
2020	3.866.560	665.592	13.116	12.247
2021	3.893.175	663.577	13.438	12.362
2022	3.928.365	660.913	13.639	12.275
2023	3.964.228	657.904	13.824	12.196
2024	4.001.099	655.275	13.962	12.159
2025	4.038.740	653.018	14.083	12.125
2026	4.076.974	651.122	14.204	12.069
2027	4.115.535	649.573	14.301	12.022
2028	4.154.171	648.362	14399	11.971
2029	4.192.628	647.482	14.481	11.922
2030	4.230.809	646.953	14.574	11.875
2031	4.268.486	646.539	14.634	11.826
2032	4.305.397	645.979	14.705	11.801
2033	4.341.508	645.266	14.793	11.742
2034	4.376.787	644.397	14.848	11.688
2035	4.411.291	643.376	14.918	11.655

Fuente: DANE, 2018 (https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion)

Las proyecciones del DANE en el censo 2018 para el municipio de Bugalagrande cabecera municipal reflejan un comportamiento creciente similar al departamental; sin embargo, para el área rural se refleja un comportamiento decreciente con el transcurrir de los años, lo que indica baja probabilidad de crecimiento de los centros poblados en zonas rurales. Este comportamiento sigue la misma tendencia analizada para la zona rural del departamento del Valle del Cauca aunque tiene una tendencia más constante.

Bajo la metodología expresa del reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico -RAS, cuyas actualizaciones se normatizaron en las resoluciones 0548 de 2022, 0330 de 2017, 0799 de 2021, y en los manuales de buenas prácticas; y considerando los datos de población del DANE (censo poblacional 2018, 2005, 1993, 1985), la información levantada en campo, y un horizonte del proyecto de diez (10) años, se realizan las proyecciones de población para el corregimiento Paila Arriba. La Tabla 3 presenta la información de los censos poblacionales DANE 2018, 2005, 1993, y 1985, para el municipio de Bugalagrande.

Tabla 3. Información de los censos poblacionales DANE 2018, 2005, 1993, y 1985 - municipio de Bugalagrande.

Año	Cabecera municipal	Centros poblados y rural disperso	Total
1985	10.321	13.176	23.497
1993	10.042	10.796	20.838
2005	11.217	9.773	20.990
2018	12.670	11.648	24.318

Fuente: DANE, 2023

Método Aritmético: El método aritmético supone un crecimiento lineal de la población, para determinar un crecimiento aplicable al corregimiento de Paila Arriba se realiza el análisis del comportamiento poblacional, con base en información que reposa en los censos del DANE y los datos levantados en campo en 2023. Dentro de los análisis poblacionales se tienen tasas negativas y positivas, por lo cual, se descarta usar promedio de tasas, y se emplea la tasa positiva del último periodo censal 2005-2018, siendo esta 144. Las tasas de crecimiento se calcularon con la población de la zona rural del municipio de Bugalagrande. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 4 y en la Figura 2 se presenta el comportamiento gráfico del crecimiento poblacional.

El cálculo de la proyección poblacional con el método aritmético usa la siguiente fórmula:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

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

Tabla 4. Proyección aritmética del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Año	Población proyectada	Año	Población proyectada
2023	663	2029	1.528
2024	807	2030	1.673
2025	951	2031	1.817
2026	1.096	2032	1.961
2027	1.240	2033	2.105
2028	1.384	2034	2.250

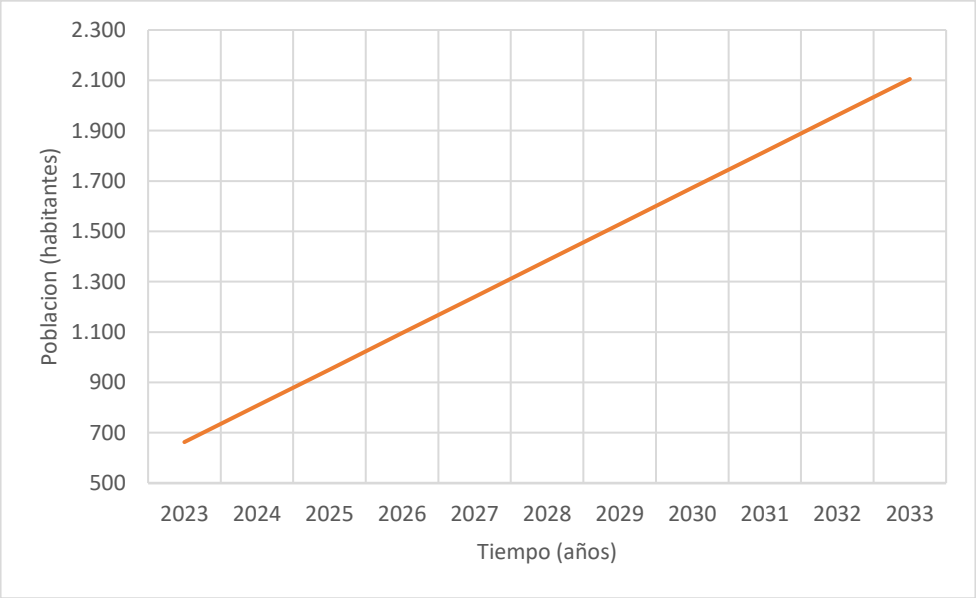


Figura 2. Crecimiento poblacional método aritmético.

Método Geométrico: El análisis del crecimiento poblacional por el método geométrico se obtiene con información que reposa en los censos del DANE y los datos levantados en campo en 2023. Dentro de los análisis poblacionales se tienen tasas negativas y positivas, por lo cual, se descarta usar promedio de tasas, y se emplea la tasa positiva del último periodo censal 2005-2018, siendo esta 0.0136. Las tasas de crecimiento se calcularon con la población de la zona rural del municipio de Bugalagrande. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 5 y en la Figura 3 el comportamiento gráfico del crecimiento poblacional.

El cálculo de la proyección poblacional con el método geométrico usa la siguiente fórmula:

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

Dónde:
P_f: Población Proyectada
P_{uc}: Población Censada
T_{uc}: Año censado
T_f: Año proyectado
r: Tasa de crecimiento anual en forma decimal

Tabla 5. Proyección Geométrica del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Año	Población proyectada	Año	Población proyectada
2023	663	2029	719
2024	672	2030	729
2025	681	2031	739
2026	690	2032	749
2027	700	2033	759
2028	709	2034	769

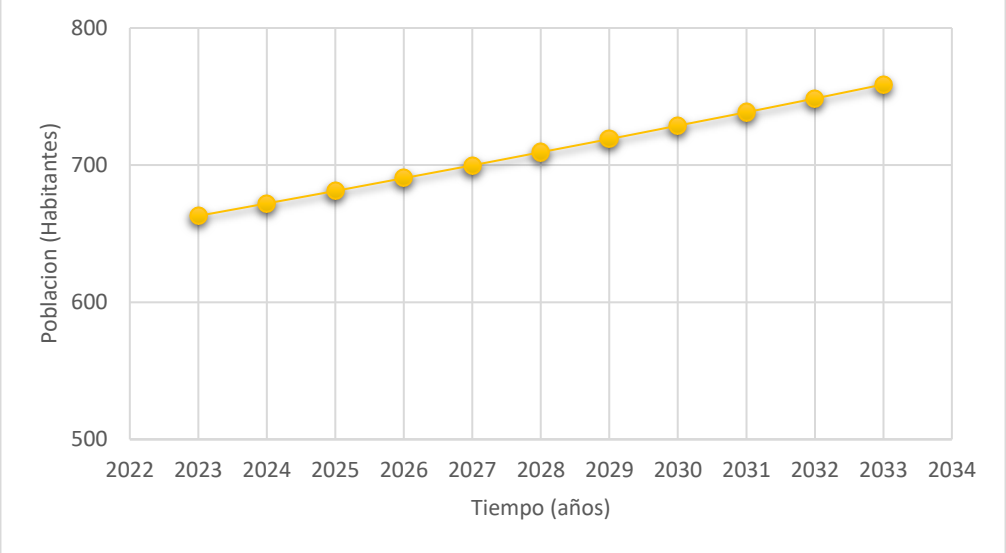


Figura 3. Crecimiento poblacional método geométrico.

Método Exponencial: El análisis del crecimiento poblacional por el método exponencial se obtiene con información que reposa en los censos del DANE y los datos levantados en campo en 2023. Dentro de los análisis poblacionales se tienen tasas negativas y positivas, por lo cual, se descarta usar promedio de tasas, y se emplea la tasa positiva del último periodo censal 2005-2018, siendo esta 0.0130. Las tasas de crecimiento se calcularon con la población de la zona rural del municipio de Bugalagrande. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 6 y en la Figura 4 el comportamiento gráfico del crecimiento poblacional.

El cálculo de la proyección poblacional con el método exponencial usa la siguiente fórmula:

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

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

Tabla 6. Proyección exponencial del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Año	Población proyectada	Año	Población proyectada
2023	663	2029	719
2024	672	2030	729
2025	681	2031	739
2026	690	2032	749
2027	700	2033	759
2028	709	2034	769

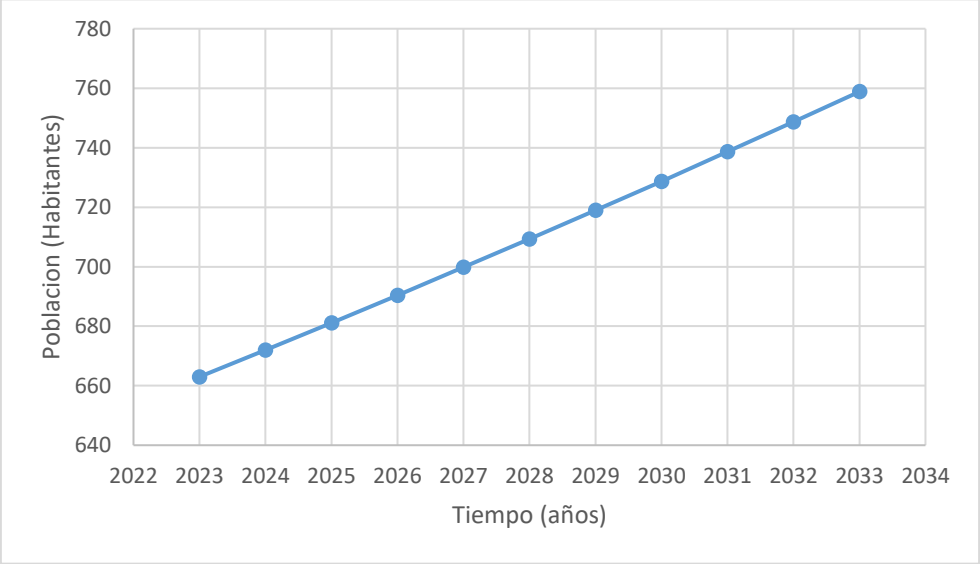


Figura 4. Crecimiento poblacional método exponencial.

Considerando el análisis de métodos de proyección de población y teniendo en cuenta que el comportamiento del centro poblado del corregimiento Paila Arriba es decreciente, se indica que el presente documento será formulado por medio del método geométrico, estimando que para el **año 2033**, la población total para el corregimiento será de **759 habitantes** tal como se muestra en la Tabla 5. La determinación anterior esta en coherencia no solo con los datos de crecimiento señalados por el DANE, sino también con la información levantada en campo en el año 2014 Vs el año 2023 (Tabla 7).

Tabla 7. Comportamiento poblacional del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Año (levantamiento de información)	Número de habitantes	Número de viviendas	Observaciones
2014	--	175	Información de campo 2014
	724	--	Datos del Sisbén
	643	142	Información DANE 2005. Con una densidad poblacional de 4,5 habitantes/vivienda
2023	663	221*	Con una densidad poblacional de 3 habitantes/vivienda según el DANE 2018

* Información de campo 2023

3.3.3. Economía

El corregimiento tiene una mayor relación cultural, económica y funcional con el municipio de Sevilla dado su origen de asentamientos de colonización antioqueña (POMCH, 2009), por lo tanto la población del corregimiento se desplaza a otros corregimientos o municipios para laborar, dado que son pocas las viviendas que tienen una actividad económica como la ganadería, cría de cerdos, corte de guadua, ladrilleras y tiendas.

La vía Uribe – Paila Arriba se encuentra constituido por rocas verdes de cretáceo (diabasas) las cuales pueden representar una actividad económica futura, sin embargo esta posibilidad está siendo evaluada por el municipio (EOT, 1999).

3.3.4. Equipamientos

El centro poblado tiene un centro de salud de atención prehospitalaria, una escuela de educación básica primaria y secundaria (hasta grado 9) denominada "I.E. Mariana Ospina Pérez" la cual atiende población del mismo corregimiento, una inspección de policía, una caseta comunal y una iglesia católica.

3.3.5. Vías

El centro poblado cuenta con una vía de acceso principal la cual funciona como vía intermunicipal dado que comunica el municipio de Bugalagrande con Sevilla, esta vía pavimentada cuenta con 14,5 km de longitud (Uribe – corregimiento Paila Arriba), una vía secundaria de 8,5 km de longitud, la cual no se encuentra pavimentada y comunica el centro poblado con el corregimiento de Galicia(Callejón el vergel) y un callejón pavimentado denominado Calle larga, con una longitud de 0,4 km, donde se concentra la mayor parte de la población. Los demás son calles pequeñas denominadas callejones (el tejo, La Floresta, Sin nombre, jardín etapa 1 y 2), los cuales se localizan a lo largo de la vía a Galicia.

3.4. SERVICIOS PÚBLICOS

El centro poblado cuenta con servicios básicos de nivel primario como energía, aseo, telecomunicaciones, acueducto y alcantarillado. A continuación se mencionan las empresas o entidades encargadas de prestar los servicios.

Energía eléctrica: Es prestado por la empresa de Energía del Pacífico S.A. E.S.P. -EPSA-, con una cobertura del 100% para el 2013.

Comunicaciones: En el centro poblado hay señal de celular de las empresas de telefonía celular Claro y Movistar. No hay servicio de telefonía fija.

Servicio de aseo: El servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos es brindado por la empresa Proactiva del municipio de Bugalagrande, con una frecuencia de recolección de una vez cada 8 días.

Acueducto: La empresa prestadora del servicio de agua potable es la Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba, con una cobertura del 73,8% para el centro poblado.

Alcantarillado: La administración municipal de Bugalagrande, a través de la secretaria de Planeación, es la encargada del mantenimiento de la red; no se cobra tarifa por el servicio, el sistema de alcantarillado es combinado puesto que recibe parte de las aguas lluvias de patios y techos de las viviendas; las aguas lluvias de las vías públicas escurren por las laderas o se filtran en el suelo.

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se hace una descripción de cada uno de los componentes relativos al saneamiento básico del centro poblado del corregimiento Paila Arriba.

4.1. SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO

4.1.1. Recolección de Residuos Sólidos

La empresa de servicios públicos Proactiva S.A. E.S.P. es la responsable de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados en el centro poblado, con una cobertura del 100%. La recolección es realizada por la vía principal que conduce a Sevilla y por las vías secundarias (vía a Galicia y callejón Calle Larga) con una frecuencia de una vez por semana, los días miércoles.

Proactiva cobra una tarifa rural para los estratos 1 y 2 de $7.279 y $10.169 respectivamente, y para los pequeños productores oficiales rurales de $18.868. Para la recolección la empresa emplea el vehículo 5022, de placa PLQ451, sencillo, de 2 ejes, de cilindraje 4.300 y una capacidad de 9 toneladas, el cual utilizan en los sectores de Paila Arriba, Galicia y Ceylán (Anexo 3).

Los habitantes del centro poblado separan los residuos sólidos en la fuente, pero no los clasifican en reutilizables y aprovechables. Diez (10) usuarios pese a contar con el servicio de recolección queman las bolsas y otros Residuos Sólidos. La disposición final de los residuos sólidos domiciliarios se realiza en el relleno sanitario regional "Presidente" operado por la empresa Bugaseo S.A. E.S.P., localizada en la vereda Arenales, corregimiento de Presidente municipio de San Pedro (Anexo 3).

4.1.2. Aspectos Institucionales de la Prestación del Servicio de Acueducto

La Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba, está legalmente constituida y es la encargada de prestar el servicio de agua en esta localidad. La asociación está integrada por siete (7) personas: presidente, vicepresidente, secretaria, tesorera, fiscal, vocal y fontanero (Anexo 4). El recaudo de la tarifa de agua (Tabla 8) es realizado por el tesorero del acueducto y no se realiza suspensión del servicio por mora en el pago, únicamente se envía un aviso de los meses en mora y el valor.

El día 04 de diciembre de 2013, se realizó un taller con la Junta de Acción Comunal (JAC) y la asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba, el cual permitió identificar los aspectos institucionales y técnicos del sistema de acueducto, así como los problemas asociados al alcantarillado y sus posibles soluciones; el acta de la reunión realizada se incluye en el Anexo 5. Lo anterior fue validado nuevamente en el año 2023 a través de la visita de campo y oficio expedido por la asociación (Anexo 4).

Tabla 8. Tarifas de la Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba

CONSUMO	TARIFA PLENA
Residencial	$7.000
Discotecas	$9.000
Haciendas	$15.000

Fuente: Ecointegral Ltda, 2023

4.1.3. Descripción del sistema de abastecimiento de agua

El sistema de acueducto tiene una cobertura del 73,80%, con una continuidad del servicio de 24 horas para el centro poblado de Paila Arriba (sin estadísticas), atendiendo a 213 suscriptores dentro de los cuales se encuentran 1 discoteca y las haciendas aledañas (Anexo 4 y 6), es importante resaltar que durante el recorrido en campo se evidenciaron viviendas de dos pisos siendo catalogadas por la asociación como 2 suscriptores y no uno, el 26,2% restante se abastece de nacimientos localizados en la parte alta del corregimiento.

El acueducto se abastece de una (1) fuente superficial denominada río San Marcos, de la cual captan 4,0 l/s (POMCH, 2009). La asociación de usuarios del acueducto no tiene conocimiento de la concesión de aguas dado que asumieron los cargos el 29 de junio de 2013, sin embargo, en el diagnóstico y análisis de alternativas del sistema de acueducto del corregimiento de Paila Arriba establecen que la asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba no tiene concesión de aguas sobre el río San Marcos (Manov, 2013).

El sistema de acueducto funciona por gravedad y está conformado por un sistema artesanal de captación ubicado en la orilla del río San Marcos, dado que una de las crecientes de la fuente de abastecimiento afectó la estructura de captación, una (1) red de aducción, un (1) desarenador, una (1) red de conducción, una (1) unidad de desinfección, dos (2) tanques de almacenamiento y una (1) red de distribución.

El único tratamiento realizado al agua es la cloración de tipo granular, en general el estado sanitario del sistema de abastecimiento de agua es deficiente, debido al mal estado de la infraestructura, a la antigüedad y a la falta de mantenimiento de las mismas, actualmente no cuentan con micromedidores. Se debe resaltar que Vallecaucana de aguas contrató en el 2013 un estudio y diseño del acueducto como preinversión en el sector de agua y saneamiento básico para el corregimiento de Paila Arriba, en el marco del PDA.

La comunidad indica que el club Comfandi vierte sus AR de uso recreativo y doméstico al río San Marcos ante de la captación del acueducto, además el informe de análisis de calidad de agua para consumo humano realizado por la Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca (UES), la ha clasificado en un nivel de riesgo medio (IRCA 21,27%), debido a que presenta valores para turbiedad, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico, según la resolución 2115 del 2007 del MPS/MAVDT (UES, 2013) (Anexo 7).

4.1.4. Descripción del sistema de alcantarillado

La zona no cuenta con una empresa prestadora del servicio de alcantarillado por lo tanto es la Alcaldía Municipal la encargada del mantenimiento de la red y no genera ningún cobro por el servicio (Anexo 5). El sistema de alcantarillado es de tipo combinado, con una cobertura del 50,2%, correspondiente a 111 viviendas (Tabla 9). El alcantarillado tiene más de 31 años de antigüedad, por lo tanto, las redes se encuentran en mal estado, favorecen la infiltración de aguas lluvias y la percolación de aguas residuales en el suelo.

No existe un catastro del sistema de alcantarillado, sin embargo, en la visita de campo realizada por el equipo técnico de Ecointegral se encontró que esta red se encuentra por la mitad de la vía del callejón el Jardín etapa 1, y por un costado de la vía que conducen a Galicia y a los callejones el Vergel y Calle larga, con una extensión de 990 m de longitud (Figura 5), con ocho (8) cajas, nueve (9) cámaras en concreto, una tubería de conducción de aguas residuales en asbesto de 8” y 1 emisor final (Anexo 8 y 9).



Figura 5. Sistema de alcantarillado existente en el centro poblado Paila Arriba.

Tabla 9. Características generales del sistema de alcantarillado

VARIABLE	UNIDADES	VALOR
Población actual [b]	Hab	663
N° Viviendas (incluye infraestructura de instituciones)	N°	221
Caudal de dotación [c]	L/hab-día	140
Cobertura actual del sistema de acueducto [a]	%	73,8
Cobertura actual del sistema de alcantarillado [d]	%	50,2
Número de usuarios del sistema de alcantarillado [d]	viviendas	111
Número de usuarios no conectados al sistema de alcantarillado [d]	viviendas	110
Longitud instalada en alcantarillado en operación [d]	m	990

[a] Dato suministrado por la Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba
[b] Trabajo de campo, 2023 y densidad poblacional DANE 2018
[c] Resolución 2320 de 2009
[d]Ecointegral Ltda. (trabajo de campo 2013 y 2023) (Anexo 8)

Adicionalmente, se confirmó que el sistema no recibe aportes de carga contaminante provenientes de la cría de cerdos. Respecto al sistema de evacuación de aguas lluvias, el centro poblado no cuenta con un sistema pluvial, de forma que estas aguas son evacuadas por algunos canales naturales, escorrentía y filtradas por el terreno, sin embargo, las viviendas localizadas a un costado de la vía a Galicia y los callejones el jardín etapas 1 y 2 se inundan durante los episodios de lluvia por la poca infiltración.

4.1.5. Usuarios No Conectados al Sistema de Alcantarillado (UNC)

Para efectos del presente documento los Usuarios No Conectados (UNC) se toman como los usuarios que no se benefician con la prestación del servicio de alcantarillado existente y por lo tanto realizan un vertimiento puntual directo al recurso hídrico, descargan a campo abierto, ó como solución poseen sistemas de saneamiento individual.

A partir de la información recolectada en campo se contaron un total de 110 UNC a la red de alcantarillado, debido a que la zona no tiene cobertura (Anexo 8). En la Tabla 10, se consigna la información correspondiente a estos UNC y en el Anexo 9 se espacializa su ubicación en el centro poblado de Paila Arriba.

Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
1	1	Usuario no conectado 1	X	1115516.4355	Suelo - Río La Paila	Ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, al lado del puente vehicular y del río La Paila. Descarga de AR grises.
			Y	960659.5627		
			Elev.	1022.1610		
2	2	Usuario no conectado 2	X	1115507.8641	Río La Paila	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al lado del puente vehicular y del río La Paila, al lado de la ladrillera.
			Y	960718.7285		
			Elev.	1031.3848		
3	3	Usuario no conectado 3	X	1115496.1283	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal del puente vehicular y del río La Paila, en la ladrillera.
			Y	960771.9232		
			Elev.	1027.5384		
4	4	Usuario no conectado 4	X	1115465.0363	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, a un costado de la ladrillera.
			Y	960708.4904		
			Elev.	1030.1712		
5	5	Usuario no conectado 5	X	1115454.9206	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia.
			Y	960701.4846		
			Elev.	1031.3157		
6	6	Usuario no conectado 6	X	1115442.5882	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia
			Y	960695.5098		
			Elev.	1040.2068		
7	7	Usuario no conectado 7	X	1115421.6761	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la entrada al callejón que conduce a Galicia, en el billar
			Y	960700.1947		
			Elev.	1036.8202		
8	8	Usuario no conectado 8	X	1115411.5120	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, a un costado del billar.
			Y	960692.2957		
			Elev.	1036.8200		
9	9	Usuario no conectado 9	X	1115401.5658	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, a un lado del piqueteadero jireth
			Y	960692.2571		
			Elev.	1036.8201		
10	10	Usuario no conectado 10	X	1115393.7752	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, en el piqueteadero jireth.
			Y	960702.5969		
			Elev.	1022.0264		
11	11	Usuario no conectado 11	X	1115382.1701	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la tienda diagonal a la inspección de policía y enseguida del piqueteadero jireth.
			Y	960700.8543		
			Elev.	1031.6243		
12	12	Usuario no conectado 12	X	1115367.6517	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la discoteca, diagonal a la inspección de policía y a un lado de la tienda
			Y	960690.6452		
			Elev.	1037.4916		
13	13	Usuario no conectado 13	X	1115352.2527	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y enseguida de la discoteca.
			Y	960705.0009		
			Elev.	1038.7377		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); * Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [(a)]	Nombre [(a)]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
14	14	Usuario no conectado 14	X	1115333.9071	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la inspección de policía.
			Y	960691.6802		
			Elev.	1021.7910		
15	15	Usuario no conectado 15	X	1115325.7816	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la inspección de policía.
			Y	960690.4356		
			Elev.	1021.7911		
16	16	Usuario no conectado 16	X	1115316.8405	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica
			Y	960699.4531		
			Elev.	1025.1679		
17	17	Usuario no conectado 17	X	1115303.9846	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica.
			Y	960686.5889		
			Elev.	1012.9869		
18	18	Usuario no conectado 18	X	1115292.8131	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica. Vivienda desocupada.
			Y	960694.1820		
			Elev.	1035.1788		
19	19	Usuario no conectado 19	X	1115286.3610	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, frente a la iglesia católica
			Y	960692.0239		
			Elev.	1033.5079		
20	20	Usuario no conectado 20	X	1115278.4513	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960690.5457		
			Elev.	1032.8833		
21	21	Usuario no conectado 21	X	1115270.8635	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica.
			Y	960689.2279		
			Elev.	1030.6373		
22	22	Usuario no conectado 22	X	1115257.5482	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960686.2920		
			Elev.	1030.0119		
23	23	Usuario no conectado 23	X	1115254.3980	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960686.6815		
			Elev.	1029.5694		
24	24	Usuario no conectado 24	X	1115247.6961	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica y a un costado de la ladrillera después del puente de la Nicolasa
			Y	960685.5543		
			Elev.	1033.3346		
25	25	Usuario no conectado 25	X	1115228.6324	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la ladrillera, diagonal a la iglesia católica, después del puente de la Nicolasa.
			Y	960680.3718		
			Elev.	1023236		
26	26	Usuario no conectado 26	X	1115172.5207	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, por la escuela, a un costado de la ladrillera. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960688.7505		
			Elev.	1012.1097		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [(a)] Según las Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)
* Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
27	1 [c]	Usuario no conectado 27	X	1115359,95882	Suelo	Ultimo predio después del puente del sector el vergel, ubicado en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	959982,883962		
			Elev.	1007,24646		
28	28	Usuario no conectado 28	X	1115139.3923	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa. Vivienda de la escuela, escuela y puesto de salud.
			Y	960685.9176		
			Elev.	1026.3396		
29-34	29	inicio UNC paila central 1	X	1114956.5986	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, diagonal a la escuela mariana Ospina Pérez.
			Y	960616.1107		
			Elev.	1032.3566		
	30	Final UNC paila central 1	X	1115055.0669	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, diagonal a la escuela mariana Ospina Pérez.
			Y	960632.9809		
			Elev.	1025.9634		
35	31	Usuario no conectado 29	X	1115123.3882	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, al frente de la escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960633.3830		
			Elev.	1024.6013		
36	34	Usuario no conectado 30	X	1115187.4540	Qda. La Nicolasa	Ubicado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal a la escuela, al frente de la ladrillera, a un costado de la quebrada la Nicolasa, y el puente de la quebrada.
			Y	960658.9888		
			Elev.	1023.6942		
37	35	Usuario no conectado 31	X	1115201.3375	Qda. La Nicolasa	Ubicado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal a la escuela, al frente de la ladrillera, después del puente de la Nicolasa.
			Y	960660.1399		
			Elev.	1028.1219		
38	38	Usuario no conectado 32	X	1115387.6853	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, al frente del piqueteadero, a un costado de la discoteca.
			Y	960689.8076		
			Elev.	1013.0954		
39 - 45	36	inicio UNC paila centro 2	X	1115241.8537	Qda. La Nicolasa	Ubicado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, iniciando diagonal a la escuela y finalizando en la discoteca.
			Y	960664.9972		
			Elev.	1020.0710		
	37	Final UNC paila centro 2	X	1115387.3508		
			Y	960694.4815		
			Elev.	1018.3094		
46	39	Usuario no conectado 33	X	1115394.0152	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, al frente del piqueteadero y diagonal a la tienda
			Y	960693.1488		
			Elev.	1023.0731		
47	40	Usuario no conectado 34	X	1115402.1202	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal al piqueteadero, a un costado de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960689.2774		
			Elev.	1019.4901		

Fuente: Ecointegral Ltda.
[a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)
[C] Trabajo de campo, 2023
*Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
48	41	Usuario no conectado 35	X	1115425.2466	Suelo y río La Paila	Localizado en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia, primera vivienda del callejón
			Y	960654.3951		
			Elev.	1016.7635		
49	42	Usuario no conectado 36	X	1115388.0265	drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, a la entrada del callejón el tejo. En el tejo.
			Y	960605.9504		
			Elev.	1020.0560		
50	43	Usuario no conectado 37	X	1115380.9122	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la izquierda del callejón el tejo. Al frente del tejo, primera vivienda de la entrada al callejón
			Y	960611.2485		
			Elev.	1027.7989		
51	44	Usuario no conectado 38	X	1115371.4258	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la izquierda del callejón el tejo, diagonal al tejo, segunda vivienda de la entrada al callejón.
			Y	960609.8553		
			Elev.	1027.7865		
52	45	Usuario no conectado 39	X	1115359.6755		Localizado en la izquierda del callejón el tejo, tercera vivienda de la entrada al callejón
			Y	960611.4603		
			Elev.	1025.2378		
53	7 [C]	Usuario no conectado 40	X	1115344,03947	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen izquierda, al fondo.
			Y	960428,132755		
			Elev.	1000,785889		
54	47	Usuario no conectado 41	X	1115415.6619	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, a la entrada del callejón el tejo, a un lado del tejo.
			Y	960597.3280		
			Elev.	1023.9175		
55	48	Usuario no conectado 42	X	1115423.0442	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo.
			Y	960541.0560		
			Elev.	1018.4597		
56	16 [C]	Usuario no conectado 43	X	1115420.9993	Suelo y drenaje de la laguna o	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, por el callejón floresta.
			Y	960523.2490		
			Elev.	1026.5653		
57	50	Usuario no conectado 44	X	1115426.9886	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo, iglesia pentecostal.
			Y	960425.2478		
			Elev.	1015.8128		
58	51	Usuario no conectado 45	X	1115423.5255	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo, al lado de la iglesia pentecostal.
			Y	960439.2897		
			Elev.	1027.4862		
59	15 [C]	Usuario no conectado 46	X	1115418,75095	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo, detrás de la iglesia pentecostal
			Y	960522,462966		
			Elev.	1003,994263		
60	53	Usuario no conectado 47	X	1115397.5896	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda, casa No. 1.
			Y	960425.3310		
			Elev.	1020.3639		

Fuente: Ecointegral Ltda.
[a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)
* *Coordenadas planas Magna origen oeste*
[C] Trabajo de campo, 2023

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
61	54	Usuario no conectado 48	X	1115399.1329	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, casa No. 2.
			Y	960428.9954		
			Elev.	1018.9712		
62	55	Usuario no conectado 49 [b]	X	1115395.5670	alcantarillado y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda, casa No. 3.
			Y	960426.5696		
			Elev.	1018.8933		
63	56	Usuario no conectado 50	X	1115389.2868	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda, casa No. 4.
			Y	960431.8111		
			Elev.	1023.5922		
64	57	Usuario no conectado 51	X	1115378.7783	No genera ARD	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda, casa No. 5.
			Y	960433.4482		
			Elev.	1020.5566		
65	58	Usuario no conectado 52	X	1115370.3724	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, casa No. 6.
			Y	960439.6853		
			Elev.	1018.3248		
66	59	Usuario no conectado 53	X	1115362.6810	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, casa No. 7.
			Y	960441.7186		
			Elev.	1025.0982		
67	60	Usuario no conectado 54	X	1115352.2602	No genera ARD	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, casa No. 8.
			Y	960442.4800		
			Elev.	1024.4687		
68	61	Usuario no conectado 55	X	1115347.3373	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, casa No. 9, a un lado de la entrada a la finca La Villa.
			Y	960443.4062		
			Elev.	1018.2735		
69	10 [c]	Usuario no conectado 56	X	1115302,15	Laguna o zanjón	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960446,878404		
			Elev.	1000,447998		
70	10 [c]	Usuario no conectado 57	X	1115302,154	Laguna o zanjón	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960446,878404		
			Elev.	1000,447998		
71	64	Usuario no conectado 58	X	1115357.2746	drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, detrás del predio UNC 42 y posterior al callejón el tejo. La vivienda se encuentra desocupada
			Y	960548.0594		
			Elev.	1014.3956		

Fuente: Ecointegral Ltda.

[a] Según las Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)

* Coordenadas planas Magna origen oeste

[b] vertimiento de aguas grises de vivienda conectada a la red de alcantarillado

[C] Trabajo de campo, 2023

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
72	8 [c]	Usuario no conectado 59 [b]	X	1115346,37522	NA	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen izquierda, al fondo.
			Y	960425,149721		
			Elev.	1000,785522		
73	68	Usuario no conectado 60	X	1115335.2626	Río La Paila	Ultimo predio del sector el vergel, en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia, después del puente vehicular que se encuentra en el vergel.
			Y	959826.5618		
			Elev.	1032.3753		
74	9 [c]	Usuario no conectado 61	X	1115318,59519	Laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960440,928104		
			Elev.	1000,396301		
75	2 [c]	Usuario no conectado 62	X	1115349,47732	Suelo	Penúltimo predio después del puente del sector el vergel, ubicado en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960015,8283		
			Elev.	1005,036804		
76	3 [c]	Usuario no conectado 63	X	1115344,87983	Suelo	Antepenúltimo predio después del puente del sector el vergel, ubicado en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960049,4441		
			Elev.	1004,121521		
77	4 [c]	Usuario no conectado 64	X	1115344,31369	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado después del puente del sector el vergel, en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960057,62769		
			Elev.	1004,1297		
78	6 [c]	Usuario no conectado 65	X	1115343,82571	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado antes del puente del sector el vergel, a un costado de la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960090,364231		
			Elev.	1004,588928		
79	5 [c]	Usuario no conectado 66	X	1115345,74605	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado después del puente del sector el vergel, primer grupo de viviendas de la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960065,924505		
			Elev.	1003,684692		
80	11 [c]	Usuario no conectado 67	X	1115376,91098	Suelo	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen
			Y	960424,416455		
			Elev.	1003,811279		
81	11 [c]	Usuario no conectado 68	X	1115376,91098	Suelo	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen
			Y	960424,416455		
			Elev.	1003,811279		
82	12 [c]	Usuario no conectado 69	X	1115383,7931	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha.
			Y	960425,974062		
			Elev.	1004,169922		
83	13 [c]	Usuario no conectado 70	X	1115383,7931	Suelo	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha.
			Y	960425,974062		
			Elev.	1004,169922		
84	14 [c]	Usuario no conectado 71	X	1115405,00975	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda.
			Y	960419,366585		
			Elev.	1005,067139		
85	82	Usuario no conectado 72	X	1115102.8024	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, enseguida de la escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960683.0948		
			Elev.	1031331		
86	16 [c]	Usuario no conectado 72A	X	1115418,75095	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, por el callejón floresta.
			Y	960522,462966		
			Elev.	1003,994263		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); * Coordenadas planas Magna origen oeste; [b] vertimiento de aguas grises de vivienda conectada a la red de alcantarillado; [C] Trabajo de campo, 2023

Continuación Tabla 10. Usuarios no conectados contabilizados en campo

UNC #	Punto # (a y c)	Nombre (a)	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
87-94	17	UNC inicial ST	X	1115401,42144	Suelo	Grupo de usuarios no conectados a la red de alcantarillado, localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, al inicio del callejón floresta, margen izquierda del callejón. se compone de 8 viviendas.
			Y	960528,412054		
			Elev.	1003,734558		
	18	UNC final ST	X	1115337,89713	Suelo	
			Y	960537,395981		
			Elev.	1001,952698		
95-99	20	UNC inicial 2	X	1115331,45871	Suelo y laguna o zanjón	grupo de usuarios no conectados a la red de alcantarillado, localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, al inicio del callejón floresta, margen derecha del callejón. se compone de 3 viviendas y 2 en construcción.
			Y	960536,170767		
			Elev.	1003,392334		
	20	UNC final 2	X	1115412,97237	Suelo y laguna o zanjón	
			Y	960525,994373		
			Elev.	1003,781677		
100	24	Usuario no conectado 73	X	1115409,50387	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, por el callejón sin nombre, localizado entre los callejones El Tejo y
			Y	960545,676284		
			Elev.	1003,468018		
101	25	Usuario no conectado 74	X	1115385,74649	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, por el callejón sin nombre, localizado entre los callejones El Tejo y
			Y	960542,547664		
			Elev.	1003,366882		
102	26	Usuario no conectado 75	X	1115408,78575	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, entre el callejón sin nombre y el callejón El Tejo.
			Y	960584,384854		
			Elev.	1003,224976		
103	28	Usuario no conectado 76	X	1115368,4518	Suelo y zanjón	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón El Tejo.
			Y	960605,344511		
			Elev.	1002,937317		
104	30	Usuario no conectado 77	X	1115363,36346	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón El Tejo.
			Y	960590,959864		
			Elev.	1002,10614		
105	31	Usuario no conectado 78	X	1115383,11245	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón El Tejo.
			Y	960602,378005		
			Elev.	1001,807373		
106	32	Usuario no conectado 79	X	1115388,99998	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón El Tejo.
			Y	960600,395125		
			Elev.	1001,6875		
107	32	Usuario no conectado 80	X	1115388,99998	NA	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón El Tejo.
			Y	960600,395125		
			Elev.	1001,6875		
108	33	Usuario no conectado 81	X	1115412,05346	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960631,614868		
			Elev.	1001,795898		
109	34	Usuario no conectado 82	X	1115407,81751	Suelo	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960643,996237		
			Elev.	1002,01416		
110	35	Usuario no conectado 83	X	1115467,25469	Suelo	ubicado al costado izquierdo de la vía que conduce a Sevilla, al lado del puente vehicular y del río La Paila.
			Y	960701,919099		
			Elev.	1002,44574		

Fuente: Ecointegral Ltda.; (a) Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); * Coordenadas planas Magna origen oeste; (b) vertimiento de aguas grises de vivienda conectada a la red de alcantarillado; (C) Trabajo de campo, 2023

4.1.6. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales

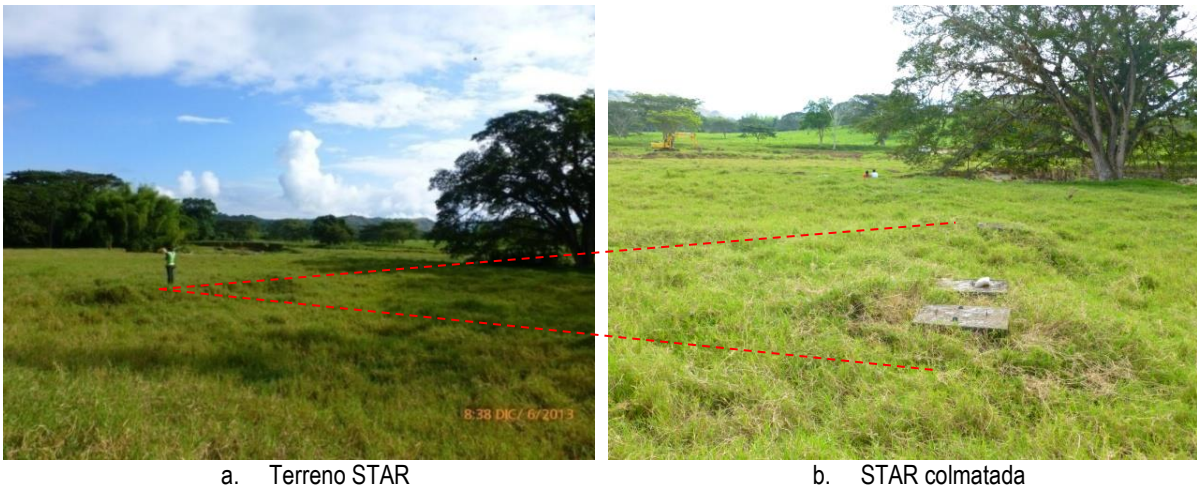
Actualmente el centro poblado de Paila Arriba posee un sistema de tratamiento de aguas residuales, la información suministrada por la comunidad y verificada en campo indica que tienen dos tanques sépticos de los cuales uno se encuentra colmatado, el otro está saturado parcialmente (ya que se formó un canal que conduce el agua residual a la salida de la estructura)(Fotografía 1) y un campo de infiltración el cual se encuentra colmatado debido a la falta de mantenimiento de todo el sistema, el STAR fue construido hace 20 años aproximadamente. En general las estructuras están en muy mal estado (Ecointegral Ltda., 2014; POMCH, 2009; EOT, 1999). Por lo tanto, se puede concluir que el centro poblado realiza la entrega al afluente sin ningún tipo de tratamiento o con un porcentaje de remoción mínimo, este porcentaje de remoción no se puede estimar dado que la cámara 3 (punto donde confluyen las ARD transportadas y recolectadas) está saturada parcialmente, por lo tanto, los resultados obtenidos no representan las condiciones reales del centro poblado.



a. Estructura de entrada al tanque séptico b. Tanque séptico saturado

Fotografía 1. Estructuras del actual sistema de tratamiento del centro poblado de Paila Arriba
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

De acuerdo con la inspección de campo, la STAR está localizada en predios de la hacienda San Pablo, donde descarga actualmente la red de alcantarillado, al costado izquierdo de la vía que conduce a Galicia, diagonal al callejón el jardín etapa 1 (Fotografía 2). El terreno no está delimitado y se encuentra en un potrero llano, al lado del río La Paila, localizado en una posición referida al elipsoide WGS84 de 1115488,3646 E, 960353,8525 N, y una cota de elevación de 1015,4942 en coordenadas planas magna origen oeste.



a. Terreno STAR b. STAR colmatada

Fotografía 2. Terreno del STAR del centro poblado de Paila Arriba
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Es importante mencionar que el nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas está diseñado por Hidrovalle (2016), el cual indica que el lote más conveniente para la construcción del STAR, está localizado en el costado izquierdo de la vía que conduce a Galicia, diagonal al callejón el Tejo (Fotografía 3, Figura 6 y Anexo 13). El terreno es un potrero llano, al lado del río La Paila, localizado en una posición referida al elipsoide WGS84 de 1115512,68 E, 960596,43 N en coordenadas planas magna origen oeste. Cabe aclarar que, debido a periodo de proyección del diseño y la no implementación del mismo, es necesario actualizarlo.



a. Lote STAR (diseño Hidrovalle) b. Localización del lote STAR

Fotografía 3. Lote STAR propuesto por Hidrovalle
Fuente: Ecointegral Ltda.

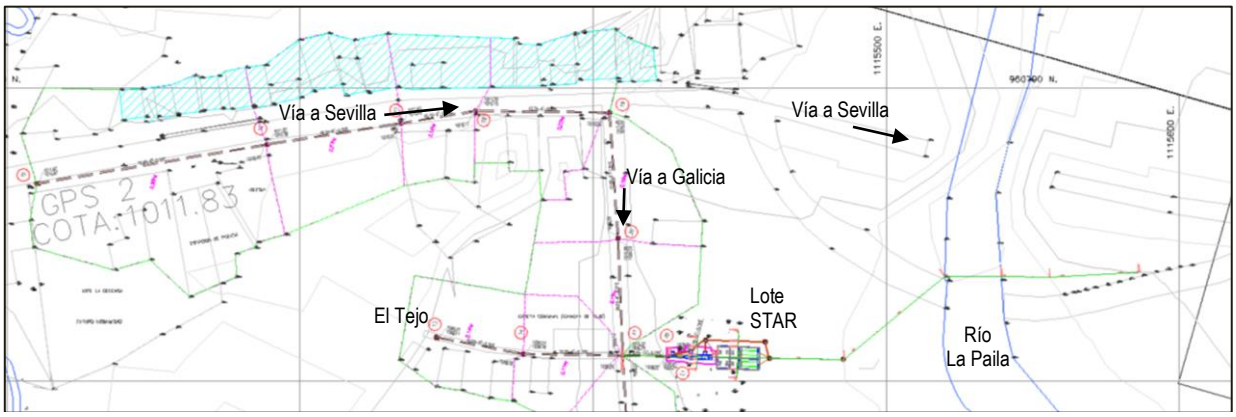


Figura 6. Ubicación del lote STAR propuesto por Hidrovalle

El nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas diseñado por Hidrovalle en el 2016, se compone por un cribado, desarenador, trampa de grasas, alivio, un tanque séptico, y filtro anaerobio de flujo ascendente (Figura 7).

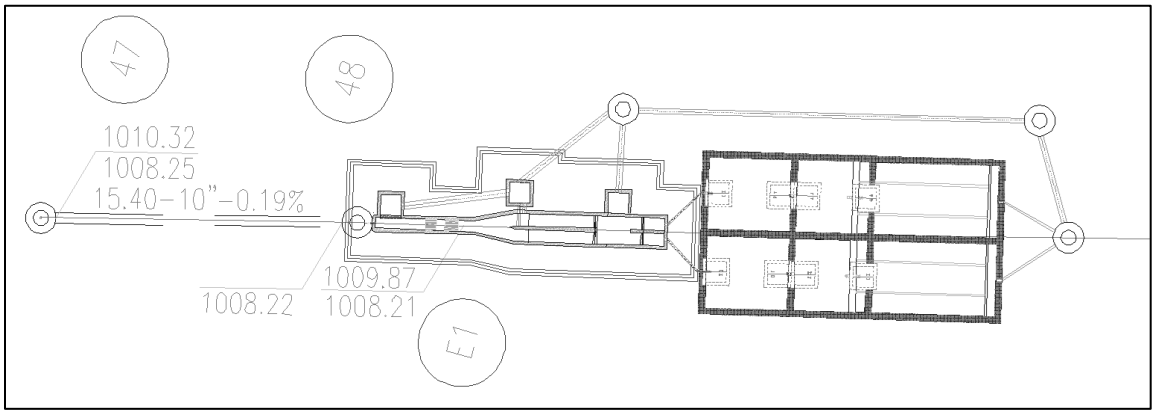


Figura 7. Componentes del STAR diseñado para el centro poblado del corregimiento de Paila Arriba

4.2. VERTIMIENTOS

La Resolución 0330 de 2017 define un vertimiento como “descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido". Es decir, que puede ser una descarga proveniente de un alcantarillado colectivo (canal cerrado) o una descarga directa proveniente de una vivienda o grupo pequeño de viviendas cercanas al recurso. A continuación, se hará referencia a dos tipos de vertimientos puntuales, los cuales fueron diferenciados en las visitas de campo:

1. Vertimiento puntual colectivo (VPC): Proveniente del alcantarillado del centro poblado del corregimiento Paila Arriba.
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.

Es necesario aclarar que, dependiendo de las características de los puntos a georreferenciar, en ocasiones se tomaron las coordenadas de las viviendas no conectadas, llamadas también UNC (Tabla 10), y en otras se tomaron las correspondientes a los VPD. En el Anexo 8 se presenta la descripción de cada uno de los puntos tomados como UNC y la ubicación de los mismos se presenta en el plano consignado en el Anexo 9.

4.2.1. Vertimiento Puntual Colectivo (VPC)

De acuerdo al trabajo de campo realizado por Ecointegral Ltda., se identificó un total de un (1) VPC (emisario final), proveniente del STAR colmatada, la cual recibe las ARD de los colectores de los sectores Calle larga, el Vergel, vía a Galicia y el Jardín etapa 1. El emisario final fue georreferenciado con el sistema de coordenadas magna origen oeste (Fotografía 4). En la Tabla 11 se consigna el vertimiento mencionado anteriormente, cuya ubicación se presenta en el plano del Anexo 9.

Tabla 11. Listado de vertimientos puntuales colectivos identificados en campo

VPC #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
1	37	Vertimiento puntual colectivo 1	X	1115520,76995	Río La Paila	Proveniente de 111 viviendas de los sectores el jardín etapa 1, el vergel, calle larga y parte del sector vía a Galicia (después del callejón el jardín etapa 2 hasta la Y). Ubicado por el terreno del STAR, diagonal al guadual y al callejón el jardín etapa 1, en la margen izquierda de la vía a Galicia.
			Y	960373,844602		
			Elev	1001,940979		

Fuente: Ecointegral; [a] Según las Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); * Coordenadas planas Magna origen oeste



Fotografía 4. Emisario final del alcantarillado del centro poblado de Paila Arriba

4.2.2. Vertimiento Puntual Directo (VPD)

En total se contaron 60 VPD en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba: cuatro (4) vertimientos al río La Paila, veintidós (22) vertimientos al zanjón de la laguna o laguna, treinta y uno (31) vertimientos a la quebrada la Nicolasa, y tres (3) vertimientos a la quebrada sin nombre del sector el Vergel (Tabla 12).

Tabla 12. Vertimientos Puntuales Directos encontrados en campo

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
1	1	Usuario no conectado 1[b]	X	1115516.4355	Suelo - Río La Paila	Ubicadoal costado derecho de la vía a Sevilla, al lado del puente vehicular y del río La Paila. Descarga de AR grises.
			Y	960659.5627		
			Elev.	1022.1610		
2	2	Usuario no conectado 2[b]	X	1115507.8641	Río La Paila	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al lado del puente vehicular y del río La Paila, al lado de la ladrillera.
			Y	960718.7285		
			Elev.	1031.3848		
3	3	Usuario no conectado 3[b]	X	1115496.1283	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal del puente vehicular y del río La Paila, en la ladrillera.
			Y	960771.9232		
			Elev.	1027.5384		
4	4	Usuario no conectado 4[b]	X	1115465.0363	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, a un costado de la ladrillera.
			Y	960708.4904		
			Elev.	1030.1712		
5	5	Usuario no conectado 5[b]	X	1115454.9206	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia.
			Y	960701.4846		
			Elev.	1031.3157		
6	6	Usuario no conectado 6[b]	X	1115442.5882	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia
			Y	960695.5098		
			Elev.	1040.2068		
7	7	Usuario no conectado 7[b]	X	1115421.6761	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la entrada al callejón que conduce a Galicia, en el billar
			Y	960700.1947		
			Elev.	1036.8202		
8	8	Usuario no conectado 8[b]	X	1115411.5120	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, a un costado del billar.
			Y	960692.2957		
			Elev.	1036.8200		
9	9	Usuario no conectado 9[b]	X	1115401.5658	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, a un lado del piqueteadero jireth
			Y	960692.2571		
			Elev.	1036.8201		
10	10	Usuario no conectado 10[b]	X	1115393.7752	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la entrada al callejón que conduce a Galicia, en el piqueteadero jireth.
			Y	960702.5969		
			Elev.	1022.0264		
11	11	Usuario no conectado 11[b]	X	1115382.1701	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la tienda diagonal a la inspección de policía y enseguida del piqueteadero jireth.
			Y	960700.8543		
			Elev.	1031.6243		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); [b] Este punto no se georeferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda; * Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 12. Vertimientos Puntuales Directos encontrados en campo

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
12	12	Usuario no conectado 12[b]	X	1115367.6517	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la discoteca, diagonal a la inspección de policía y a un lado de la tienda
			Y	960690.6452		
			Elev.	1037.4916		
13	13	Usuario no conectado 13[b]	X	1115352.2527	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y enseguida de la discoteca.
			Y	960705.0009		
			Elev.	1038.7377		
14	14	Usuario no conectado 14[b]	X	1115333.9071	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la inspección de policía.
			Y	960691.6802		
			Elev.	1021.7910		
15	15	Usuario no conectado 15[b]	X	1115325.7816	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, al frente de la inspección de policía.
			Y	960690.4356		
			Elev.	1021.7911		
16	16	Usuario no conectado 16[b]	X	1115316.8405	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica
			Y	960699.4531		
			Elev.	1025.1679		
17	17	Usuario no conectado 17[b]	X	1115303.9846	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica.
			Y	960686.5889		
			Elev.	1012.9869		
18	18	Usuario no conectado 18[b]	X	1115292.8131	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la inspección de policía y a la iglesia católica. Vivienda desocupada.
			Y	960694.1820		
			Elev.	1035.1788		
19	19	Usuario no conectado 19[b]	X	1115286.3610	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, frente a la iglesia católica
			Y	960692.0239		
			Elev.	1033.5079		
20	20	Usuario no conectado 20[b]	X	1115278.4513	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960690.5457		
			Elev.	1032.8833		
21	21	Usuario no conectado 21[b]	X	1115270.8635	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica.
			Y	960689.2279		
			Elev.	1030.6373		
22	22	Usuario no conectado 22[b]	X	1115257.5482	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960686.2920		
			Elev.	1030.0119		
23	23	Usuario no conectado 23[b]	X	1115254.3980	Qda. La Nicolasa	Ubicadoal costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica
			Y	960686.6815		
			Elev.	1029.5694		
24	24	Usuario no conectado 24[b]	X	1115247.6961	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, diagonal a la iglesia católica y a un costado de la ladrillera después del puente de la Nicolasa
			Y	960685.5543		
			Elev.	1033.3346		

Fuente: Ecointegral Ltda.

[a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); [b] Este punto no se georeferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda; * Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 12. Vertimientos puntuales directos encontrados en campo

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
25	25	Usuario no conectado 25[b]	X	1115228.6324	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, en la ladrillera, diagonal a la iglesia católica, después del puente de la Nicolasa.
			Y	960680.3718		
			Elev.	1023236		
26	26	Usuario no conectado 26[b]	X	1115172.5207	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, por la escuela, a un costado de la ladrillera. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960688.7505		
			Elev.	1012.1097		
27	28	Usuario no conectado 28[b]	X	1115139.3923	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa. Vivienda de la escuela, escuela y puesto de salud.
			Y	960685.9176		
			Elev.	1026.3396		
28	31	Usuario no conectado 29[b]	X	1115123.3882	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, al frente de la escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960633.3830		
			Elev.	1024.6013		
29	32	Vertimiento puntual directo 1	X	1115039.3318	Qda. La Nicolasa	Proveniente 6 viviendas de paila central 1, ubicado al costado derecho de la vía a Sevilla, detrás de las viviendas, antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960518.8567		
			Elev.	1019.7484		
30	33	Vertimiento puntual directo 3	X	1115529.5980	Qda. La Nicolasa	Proveniente 7 viviendas de la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, la discoteca, la inspección de policía, la caseta comunal y la iglesia, el trazado de la tubería va por el frente de las viviendas. Ubicadoen el puente vehicular, diagonal a la escuela.
			Y	960353.8525		
			Elev.	1015494		
31	34	Usuario no conectado 30[b]	X	1115187.4540	Qda. La Nicolasa	Ubicado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal a la escuela, al frente de la ladrillera, a un costado de la quebrada la Nicolasa, y el puente de la quebrada.
			Y	960658.9888		
			Elev.	1023.6942		
32	35	Usuario no conectado 31[b]	X	1115201.3375	Qda. La Nicolasa	Ubicado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal a la escuela, al frente de la ladrillera, después del puente de la Nicolasa.
			Y	960660.1399		
			Elev.	1028.1219		
33	38	Usuario no conectado 32[b]	X	1115387.6853	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, al frente del piqueteadero, a un costado de la discoteca.
			Y	960689.8076		
			Elev.	1013.0954		
34	40	Usuario no conectado 34[b]	X	1115402.1202	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Sevilla, diagonal al piqueteadero, a un costado de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960689.2774		
			Elev.	1019.4901		

Fuente: Ecointegral Ltda.

[a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)

[b] Este punto no se georeferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda

* Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 12. Vertimientos puntuales directos encontrados en campo

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
35	41	Usuario no conectado 35[b]	X	1115425.2466	Suelo y río La Paila	Localizado en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia, primera vivienda del callejón
			Y	960654.3951		
			Elev.	1016.7635		
36	42	Usuario no conectado 36[b]	X	1115388.0265	drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, a la entrada del callejón el tejo. En el tejo.
			Y	960605.9504		
			Elev.	1020.0560		
37	43	Usuario no conectado 37[b]	X	1115380.9122	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la izquierda del callejón el tejo. Al frente del tejo, primera vivienda de la entrada al callejón
			Y	960611.2485		
			Elev.	1027.7989		
38	44	Usuario no conectado 38[b]	X	1115371.4258	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la izquierda del callejón el tejo, diagonal al tejo, segunda vivienda de la entrada al callejón.
			Y	960609.8553		
			Elev.	1027.7865		
39	45	Usuario no conectado 39[b]	X	1115359.6755	drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la izquierda del callejón el tejo, tercera vivienda de la entrada al callejón
			Y	960611.4603		
			Elev.	1025.2378		
40	48	Usuario no conectado 42[b]	X	1115423.0442	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo.
			Y	960541.0560		
			Elev.	1018.4597		
41	49	Usuario no conectado 43[b]	X	1115420.9993	Suelo y drenaje de la laguna	localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, por el callejón floresta.
			Y	960523.2490		
			Elev.	1026.5653		
42	50	Usuario no conectado 44[b]	X	1115426.9886	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo, iglesia pentecostal.
			Y	960425.2478		
			Elev.	1015.8128		
43	51	Usuario no conectado 45	X	1115423.5255	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, después del callejón el tejo, al lado de la iglesia pentecostal.
			Y	960439.2897		
			Elev.	1027.4862		
44	53	Usuario no conectado 47	X	1115397.5896	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen izquierda
			Y	960425.3310		
			Elev.	1020.3639		
45	55	Usuario no conectado 49 [b]	X	1115395.5670	alcantarillado y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen izquierda
			Y	960426.5696		
			Elev.	1018.8933		
46	56	Usuario no conectado 50	X	1115389.2868	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen izquierda
			Y	960431.8111		
			Elev.	1023.5922		
47	58	Usuario no conectado 52[b]	X	1115370.3724	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen derecha
			Y	960439.6853		
			Elev.	1018.3248		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8)
[b] Este punto no se georreferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda
* Coordenadas planas Magna origen oeste

Continuación Tabla 12. Vertimientos puntuales directos encontrados en campo

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas*		Fuente receptora	Observaciones
48	59	Usuario no conectado 53[b]	X	1115362.6810	Suelo y drenaje de la laguna	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen derecha
			Y	960441.7186		
			Elev.	1025.0982		
49	61	Usuario no conectado 55[b]	X	1115347.3373	Suelo y drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha a un lado de la entrada a la finca La Villa.
			Y	960443.4062		
			Elev.	1018.2735		
50	10 [c]	Usuario no conectado 56	X	1115302,15	Laguna o zanjón	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960446,878404		
			Elev.	1000,447998		
51	10 [c]	Usuario no conectado 57	X	1115302,154	Laguna o zanjón	Localizados en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, entrada del callejón, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960446,878404		
			Elev.	1000,447998		
52	64	Usuario no conectado 58[b]	X	1115357.2746	drenaje de la laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, detrás del predio UNC 42 y posterior al callejón el tejo. La vivienda se encuentra desocupada
			Y	960548.0594		
			Elev.	1014.3956		
53	68	Usuario no conectado 60[b]	X	1115335.2626	Río La Paila	Ultimo predio del sector el vergel, en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia, después del puente vehicular que se encuentra en el vergel.
			Y	959826.5618		
			Elev.	1032.3753		
54	9 [c]	Usuario no conectado 61	X	1115318,59519	Laguna o zanjón	Localizado en la margen derecha de la vía que conduce a Galicia, en el callejón el jardín etapa 2, margen derecha, al fondo de la finca La Villa.
			Y	960440,928104		
			Elev.	1000,396301		
55	4 [c]	Usuario no conectado 64	X	1115344,31369	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado después del puente del sector el vergel, en la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960057,62769		
			Elev.	1004,1297		
56	6 [c]	Usuario no conectado 65	X	1115343,82571	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado antes del puente del sector el vergel, a un costado de la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960090,364231		
			Elev.	1004,588928		
57	5 [c]	Usuario no conectado 66	X	1115345,74605	Q. sin nombre del sector el Vergel	Ubicado después del puente del sector el vergel, primer grupo de viviendas de la margen izquierda de la vía que conduce a Galicia.
			Y	960065,924505		
			Elev.	1003,684692		
58	82	Usuario no conectado 72[b]	X	1115102.8024	Qda. La Nicolasa	Ubicado al costado izquierdo de la vía a Sevilla, enseguida de la escuela mariana Ospina Pérez. Antes del puente de la Nicolasa.
			Y	960683.0948		
			Elev.	1031331		
59	29 [c]	Vertimiento puntual directo 4	X	1115356,90118	Laguna	Vertimiento de aguas grises proveniente de una tubería privada, en la cual descargan al zanjón sus AR grises 4 viviendas.
			Y	960607,540997		
			Elev.	1002,323975		
60	19 [c]	Vertimiento puntual directo 2	X	1115320,1269	Laguna	Vertimiento de aguas grises proveniente de una tubería comunitaria privada, en la cual descargan a la laguna o zanjón sus AR grises 3 viviendas.
			Y	960540,800724		
			Elev.	1001,666321		

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); [b] Este punto no se georreferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda; * Coordenadas planas Magna origen oeste

La producción porcícola en el centro poblado de Paila Arriba es una actividad económica a escala pequeña, actualmente, el número de cabezas oscila de 1 a 10 animales/vivienda. Durante la visita de campo realizada se registraron diez (10) viviendas cuya fuente de ingreso proviene de la cría de cerdos, de las cuales una (1) recoge las heces antes de lavar la infraestructura (Anexo 8). De esta manera se tiene un total de nueve (9) vertimientos puntuales directos de aguas provenientes del lavado de cocheras a la quebrada La Nicolasa y la laguna, cuya descripción se presenta en la Tabla 13.

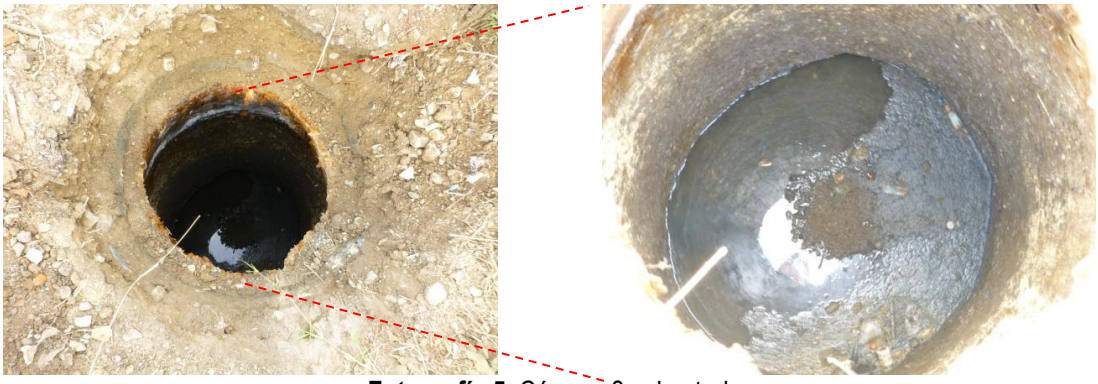
Tabla 13. Vertimientos Puntuales Directos generados por la actividad porcina en el centro poblado de Paila Arriba

VPD #	Punto # [a]	Nombre [a]	Coordenadas [c]		Fuente receptora	N° animales	Aseo (veces/día)	Observaciones
1	6	Usuario no conectado 6 [b]	X	1115442.5882	Quebrada La Nicolasa	1	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960695.5098				
			Elev.	1040.2068				
2	7	Usuario no conectado 7[b]	X	1115421.6761	Quebrada La Nicolasa	2	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960700.1947				
			Elev.	1036.8202				
3	9	Usuario no conectado 9[b]	X	1115401.5658	Quebrada La Nicolasa	1	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960692.2571				
			Elev.	1036.8201				
4	11	Usuario no conectado 11[b]	X	1115382.1701	Quebrada La Nicolasa	10	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960700.8543				
			Elev.	1031.6243				
5	13	Marranera 13 [b]	X	1115352.2527	Quebrada La Nicolasa	1	1 vez/semana	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960705.0009				
			Elev.	1038.7377				
6	14	Usuario no conectado 14 [b]	X	1115333.9071	Quebrada La Nicolasa	1	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen izquierda.
			Y	960691.6802				
			Elev	1021.7910				
7	31	Usuario no conectado 29[b]	X	1115123.3882	Quebrada La Nicolasa	0	2	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen derecha. Tiene una capacidad instalada de 40 cerdos
			Y	960633.3830				
			Elev	1024.6013				
8	34	Usuario no conectado 30 [b]	X	1115187.4540	Quebrada La Nicolasa	2	4	No recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Sevilla, margen derecha.
			Y	960658.9888				
			Elev	1023.6942				
9	52	Usuario no conectado 46[b]	X	1115386.0665	Laguna	0	3	Recogen las heces de los animales antes del lavado, ubicado la vía a Galicia, margen derecha.
			Y	960482.2592				
			Elev.	1013.2843				

Fuente: Ecointegral Ltda.; [a] Según las fichas de campo diligenciadas (Anexo 8); [b] Este punto no se georreferenció por su vertimiento (parte posterior), sino por el lado de la vivienda; [c]Coordenadas planas Magna origen oeste.

4.2.3. Caracterización de vertimientos

La firma Ecointegral Ltda, en el marco de la formulación del PSMV del Centro Poblado del Corregimiento Paila Arriba, contrato una jornada de aforo y muestreo del vertimiento generado en la localidad (efluente del sistema), cabe aclarar que durante la jornada de muestreo se evidencia que la cámara 3 (Fotografía 5) está conectada a la primera unidad del sistema (Fotografía 1) y después conduce el ARD al VPC.



Fotografía 5. Cámara 3 colmatada
Fuente: Ecointegral Ltda, 2023

La cámara 3 (ARD proveniente de toda la red de alcantarillado y entrada al sistema de tratamiento) está saturada parcialmente desde el 2014, por lo tanto, los resultados obtenidos en una jornada de muestreo o en un muestreo puntual no serían las concentraciones reales del centro poblado. Dada la situación anterior no se realizó muestreo en esta estructura. Se realizó un muestreo compuesto a veinticuatro (24) horas, el 19 de agosto de 2023, sobre el efluente denominado vertimiento puntual colectivo 1 - VPC1. Se evaluaron los parámetros de DBO_5, DQO, SST, sólidos sedimentables, grasas y aceites, conductividad, fosforo, fosforo reactivo disuelto, hidrocarburos, nitrato, nitrito, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, nitrógeno total kjeldahl, surfactantes aniónicos, microbiológicos, temperatura, y pH (Anexo 10), cuyos resultados se relacionan en la Tabla 14. Cabe aclarar que durante esta jornada de aforo y muestreo no se presentó un episodio de lluvia.

Tabla 14. Parámetros físico-químicos de las aguas residuales del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

PARAMETROS		VPC1
Caudal (L/s)	Mínimo	1,12
	Promedio	1,53
	Máximo	2,58
pH		7,66 – 7,20
DBO_5 (mgO_2/L)		330
DQO (mgO_2/L)		499
SST (mg/L)		48
Sólidos Sedimentables (ml/L)		2,3
Temperatura (ºC)		29,80 – 28,05
Grasas y aceites (mg/L)		10,38
Coliformes termotolerantes (NPM/100mL)		2300
Coliformes Totales (NPM/100mL)		3750

Fuente: *Ecointegral Ltda estudio contratado con Hidrolab laboratorio Acreditado por el IDEAM de acuerdo a la Norma NTC-ISO/IEC 17025, mediante Resolución 2242 de 2022.*

Continuación Tabla 14. Parámetros físico-químicos de las aguas residuales del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

PARAMETROS	VPC1
Conductividad (us/cm)	82,8
Fósforo (mgP/L)	<1
Fósforo reactivo disuelto (mgP/L)	<1
Hidrocarburos (mg/L)	1,61
Nitrato (mg N/L)	16,0
Nitrito (mg N/L)	<0,01
Nitrógeno amoniacal (mg N/L)	11,7
Nitrógeno Total kjeldahl (mg N/L)	20,9
Surfactantes aniónicos (mg /L)	8,5
Nitrógeno Total (mg N/L)	36,9

Fuente: *Ecointegral Ltda estudio contratado con Hidrolab laboratorio Acreditado por el IDEAM de acuerdo a la Norma NTC-ISO/IEC 17025, mediante Resolución 2242 de 2022.*

Los resultados obtenidos para las descargas, se comparan con los parámetros definidos en la Resolución 0631/2015 del MADS, a partir del cálculo de la carga DBO_5 (Kg/día) de las aguas residuales domésticas que se vierten a la fuente receptora (Tabla 15).

Tabla 15. Carga másica Kg/d de DBO_5 del VPC1

CARACTERÍSTICAS DEL VERTIMIENTO	
1. Caudal promedio (l/s)	1,53
2. Concentración promedio DBO_5 (mg/L)	330
TIEMPO DE DESCARGA	
3. Horas al día	24
CALCULO DE CARGA CONTAMINANTE VERTIDA POR DÍA	
Carga DBO_5 (kg/d) = (No. 1) x (No. 2) x (No. 3) x 0.0036	43,62

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Las cargas DBO_5 encontradas para el VPC1 indican que estos parámetros son comparables con los definidos en el Artículo 8 del Decreto 0631/2015 para vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas a cuerpos superficiales con una carga menor o igual a 625 kg/día DBO_5 (Tabla 16). Para este análisis se utilizará las características típicas de un agua residual municipal consignadas en la Guía de gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales consignadas en la Tabla 17 (Ministerio del Medio Ambiente., 2002), y en Metcalf-Eddy, 1991.

Tabla 16. Parámetros de Vertimientos a cuerpos de agua

PARAMETRO	UNIDAD	CON UNA CARGA MENOR O IGUAL A 625 Kg/d DBO_5
pH	Unidades de pH	6 a 9
DQO	mg O2/L	180
DBO_5	mg O2/L	90
SST	mg/L	90
SSED	mg/L	5
GYA	mg/L	20
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg SAAM/L	Análisis y Reporte
Hidrocarburos Totales (TPH)	mg/L	Análisis y Reporte

Fuente: Adaptado de Resolución 0631/2015 del MADS

Continuación de la Tabla 16. Parámetros de Vertimientos a cuerpos de agua

PARAMETRO	UNIDAD	CON UNA CARGA MENOR O IGUAL A 625 Kg/d DBO_5
Ortofosfato (*)	mg PO4/L	Análisis y Reporte
Fósforo total	mg P/L	Análisis y Reporte
Nitratos	mg NO3/L	Análisis y Reporte
Nitritos	mg NO2/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno amoniacal	mg NH3-N/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno total	mg N/L	Análisis y Reporte

Fuente: Adaptado de Resolución 0631/2015 del MADS

Tabla 17. Características típicas de un agua residual municipal

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Sólidos totales (mg/L)	1000	500	200
Sólidos suspendidos (mg/L)	500	300	100
Sólidos sedimentables (mg/L)	12	8	4
DBO_5 (mg/L)	300	200	100
DQO (mg/L)	1000	500	250
Nitrógeno total (mg/L)	80	50	25
Fósforo total (mg/L)	20	15	5
Grasas y aceites (mg/L)	40	20	0
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	10^9	10^7	10^5
Materia Sólida (mg/L)	1.200	720	350
Disuelta total	850	500	250
Inorgánica	525	300	145
Orgánica	325	200	105
En Suspensión	350	220	100
Inorgánica	75	55	20
Orgánica	275	165	80
Sólidos decantables (mL/L)	20	10	5
Nitrógeno (mg N/L)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (mg P/L)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (mg $CaCO_3$)	200	100	50

Fuente: Guía Ministerio de Medio Ambiente, 2002 y Metcalf-Eddy, 1991

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 14, el valor de pH obtenido en el VPC 1 osciló entre 7,66 – 7,20 unidades, por lo que cumple con la norma establecida para vertimientos a un cuerpo de agua y

por lo tanto en caso de construir el sistema de tratamiento de aguas no se hace necesario la implementación de tanques reguladores de pH, ya que está muy cerca del valor neutro. Adicionalmente se evidencia que las aguas residuales analizadas se encuentran en algunos parámetros diluidas puesto que están por debajo de los valores típicos para concentraciones bajas, y en otros parámetros en concentraciones altas, lo anterior, respecto a las concentraciones típicas de un agua residual municipal, siendo anormal este comportamiento. Se debe tener en cuenta que la muestra del ARD fue tomada a la descarga de la tubería de conducción del STAR, es decir, el emisor final del STAR que se encuentra en malas condiciones, es probable que esto represente valores atípicos en el agua residual doméstica, afectando los resultados obtenidos en la jornada de muestreo.

La DBO_5 es el parámetro usado para medir la cantidad de oxígeno requerido en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable. Al comparar el resultado de DBO_5 en el VPC1 (330 mg/l) con el límite permitido por la Resolución 0631/2015, se analiza que el valor está por encima, lo que implica un nivel alto de concentración (Tablas 16 y 17). El resultado de DQO, permite conocer la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica u oxidable total. El valor de DQO para el VPC1 no cumple con el límite de la Resolución 0631/2015 y se encuentra en un nivel medio de concentración (499 mg/l), según las características enunciadas en la Tabla 17.

La relación DBO_5/DQO indica la biodegradabilidad de los contaminantes y por ende orientan el tipo de tratamiento requerido. Para el caso de las aguas residuales del centro poblado esta relación es del 66%, lo que permite determinar que es apta para ser sometida a un sistema de tratamiento biológico.

Lo anterior merece especial atención si se tiene en cuenta que los sistemas de tratamiento de ARD de pequeñas comunidades se basan principalmente en el tratamiento biológico por sus bajos costos de operación y mantenimiento y este requiere que las aguas estén libres de cualquier elemento que pueda perjudicar el crecimiento microbiológico en los reactores. En cuanto a las características microbiológicas, estas aguas residuales tienen un contenido medio de coliformes (Ávila y Estupiñán, 2009).

Durante el monitoreo fue medido in situ el caudal, obteniéndose un valor medio de 1,53 L/s, siendo superior al caudal teórico calculado con una dotación de 140 L/hab-día (sección 4.3.1), lo anterior indica que la dotación actual del acueducto supera lo establecido por la Resolución 0330 de 2017, para poblaciones ubicadas por debajo de los 1000 m.s.n.m, pues el acueducto estaría operando actualmente con 235 L/hab-día, por lo que debe hacerse una valoración de los hábitos de consumo y de la existencia de fugas en las viviendas o la infraestructura del acueducto. Sin embargo, es importante indicar que en el STAR puede presentarse fugas afectando el valor del caudal vertido. Dentro del periodo de monitoreo se observa un ascenso del caudal, identificando en los picos más altos a las 12:00 m, 6:00 pm, 10:00 a.m. (Figura 8), lo cual podría estar relacionado con el incremento del consumo de agua en las actividades domésticas.

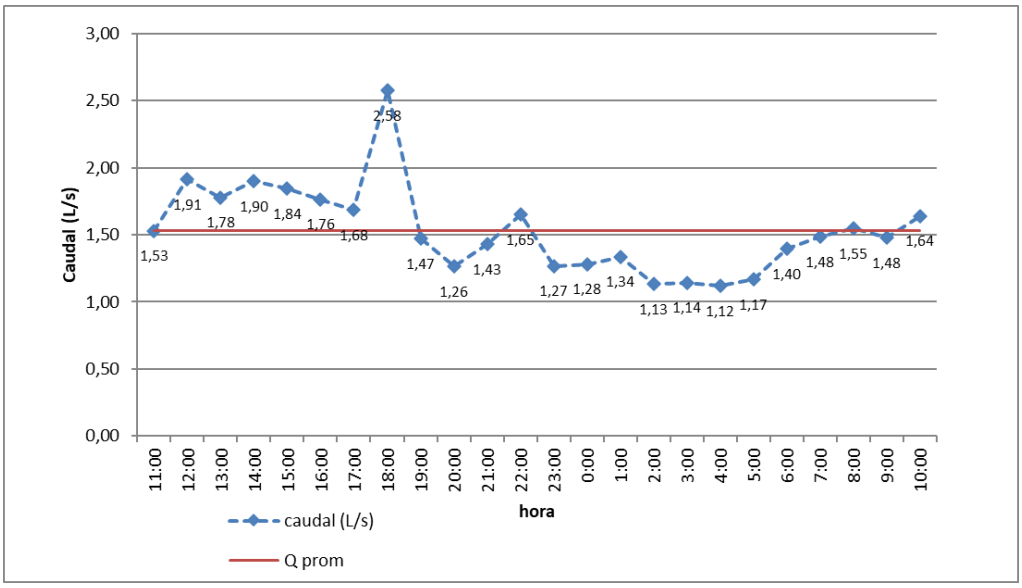


Figura 8. Comportamiento del caudal del vertimiento VPC 1.

4.3. CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES

4.3.1. Asignación de caudales

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.

4.3.1.1. Caudal de aguas residuales domésticas (Q_D)

De acuerdo a las características del centro poblado del Corregimiento Paila Arriba, se procedió a calcular el caudal de aguas residuales generado, según lo estipulado por la resolución 0330 de 2017, modificado por la Res. 0799 de 2021, a través de la siguiente ecuación:

$$Q_D = \frac{CxPxR}{86400}$$

Donde:
C: dotación neta para el nivel de complejidad (140 L/Hab-día para una altura promedio sobre el nivel del mar de 989m.s.n.m., resolución 0330 de 2017).
P: población atendida (663 habitantes para el año 2023).
R: coeficiente de retorno (0,85).

Por lo tanto, el caudal de aguas residuales domésticas (Q_D) que debería generarse es de 0,91 L/s. Sin embargo, considerando el caudal medio obtenido durante la jornada de aforo realizada el 19 de agosto de 2023 (Anexo 10) se tiene que actualmente la dotación de esta población sería de 496,2 L/hab-día, por lo tanto, el caudal de aguas residuales domésticas generadas sería de 3,05 L/s.

4.3.1.2. Caudal de aguas residuales industriales (Q_I)

Para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba no se consideró el caudal de aguas residuales industriales, debido a que no existen entidades o establecimientos de este tipo en la localidad.

4.3.1.3. Cauda de aguas residuales institucionales (Q_{IN})

El centro poblado cuenta con la I.E. Mariana Ospina Pérez y un puesto de salud, los cuales atienden únicamente la población del centro poblado, por ende, no se considerará el aporte institucional ya que este está incluido en el aporte doméstico.

4.3.1.4. Caudal por Infiltraciones

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, este aporte se estableció con base en los valores contenidos en la resolución 0330 de 2017, en donde el valor inferior del rango dado, corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores, estructuras complementarias y menor amenaza sísmica. La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación. De esta manera el valor asumido para el aporte por infiltración al sistema de alcantarillado combinado de la población en estudio se encuentra entre 0,1 a 0,3 L/s-ha. Debido a que las redes se encuentran en mal estado y a las características del terreno (pendiente), se tomará para el presente documento un aporte por infiltración de 0,3 L/s-ha.

De esta manera, el área de la cabecera del corregimiento Paila Arriba es 8,629 ha, proporcionando un valor estimado de infiltraciones de 2,59 L/s

4.3.1.5. Caudal por conexiones erradas

El sistema de alcantarillado actualmente es combinado, pues se considera que las aguas lluvias de patios, techos, bajantes y canales de aguas lluvias ingresan al sistema. La escorrentía de la vía, discurren por las calles y el suelo infiltrándose en el terreno.

El caudal de conexiones erradas se estimó por área según la resolución 0330 de 2017, para el diseño de alcantarillados en localidades donde no se dispone de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias. Según el RAS, los aportes por conexiones erradas son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. Se adoptó entonces un aporte de 2 L/s-Ha y el área asociada a estas conexiones sería el área total de viviendas, ya que las aguas lluvias de estas son las que ingresar por sifones y bajantes hacia el sistema de alcantarillado. La expresión usada para estimar el caudal de conexiones erradas (Q_{ce}) es:

$$Q_{ce} = A_v \times f_{ce}$$

Dónde:
A_v: Área total aferente al alcantarillado acorde con los planos (Ha)
f_{ce}: Factor de conexiones erradas (L/s-Ha)
El área aferente a los colectores existentes en la cabecera del corregimiento Paila Arriba fue estimada en 20.531 m^2 = 2,05 Has. Esta área proporciona un valor estimado de conexiones erradas de 4,1 L/s.

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

El caudal medio diario de las aguas residuales del centro poblado del corregimiento Paila Arriba equivale a la suma de los caudales de aguas domésticas, industriales e institucionales, así:

$$Q_{MD} = Q_D + Q_{IN} + Q_{ID} = 3{,}05 \text{ L/s} + 0 \text{ L/s} + 0 \text{L/s} = 3{,}05 \text{ L/s}$$

4.3.2. Cargas Contaminantes

Se entiende por Carga Contaminante, el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, y se expresa en Kg/día:

$$Cc = Q * C * 0{,}0036 * t$$

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 (de mg/s a Kg/h)

4.3.2.1. Cargas Per cápita (unitarias)

A partir de los resultados obtenidos en la caracterización de vertimientos (Tabla 14), se calcula la totalidad de las cargas recolectadas y transportadas en el corregimiento, y considerando la población asociada a este vertimiento se estiman las cargas percapita (Tabla 18 y Anexo 12).

Tabla 18. Cargas Per cápita Generadas en el centro poblado del Corregimiento Paila Arriba

CAUDAL TOTAL (L/s) [(a)]	POBLACIÓN[(b)]	PARÁMETRO	CARGA TOTAL RECOLECTADA Y TARNSPORTADA(Kg/día)	CARGAS PER CÁPITA (Kg/Hab - día)
1,53	333	DBO_5	43,62	0,1310
		DQO	65,96	0,1981
		SST	6.35	0,0191

Fuente: Ecointegral Ltda.
(a) Caudal VPC1, aforado en campo (Anexo 10)
(b) Población asociada al VPC1

4.3.2.2. Carga total (ct)

La carga percapita presentada en la Tabla 18, permite estimar la carga total generada en el centro poblado de Paila Arriba (Tabla 19). A continuación, se presentan las cargas generadas, recolectadas, transportadas y vertidas al año 2023; no se considerará la tratada debido al mal estado e ineficiencia del sistema del tratamiento de aguas residuales.

Tabla 19. Cálculo de cargas Contaminantes Corregimiento Paila Arriba

POBLACIÓN (HAB)	PARÁMETROS	TOTAL CARGAS (KG/DÍA)		
		Generada	Recolectada y Transportada[a]	Vertida
663	DBO_5	86,85	43,62	86,85
	DQO	131,33	65,96	131,33
	SST	12,63	6,35	12,63

Fuente: Ecointegral Ltda. (a) calculada de acuerdo a la cobertura actual (50,2%).

Teniendo en cuenta que la carga per-capita estimada (Tabla 18) no se encuentra dentro límite de los valores esperados para un agua de tipo residual doméstico y el mal estado de la PTAR actual, se considera pertinente calcular la totalidad de las diferentes cargas generadas, recolectadas, transportadas y vertidas al año 2023, tomando como referencia los valores indicados en la resolución 0330 de 2017 en el artículo 169, el cual establece la línea base de una agua residual de características típicas domésticas (Tabla 20).

Tabla 20. Cálculo de cargas Contaminantes presuntivas Corregimiento Paila Arriba

POBLACIÓN (HAB)[e]	CAUDAL (L/S)[a]	PARÁMETROS	CARGAS PER CAPITA (kg/hab-día)[c]	TOTAL CARGAS (KG/DÍA)		
				Generada	Recolectada y Transportada[b]	Vertida
663	1,53	DBO_5	0,05	33,15	16,64	33,15
		DQO	0,1(d)	66,30	33,28	66,30
		SST	0,05	33,15	16,64	33,15

Fuente: Ecointegral Ltda.
(a) Caudal aforado en jornada de muestreo; (b) Calculada de acuerdo a la cobertura actual (50,2%); (c) RAS; (d) Tomado de (Agencia de Medio Ambiente - CIGEA, 1998); (e) población 2023

5. FUENTES DE AGUA RECEPTORAS

A partir del trabajo de campo realizado en el centro poblado Paila Arriba, se identificaron cinco (5) fuentes receptoras de vertimientos, que corresponden a la red hidrográfica del río La Paila, el cual drena al río Cauca (Figura 9).

a) Quebrada La Nicolasa
b) Quebrada sin nombre del sector el Vergel
c) Laguna y drenaje de la misma
d) Río La Paila

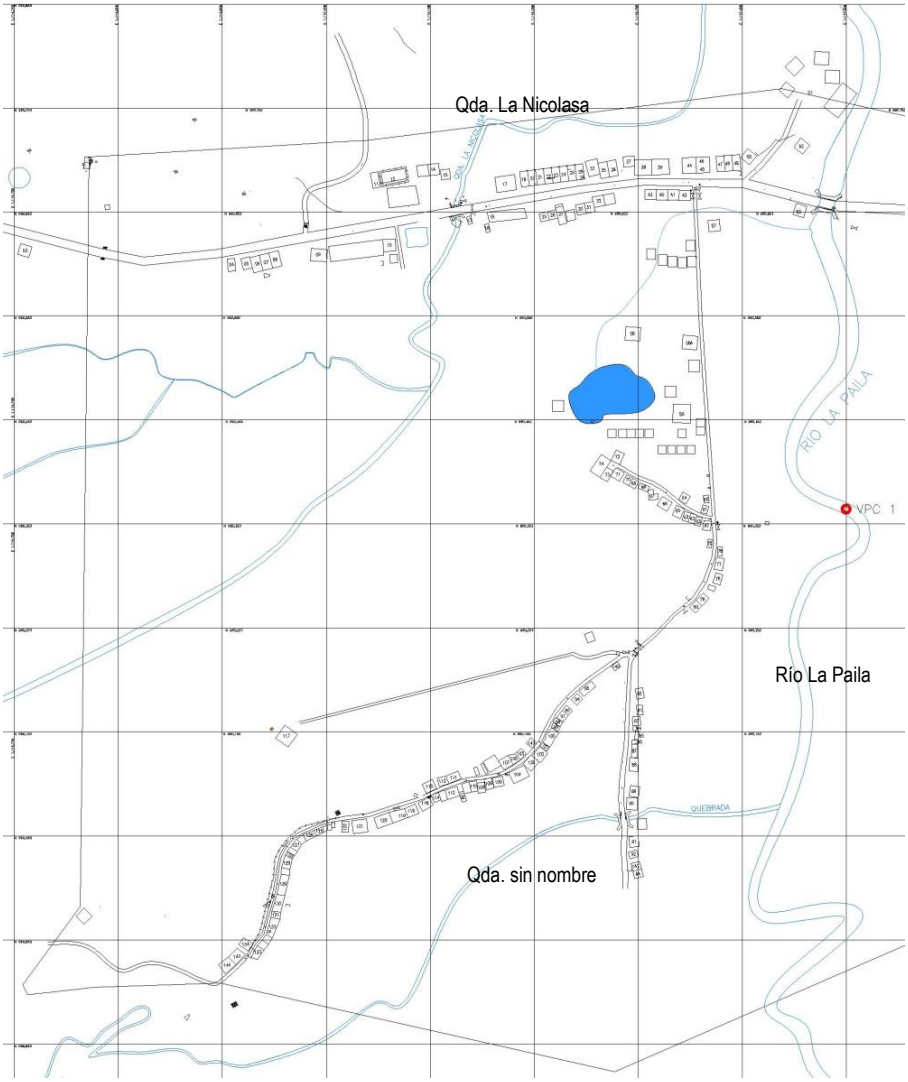


Figura 9. Fuentes receptoras de vertimientos del centro poblado del corregimiento Paila Arriba.

5.1. DESCRIPCIÓN FUENTE RECEPTORA

El centro poblado del corregimiento Paila Arriba está localizado en la cuenca del río La Paila y su cabecera es atravesada por la quebrada La Nicolasa, una Quebrada sin nombre del sector el Vergel, el río La Paila y una laguna con drenaje al río. Las quebradas y el drenaje de la laguna son afluentes del río, los cuales representan un peligro constante para la población dado que en temporada de invierno aumentan su caudal, rebosándose e inundando la zona urbanizada, este fenómeno natural se ha presentado una vez en el corregimiento, por lo tanto son vulnerables a este suceso.

Laguna: Este espejo de agua recibe las descargas de agua residual de algunas viviendas del centro poblado de Paila Arriba, tiene un drenaje que confluye en el río La Paila, aguas abajo del vertimiento puntual colectivo 1 y antes del puente vehicular por donde pasa el río. No se encuentra información secundaria de la fuente, por ende su descripción fue producto del trabajo de campo (Fotografía 6).



Fotografía 6. Laguna del centro poblado de Paila Arriba
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Drenaje de la laguna: Esta fuente pasa por el callejón el tejo y por la parte posterior de las viviendas de la vía a la Galicia, permitiendo el fácil acceso para descargar las aguas residuales domésticas de las viviendas localizadas en este sector, es efluente del río La Paila. No se encuentra información secundaria de la fuente, por ende su descripción fue producto del trabajo de campo (Fotografía 7).



Fotografía 7. Drenaje de la laguna
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Quebrada sin nombre del sector el Vergel: Al terminar el callejón el vergel, en las últimas viviendas del mismo se localiza la quebrada, a la cual drenan las aguas residuales de varias viviendas, está quebrada es afluente del río La Paila. No se encuentra información secundaria de la fuente, por ende su descripción fue producto del trabajo de campo (Fotografía 8).



Fotografía 8. Quebrada sin nombre del sector el Vergel
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Quebrada La Nicolasa: Es afluente del río La Paila y se localiza en la entrada del centro poblado, por la vía que conduce a Sevilla (Fotografía 9).

En temporada de invierno se desborda inundando las viviendas aledañas que se encuentren sobre la misma cota. Transporta aguas residuales domésticas y de actividades porcinas y pecuarias, de los usuarios no conectados al sistema de alcantarillado. No se encuentra información secundaria de la fuente, por ende su descripción fue producto del trabajo de campo.



Fotografía 9. Quebrada La Nicolasa
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Río La Paila: El centro poblado se localiza en la zona media de la cuenca, la cual posee en esta zona un área de 40 km^2, a una altura de cierre de 941 m.s.n.m., tiene una precipitación media anual de 1.470 mm, con una evaporación total anual de 1.361,77 mm, un brillo solar medio anual de 4,4 horas y una temperatura media anual de 22ºC.Nace en el corregimiento de Ceilán a 1.320 m.s.n.m., en el municipio de Bugalagrande y tiene una longitud de 39,9 Km. Las unidades hidrográficas de la cuenca del río La Paila son: nacimiento río La Paila, quebrada Tetillal, quebrada San Pablo, río San Marcos, río Totoró, parte baja río la Paila, drenaje directo y quebrada El Negro (CVC, 2009).

El río La Paila es utilizado antes de su desembocadura para abastecimiento piscícola, abrevadero de ganado, agroindustrial, humano, riego de diferentes cultivos, y como receptor de los vertimientos generados en las distintas actividades que se realizan (domésticas, agrícola, pecuario, agroindustrial y minero) y que han contribuido a incrementar su deterioro en el tiempo (CVC, 2009; Resolución 0100 No. 0600-0078 del 19 de febrero de 2009) (Fotografía 10).



Fotografía 10. Río La Paila, en el centro poblado de Paila Arriba
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

5.2. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA

Con el fin de evaluar el impacto generado sobre la principal fuente receptora de vertimientos del centro poblado (río La Paila), Ecointegral contrato el análisis de las aguas de la fuente, aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos generados en la localidad, con el laboratorio Hidrolab, el cual está acreditado por el IDEAM de acuerdo a la norma NTC-ISO/IEC 17025, mediante resolución 2242 de 2022. Realizando la caracterización de la fuente hídrica el 18 de agosto de 2023. Ambos muestreos analizaron los parámetros de OD, DBO_5, DQO, coliformes, SST, entre otros, los cuales se presentan en la Tabla 21; en el Anexo 11 se adjuntan los resultados de laboratorio.

Tabla 21. Caracterización del río La Paila

Parámetros	Aguas arriba del VPC1	Aguas abajo del VPC1
pH (unidades)	7,68	7,76
Temperatura (°C)	27,1	29,1
DBO_5 (mgO_2/L)	<2	<2
Oxígeno disuelto (mgO_2/L)	7	7,10
DQO (mgO_2/L)	<2	8
SST (mg/L)	<5	<5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	196	196
Sólidos Sedimentables (ml/L)	<0,1	<0,1
Turbiedad (UNT)	<1,5	<1,5
Coliformes totales (NMP/100mL)	25	45
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	14	<1
Dureza total (mg CaCO3/L)	98	96
Conductividad (us/cm)	152	171
Alcalinidad (mg CaCO3/L)	142	166
Grasas y Aceites (mg/l)	<0,5	0,596
Fósforo (mg P/L)	<1	<1
Fósforo reactivo disuelto (mg P/L)	<1	<1

Ecointegral Ltda estudio contratado con Hidrolab laboratorio Acreditado por el IDEAM de acuerdo a la Norma NTC-ISO/IEC 17025, mediante Resolución 2242 de 2022

Continuación Tabla 21. Caracterización del río La Paila

Parámetros	Aguas arriba del VPC1	Aguas abajo del VPC1
Nitrato (mg N/L)	1,2	1,5
Nitrito (mg N/L)	<0,01	<0,01
Nitrógeno amoniacal (mg N/L)	<1	<1
Nitrógeno total Kjeldahl (mg N/L)	<5	<5
Nitrógeno Total (mg N/L)	1,2	1,5
Caudal (L/seg)	625,43	654,16

Ecointegral Ltda estudio contratado con Hidrolab laboratorio Acreditado por el IDEAM de acuerdo a la Norma NTC-ISO/IEC 17025, mediante Resolución 2242 de 2022

Las dos caracterizaciones evidencian que los valores de pH y temperatura se mantienen relativamente constantes, manteniendo un nivel cercano a la neutralidad y ubicándose en los valores del rango usual en corrientes superficiales, favoreciendo el desarrollo de los procesos fisicoquímicos de los cuerpos de agua.

La UNESCO (1996) establece que valores de DBO menores a 2 mg/L y de DQO menores a 20 mg/L corresponden a fuentes de agua no contaminadas, así pues, podría decirse que el río La Paila presenta características de un cuerpo receptor de contaminación por actividades antropogénicas. En ambos puntos muestreados los valores de DBO y DQO están dentro del rango o son cercanos a los límites establecidos por la UNESCO (1996), lo cual podría estar asociado con la capacidad de asimilación de esta corriente hídrica.

Respecto a la concentración de SST, se evidencia que la fuente no está siendo contaminada por factores antropogénicos, siendo de buena calidad. El OD es un parámetro que indica el nivel de contaminación del agua, de esta manera los valores comprendidos entre 0 y 4 mg/L corresponden a aguas de mala calidad (CVC, 2006). Las concentraciones de OD obtenidas presentan rangos por encima de 4 mg/L (7 y 7,10 mg/L), clasificándose en aguas de condiciones aceptables, es decir que la concentración de oxígeno permite el desarrollo de varias de las especies de peces y otros organismos acuáticos.

El Nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de microorganismos y plantas, la limitación de este puede producir cambios en la composición bioquímica de los organismos, y reducir sus tasas de crecimiento. El río La Paila presenta un valor de <1 mg/l de Nitrógeno amoniacal en los dos puntos muestreados, lo cual refiere que esta concentración es normal para la fuente hídrica en cuanto a la descomposición bacteriana de sustancias nitrogenadas (<0.2 mg/l; UNESCO; 1996).

Las concentraciones de Nitratos antes (1,2 mg/l), y después (1,5 mg/l) de la descarga al río La Paila no estimulan procesos de eutrofización (2 a 3 mg/l; CVC, 2002); valores que se presentan iguales para el Nitrógeno Total. La presencia de Nitritos indica la existencia de procesos biológicos activos relacionados con la polución orgánica, que puede ser usado como fuente de nitrógeno por plantas acuáticas, y que en el río La Paila están en una concentración de <0.01 mg N/l para los dos puntos de muestreo.

El Fósforo incrementa la tendencia de proliferación de algas en el receptor y se encuentra muy ligado, igual que el nitrógeno, al proceso de eutrofización. Los valores para Fósforo fueron del orden de <1 mg P/l, indicando que la fuente hídrica no es susceptible al aumento excesivo de algas.

En relación a los parámetros de tipo microbiológico, los resultados para el río La Paila muestran presencia de coliformes, lo cual puede estar asociado a los vertimientos directos de ARD y a la contaminación de sus ríos tributarios por vertimientos de ARD o actividades agropecuarias, lo que confirma que la fuente hídrica está

siendo contaminada, ya que estos microorganismos están presentes cuando la contaminación es reciente por excretas de animales de sangre caliente (Ávila y Estupiñán, 2009).



Figura 10. Ubicación de la estación de monitoreo de la CVC sobre el río La Paila, puntos de muestreo, y VPC1.

5.3. CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA

Con el fin de analizar en conjunto los parámetros caracterizados en la fuente receptora de vertimientos, se aplicaron tres índices de calidad (ICA, ICOMO e ICOSUS). El índice de Calidad del Agua (ICA) estima el grado de calidad de un cuerpo hídrico, con el propósito de conocer el nivel de contaminación de una forma ágil, sin recurrir a la evaluación de cada uno de los parámetros. El Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) incluye la DBO, los coliformes totales y el % de saturación del oxígeno (no se emplea su concentración para eliminar el efecto de la altitud, la temperatura y los sólidos sobre ésta). El Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS) refleja principalmente los procesos erosivos de un área de drenaje descubierta y/o actividades de explotación de material en lechos lénticos y sólo incluye la concentración de los sólidos suspendidos. En la Tabla 22, se presenta los resultados del ICA y en la Tabla 24 se muestran los resultados de la aplicación de los índices ICOMO e ICOSUS y la clasificación de la contaminación en cada punto de muestreo.

Para calcular el ICA se deben tener en cuenta 6 parámetros (pH en unidades, relación NT/PT, cambio de sólidos suspendidos totales en mg/L, DQO en mg/L, conductividad eléctrica, y OD en % de saturación), empleando la siguiente ecuación:

$$ICA_{njt} = \sum_{i=1}^{n} W_i I_{ikjt}$$

Dónde:

ICA_{njt} Es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

I_{ikjt} Valor calculado de la variable I, en la estación de monitoreo j, registrado durante la mediación realizada en el trimestre k, del periodo de tiempo t.

W_i Ponderador o peso relativo asignado a la variable i.

n Número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.

Tabla 22. Caculo del ICA del río Paila Arriba

Río LA PAILA –18/08/2023					
PARÁMETRO	**CONCENTRACIONES Aguas arriba**	**CONCENTRACIONES Aguas abajo**	**I Aguas arriba**	**I Aguas abajo**	**Wi***
1. Porcentaje de saturación de oxígeno	86,23	90,39	0.85	0.89	0,17
2. DQO	<2	8	0.91	0.91	0,17
3. pH	7,68	7,76	1	1	0,15
4. Conductividad	152	171	0.54	0.46	0,17
5. NT/PT	1,2	1,5	0.15	0.15	0,17
6.Sólidos suspendidos totales (SST)	<5	<5	1.01	1.01	0,17
ICA			**0.74**	**0.73**	**1**

Fuente: Ecointegral Ltda., 2023

*Hoja Metodológica IDEAM - Índice de Calidad del Agua en Corrientes Superficiales (ICA), 2020.

Tabla 23. Valor del índice de calidad del agua

VALOR DEL ÍNDICE	CLASIFICACIÓN	COLOR
0 – 0.25	Calidad muy mala	Rojo
0.26 – 0.50	Calidad mala	Naranja
0.51 – 0.70	Calidad regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Calidad aceptable	Verde
0.91 – 1	Calidad buena	Azul

Fuente: IDEAM, 2020

De acuerdo a los valores de referencia planteados en la Tabla 23, el río La Paila presenta valores del índice de calidad del agua de 0.74 y 0.73 respectivamente, indicado que la calidad del agua en este tramo es aceptable. Vale la pena aclarar que aguas arriba del VPC 1, el agua es contaminada por vertimientos domésticos, recreativos, agrícolas y agropecuarios. Para el cálculo del ICOMO y el ICOSUS se tiene en cuenta que en un rango de 0 a 1, los valores muy bajos cercanos a cero reflejan baja contaminación y valores cercanos a uno representan lo contrario.

Fórmula general: $$ICOMO = \frac{1}{3}\left(I_{DBO} + I_{Coliformestotales} + I_{Oxígeno\%}\right)$$

Para el cálculo de cada una de las variables se tiene:

$$I_{DBO} = -0.05 + 0.70\ Log_{10} DBO(mg/L)$$

Para esta variable se tiene en cuenta:

DBO mayores a 30 mg/L tienen un valor de uno (I_{DBO}=1)
DBO menores a 2 mg/L tienen un valor de cero (I_{DBO}=0)

$$I_{Coliformestotales} = -1.44 + 0.56\ Log_{10} Col.tot.\ (NMP/100\ mL)$$

Para esta variable se tiene en cuenta:

Coliformes totales mayores a 20.000NMP/100mL, se le asigna un valor de uno ($I_{col.\ Tot.}$= 1)
Coliformes totales menores a 500NMP/100 mL, se le asigna un valor de cero ($I_{col.\ Tot.}$=0)

$$I_{Oxígeno\%} = 1 - 0.01\ oxígeno\%$$

Dónde:

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un valor de cero ($I_{Oxígeno\%}$=0)

Fórmula general: $$ICOSUS = -0.02 + 0.003\ sólidossuspendidos(mg/L)$$

Para el ICOSUS, concentraciones de sólidos suspendidos mayores a 340 mg/L tienen un valor de uno (ICOSUS = 1) y Sólidos suspendidos menores a 10 mg/L tienen un valor de cero (ICOSUS = 0).[1]

[1] Índices de Calidad de las aguas. Grupo de estudios hidrobiológicos continentales. Universidad del Cauca, 2000.

Tabla 24. Índices de contaminación para el río La Paila

PUNTO DE MUESTREO	ICOMO	CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	ICOSUS	CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN
Aguas arriba del VPC 1	0.05	Muy baja contaminación por materia orgánica	0,04	Muy baja contaminación por materia orgánica
Aguas abajo del VPC 1	0.03	Muy baja contaminación por materia orgánica	0,04	Muy baja contaminación por materia orgánica

Fuente: Ecointegral Ltda., 2023

El ICOSUS del río La Paila, aguas Arriba del VPC, indica que la fuente presenta muy baja contaminación por sólidos, al igual que aguas abajo del VPC, lo que evidencia una muy baja afectación por sólidos suspendidos producto de las actividades antropogénicas.

El ICOMO evidencia que el río La Paila presenta una muy baja contaminación por materia orgánica. De acuerdo a la clasificación de calidad del agua, la fuente aguas abajo requiere tratamiento del agua para consumo humano, sin embargo es riesgoso su uso.

Respecto al ICOTRO, que es el índice de contaminación por Trofia, el cual es calculado sobre la base de la concentración de Fósforo Total. Para esta fuente hídrica superficial se obtiene un ICOTRO equivalente a Eutrofia, lo que significa que la fuente hídrica presenta un exceso de nutrientes; este fenómeno puede generar el incremento de manera descontrolada de plantas y organismos, que al morir disminuyen la calidad del agua generando procesos anaerobios (gases y malos olores). Por otra parte la saturación de oxígeno disuelto (%OD) en el río La Paila evidencia una buena capacidad de autodepuración del mismo, a pesar de recibir la descarga de las aguas residuales del centro poblado.

El agua del río La Paila es empleada para múltiples usos, tales como, piscícola, riego de diferentes cultivos, abrevadero de ganado y abastecimiento de acueductos veredales, de corregimientos y de los municipios de Sevilla y Zarzal (Resolución 0100 No. 0600-0078 del 19 de febrero de 2009).

Balance de Masas

Cabe aclarar que la CVC estableció que el río La Paila al ser afluente directo del río Cauca, se incluye dentro de los Objetivos de Calidad del Agua para la Cuenca del Río Cauca mediante resolución 0100 No. 0600-0298 del 19 de abril de 2023, estableciendo sus metas. Para estimar el caudal y la calidad del agua de la fuente hídrica receptora cuando recibe la contribución del vertimiento del centro poblado, se realizó un balance de masa para evaluar el vertimiento con respecto a las concentraciones de DBO_5, DQO y SST (Figura 11).

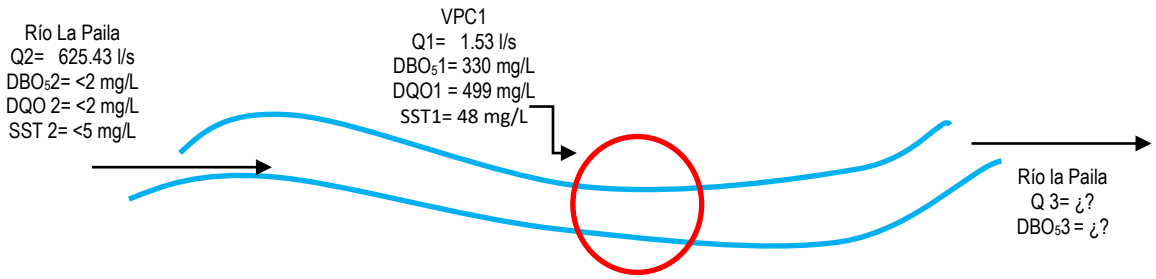


Figura 11. Balance de masas

Balance de masa de flujos totales asumiendo un estado estacionario y que las densidades son iguales:

$$\frac{dm}{dt} = Q1\rho1 + Q2\rho2 - Q3\rho3$$

No hay acumulación:

$$0 = Q1 + Q2 - Q3$$

$$Q3 = Q1 + Q2$$

$$Q3 = 1.53\frac{l}{s} + 625.43\frac{l}{s} = 626.96\frac{l}{s}$$

Balance de masa por componentes asumiendo que no hay reacción y que no hay acumulación:

$$\frac{dm}{dt} = Q1C1 + Q2C2 - Q3C3 + R$$

$$C3 = \frac{Q1C1 + Q2C2}{Q3}$$

$$C3 = \frac{(1.53\frac{l}{s} * 330\frac{mg}{l}) + (625.43\frac{l}{s} * 2\frac{mg}{l})}{626.96\ l/s}$$

$$C3 = 2.8\frac{l}{s}$$

En la Tabla 25 se muestran los resultados del balance de masa por sustrato para DBO, DQO y SST:

Tabla 25. Balance de masas por sustratos para el río La Paila

DBO (mg/L)	2.8
DQO (mg/L)	3.2
SST (mg/L)	5.1

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Objetivos de calidad de la cuenca del río Cauca

Los ríos tributarios por la margen derecha presentan cuencas de drenaje de mayor extensión, ya que la franja oriental (margen derecha) del valle del río Cauca presenta mayor amplitud que la franja izquierda. Los afluentes directos (ríos y quebradas) del río Cauca en el departamento del Valle del Cauca, son 16 por la margen derecha y 19 por la margen izquierda (CVC, 2018).

Las estaciones de monitoreo establecidas a lo largo del río Cauca y sus tributarios, le permiten a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) obtener y analizar la información de algunos parámetros de calidad, tales como DBO, DQO, SST, entre otros. Su evaluación se realiza con base en el análisis estadístico promedio en los quinquenios, para los periodos climáticos característicos de invierno, verano y transición.

La CVC a través de la Resolución 0100 No. 0600-0298 del 19 de abril de 2023, establece los Objetivos de Calidad del Agua para la Cuenca del Río Cauca, determinados para sus tres tramos principales dentro de la jurisdicción del Valle del Cauca, considerando un caudal de referencia de 130 m^3/s (estación limnigráfica Puerto Mallarino), y cuyos objetivos tendrán un horizonte de 30 años a corto (10 años), mediano (20 años) y largo (30 años) plazo. Sin embargo, en esta resolución no se establecen obligaciones para este corregimiento y tampoco se establecen metas para el río La Paila de manera directa, pero al ser tributario del río Cauca se evaluará dentro del tramo correspondiente.

Por tanto, los objetivos que aplican para el río La Paila serán los correspondientes al tramo III, definido desde la estación Mediacanoa hasta la estación La Virginia, en límite norte con el departamento de Risaralda. A continuación en la Tabla 26 se muestra las metas por parámetro establecido en la resolución para este tramo y el uso potencial.

Tabla 26. Objetivos de calidad para el tramo III de la cuenca del río Cauca

TRAMO	USO POTENCIAL	ESTACIÓN DE CONTROL[2]	PARÁMETRO	UNIDADES	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
III Desde: Estación Mediacanoa- Hasta: Puente La Virginia	Agrícola[1], Preservación de flora y fauna	Puente la Virginia	Oxígeno Disuelto	(mg/L)	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 4,0
			DBO_5	mg/L	≤7,0	≤5,0	≤5,0
			SST	mg/L	≤200	≤200	≤150
			pH Mín	UpH	6,0	6,0	6,0
			pH Máx	UpH	9,0	9,0	9,0
			Temperatura	°C	≤28	≤28	≤28
			Al	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			As	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			NH_3	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Be	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			B	mg/L	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4
			Cd	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Zn	mg/L	≤2,0	≤2,0	≤2,0
			Co	mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Cu	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Cr^{+6}	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			F	mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
			Fe	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			Li	mg/L	≤2,5	≤2,5	≤2,5
			Mn	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Mo	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Se	mg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02
			Pb	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			V	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Ni	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2

Fuente: CVC, 2023. Resolución 0298 de 2023. (1) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo.

6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Para el análisis de la situación actual del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 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 las 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, posterior al taller de cartografía social (Fotografía 11) desarrollada con la asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba, La Junta de Acción Comunal, y la inspección en terreno (Anexo 5). Este proceso se apoyó en las herramientas de análisis estructural ofrecidas por el software MICMAC, desarrollado por el Laboratorio de Investigación en Prospectiva, Estrategia y Organización (LIPSOR). De acuerdo con lo anterior, se identificaron los problemas asociados con el manejo de las aguas residuales en el corregimiento Paila Arriba, los cuales de ahora en adelante serán denominados “variables” y se presentan en la Tabla 27.



Fotografía 11. Cartografía social del centro poblado Paila Arriba
Fuente: Ecointegral Ltda., 2013

Tabla 27. Variables identificadas en el manejo de aguas residuales del corregimiento

TÍTULO LARGO DE LA VARIABLE	TÍTULO CORTO	DESCRIPCIÓN
Vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas.	VP_ARD	Vertimientos de aguas residuales domésticas de los emisarios finales del sistema de alcantarillado del centro poblado y de los UNC.
Deficiencia de cobertura de la red de alcantarillado	DCSA	Las redes de alcantarillado existente tienen una cobertura del 50,2%, dejando sin servicio al 49,8% restante de la población equivalente a 110 UNC al sistema de alcantarillado.
Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas colmatado	STARDC	El centro poblado no cuenta con un sistema de tratamiento eficiente, el cual cumpla su función y trate el 100% del ARD generada en toda la localidad. Es por ello que se requieren los diseños, construcción, operación y mantenimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales, para que las AR vertidas no contaminen la fuente receptora.
Redes de alcantarillado del centro poblado en mal estado.	RAME	El alcantarillado del corregimiento fue construido hace 32 años aproximadamente, disminuyendo así su vida útil y por lo tanto las tuberías presentan roturas.
Contaminación de fuentes receptoras	CFR	Contaminación del río La Paila, puesto que la fuente es el receptor final de las descargas de las aguas residuales domésticas del centro poblado.
Riesgo de inundación	RI	En temporada de invierno los cauces que pasan por el centro poblado aumentan su caudal desbordándose e inundando las viviendas aledañas a los mismos.
Ausencia de un ente administrador del servicio de alcantarillado	AASA	No existe un operador del sistema de alcantarillado que se ocupe del manejo técnico, administrativo y operativo de la red, por lo tanto la respuesta ante un daño de la misma debe supeditarse a la capacidad de reacción de la alcaldía municipal.
Calidad de vida de la población	CVP	La calidad de vida de la localidad se ve afectada por las descargas de las aguas residuales domésticas y de actividades porcicolas.
Vertimientos puntuales directos generados por actividades porcícolas	VPDP	En el centro poblado del corregimiento se tienen marraneras, las cuales generan vertimientos puntuales directos al suelo y a la quebrada La Nicolasa, dado que no están conectados a la red de alcantarillado. En menor proporción respecto al año 2014.

Fuente: Ecointegral Ltda.

6.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Los criterios de evaluación entre variables específicas y su definición para este corregimiento se muestran en la Tabla 28, tal como lo establece la Guía para la Formulación de PSMV (MAVDT, 2004) y la Tabla 29 muestra los criterios de evaluación del grado de incidencia directa con sus respectivos activos y pasivos, mediante los criterios de valoración.

Tabla 28. Criterios de valoración de variables en la matriz de evaluación de efectos

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

Fuente: MAVDT, 2004

Tabla 29. Matriz de evaluación de variables esenciales del PSMV del centro poblado del Corregimiento Paila Arriba

VARIABLES	1: VP_ARD	2: DCSA	3: STARDC	4: RAME	5: CFR	6: RI	7: AASA	8: CVP	9: VPDP	TOTAL ACTIVOS
1: VP_ARD		0	0	0	3	0	0	1	0	4
2: DCSA	3		2	0	3	0	0	1	0	9
3: STARDC	0	0		0	3	0	0	3	0	6
4: RAME	3	2	1		2	0	0	1	0	9
5: CFR	0	0	0	0		0	0	1	0	1
6: RI	0	0	1	0	0		0	1	0	2
7: AASA	1	1	1	2	0	0		0	0	5
8: CVP	0	0	0	0	0	0	0		0	0
9: VPDP	0	0	0	0	2	0	0	2		4
TOTAL PASIVOS	7	3	5	2	13	0	0	10	0	

Fuente: Ecointegral Ltda.

El análisis estructural que integra a las variables del sistema en la matriz de valoración permite determinar sistemáticamente las relaciones de influencia y dependencia que se dan entre ellas. Estas relaciones permiten identificar los objetivos del PSMV, así como los programas, proyectos y actividades que lo componen.

De esta manera y acorde con la calificación de las variables (Tabla 97), el PSMV del centro poblado del corregimiento Paila Arriba 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. La herramienta MICMAC permite sintetizar en un gráfico las relaciones de influencia/dependencia del sistema el cual se presenta en la Figura 12.

El grafico (Figura 12) permite identificar que las variables calidad del recurso hídrico superficial y vertimientos puntuales de aguas residuales son afectadas fuertemente por la falta de cobertura del sistema de alcantarillado y por el mal estado de las redes de alcantarillado, lo que incide directamente en las condiciones de calidad de vida de la comunidad y en la manifestación de problemas como degradación del paisaje, limitación del uso del recurso hídrico de la cuenca del río La Paila y pérdida de la biodiversidad acuática.

La ausencia de un ente administrador de la red de alcantarillado (AASA) incide en la variable mal estado de la red de alcantarillado, pues el que no haya alguien encargado de la operación y mantenimiento de la red existente, implica que no hay control de las conexiones que se realizan al sistema y limita las gestiones de mejoramiento y/o ampliación del sistema que se requieren.

El sistema de tratamiento de agua residual doméstica colmatado está impactando negativamente la calidad de la fuente receptora pues no está cumpliendo su función, por ende se están vertiendo aguas de tipo residual de forma directa al río La Paila, lo que va en detrimento de las características físico-químicas y biológicas de esta fuente.

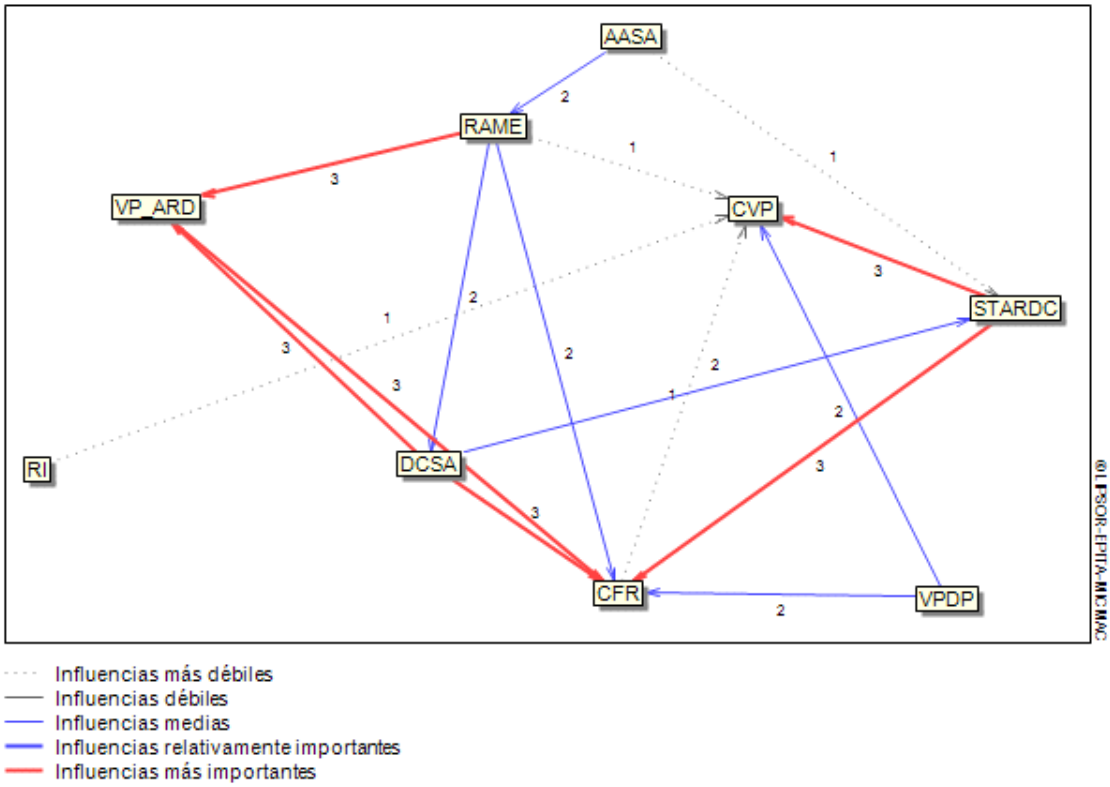


Figura 12. Esquema de las relaciones directas de influencia/dependencia entre las variables evaluadas para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Se debe tener en cuenta que la variable relacionada con vertimientos puntuales directos generados por actividades porcícolas si bien no es un problema asociado al saneamiento básico de la población, debe abordarse desde otra instancia diferente al PSMV, puesto que el artículo 51 del decreto 2257 de 1986, establece la "Prohibición de instalar criaderos de animales en perímetros urbanos", sin embargo el parágrafo estipula que las autoridades sanitarias podrán hacer excepciones a la prohibición cuando no se produzcan problemas sanitarios en el área circundante o en el ambiente; por lo tanto será cada uno de los generadores de las aguas residuales de actividades porcinas quienes implementen sistemas de tratamiento individual para minimizar las cargas contaminantes derivadas de estas actividades y así reducir el impacto negativo sobre las fuentes receptoras.

De otro lado el riesgo de inundación es una variable que no tienen una alta influencia en el sistema y no es influenciada de forma significativa por este, sin embargo, es pertinente sean contempladas por la administración municipal dentro de la actualización del POT para la realización de obras de mejoramiento y la implementación de medidas de prevención del riesgo.

7. PROSPECTIVA

7.1. ANÁLISIS ESTRATEGICO

Con la información suministrada por la matriz de evaluación (Tabla 29), se realizó la gráfica de distribución de las mismas (Figura 13), lo cual permite su clasificación (Tabla 30) y con ello la definición de acciones sobre cada variable así:

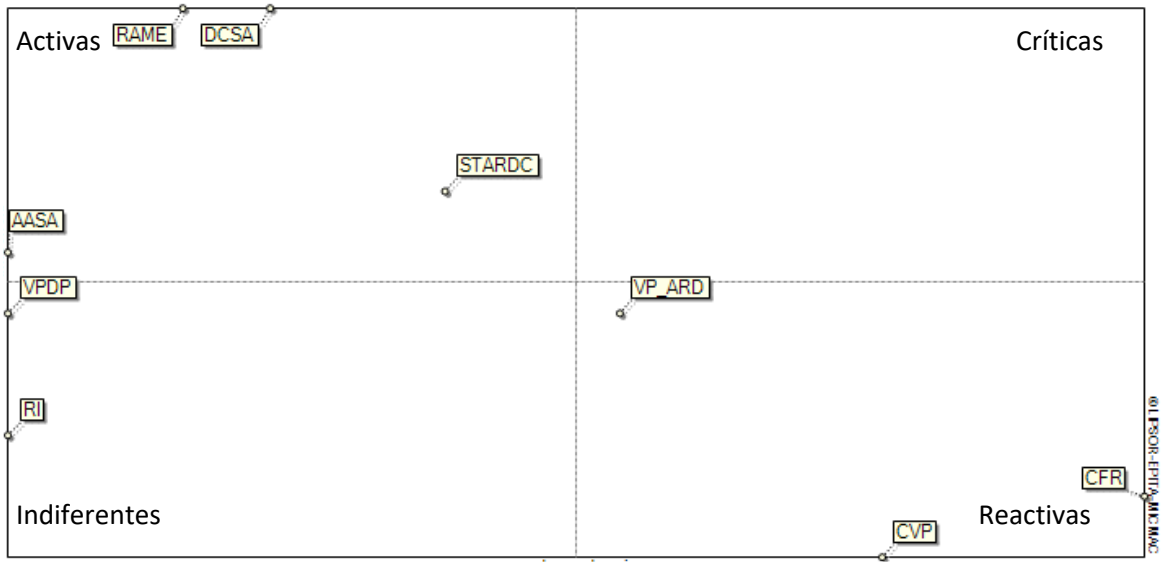


Figura 13. Representación gráfica del sistema de variables evaluadas para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Tabla 30. Clasificación de variables del PSMV del centro poblado Paila Arriba

VARIABLES	TOTAL PASIVOS	TOTAL ACTIVOS	CLASIFICACIÓN	ACCIONES SOBRE LA VARIABLE
1: VP_ARD	7	4	Reactiva	Usar como variable de control
2: DCSA	3	9	Activa	intervenir
3: STARDC	5	6	Activa	intervenir
4: RAME	2	9	Activa	intervenir
5: CFR	13	1	Reactiva	Usar como variable de control
6: RI	0	2	Indiferente	Ensayo
7: AASA	0	5	Activa	intervenir
8: CVP	10	0	Reactiva	Usar como variable de control
9: VPDP	0	4	Indiferente	Ensayo

Fuente: Ecointegral Ltda.

- **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. Son variables de intervención y por lo tanto se constituyen en los ejes estratégicos del PSMV; del análisis anterior resultaron las siguientes variables:

    1. DCSA: Deficiencia de cobertura de la red de alcantarillado
    2. STARDC: Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas colmatado
    3. RAME: Red de alcantarillado en mal estado
    4. AASA: Ausencia de un ente administrador del servicio de alcantarillado

- **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. Son variables dependientes, hacen parte de las actividades a implementar para lograr el cumplimiento del objetivo del plan. Las variables críticas deben ser objeto de análisis y seguimiento muy especial, así como las intervenciones que se hagan sobre ellas, ya que pueden desestabilizar el sistema en cualquier momento, por tener la doble cualidad simultánea de influir y ser influidas por el sistema. Para el caso específico del análisis realizado en el centro poblado no se encontraron variables críticas.

- **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 consideras 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 en el análisis son:

    1. CFR: Calidad de las fuentes receptoras
    2. VP_ARD: Vertimiento puntual de aguas residuales domésticas.
    3. CVP: Calidad de vida de la población

- **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. Son variables inertes, la actuación de solución frente a estas variables no contribuyen al desarrollo de los objetivos del plan y el desarrollo de los objetivos del plan tampoco contribuyen a solucionarlas. Las variables indiferentes sirven de ámbito de experimentación, puesto que cualquier intervención sobre ellas no generará mayor efecto sobre el sistema. Se emplean para el ensayo de proyectos piloto. Las variables clasificadas como indiferentes son: Vertimientos puntuales directos generados por actividades porcícolas

    1. VPDP: Vertimientos puntuales directos generados por actividades porcícolas
    2. RI: Riesgo de inundación

Por lo tanto, se concluye que el objetivo principal del PSMV debe estar direccionado a mitigar el impacto negativo ejercido por los vertimientos de ARD, la red de alcantarillado en mal estado, la deficiencia en la cobertura del alcantarillado y la falta de un sistema de tratamiento de agua residuales domésticas –STARD eficiente, sobre la calidad de la fuente receptora.

Estas variables que afectan de forma directa a las demás, se identifican como los principales problemas asociados al saneamiento básico en el centro poblado del Corregimiento Paila Arriba y por lo tanto, orientan las acciones del PSMV, en este caso la red de alcantarillado en mal estado, la falta de cobertura de la red de alcantarillado, de un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente y de un ente administrador de estos

sistemas se convierten en los ejes estratégicos en base a los cuales se plantearán los programas y proyectos del PSMV.

Adicional al análisis de las variables evaluadas se revisó la priorización de proyectos de saneamiento básico del RAS (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000), en el que se establece que las entidades territoriales, las empresas de servicios públicos (ESP) y otras que promuevan o desarrollen inversiones en el sector deben identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico, con el propósito de satisfacer necesidades inherentes al sector, racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad económica de los proyectos.

Teniendo en cuenta el análisis de variables presentado y el diagnóstico de la situación actual se identifican como ejes estratégicos del PSMV del centro poblado del corregimiento Paila Arriba los siguientes:

1. Optimización del sistema de alcantarillado: implica realizar un estudio y diseño del sistema de alcantarillado pluvial, ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado mediante la conexión de los UNC que pueden acceder al sistema, construcción de la red de alcantarillado y eliminación de VPD de ARD a la fuente
2. Tratamiento de agua residual doméstica: incluye la instalación de STI, compra del lote, y la construcción, arranque y puesta en marcha del STAR, así como su operación y mantenimiento.
3. Fortalecimiento institucional: Considera la consolidación de un ente operador del sistema de acueducto, alcantarillado y sistema de tratamiento, que se encargue de la administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad de estos.
4. Diseño e implementación de un programa de sensibilización ambiental orientado a toda la comunidad del corregimiento para hacer uso eficiente del agua, manejar adecuadamente el sistema de alcantarillado, STAR y las aguas residuales generadas por las actividades productivas (porcícolas).

7.2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

El alcance del PSMV del Centro poblado del Corregimiento Paila Arriba es mitigar el impacto negativo ejercido por los vertimientos de ARD, la deficiencia de cobertura de la red de alcantarillado y la falta de un STARD eficiente que trate todas las ARD del centro poblado, sobre la calidad de la fuente receptora.

7.2.1. Formulación del objetivo general

Para el año 2033, las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba, se recolectarán, transportarán y tratarán, de acuerdo a la normatividad vigente.

7.2.2. Formulación de objetivos específicos

a. Garantizar la prestación del servicio de alcantarillado y el buen funcionamiento de las redes a la comunidad del centro poblado del corregimiento Paila Arriba

b. Construir y operar un Sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

c. Fortalecer la Asociación de Usuarios del Acueducto del corregimiento Paila Arriba, para que asuma la administración, prestación, operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas de acueducto, alcantarillado y tratamiento de las ARD de la localidad.

d. Diseñar e Implementar un programa de educación ambiental orientado al uso eficiente del recurso hídrico, uso adecuado del sistema de alcantarillado y manejo de aguas residuales generadas por la actividad de cría de cerdos.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS Y ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta los lineamientos del MAVDT (2004), la identificación de variables activas y la definición de los ejes estratégicos, el PSMV del corregimiento Paila Arriba estará estructurado por los siguientes programas:

- **Programa 1:** Optimización del sistema de alcantarillado

Considerando que el sistema de alcantarillado se encuentra obsoleto y en mal estado, se hace necesario contemplar la construcción de una nueva red de alcantarillado para el centro poblado de Paila Arriba, que corresponda al diseño ajustado de Hidrovalle contratado por Vallecaucana de Aguas. Teniendo en cuenta el diseño, 47 de los 110 usuarios no conectados (UNC) al sistema de alcantarillado existente pueden conectarse a la red proyectada (Anexos 13), es por ello que se debe contemplar la construcción de la red y la ampliación de cobertura de este servicio. El programa incluye los siguientes proyectos:

Proyecto 1:Manejo de Aguas lluvias

Compuesto por las siguientes actividades:

- Establecer estrategia para financiación de los estudios, diseños y construcción del manejo de aguas lluvias.
- Contratar el estudio y diseño del manejo de aguas lluvias para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande.
- Construir el sistema para el manejo de aguas lluvias (si así lo indica el estudio) acorde a los diseños.

Proyecto 2: Construcción y ampliación de cobertura del sistema de alcantarillado sanitario

Incluye las siguientes actividades:

- Establecer estrategia para financiación de la construcción y/o reposición del alcantarillado
- Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores calle larga y el vergel, acorde con el diseño (I fase)
- Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores el jardín etapa 1, el jardín etapa 2, La Floresta, callejón sin nombre, el tejo, vía a Galicia y parte de la margen derecha de la vía a Sevilla, acorde con el diseño (II fase). Incluyendo el emisor final.

Proyecto 3: Mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado

Una vez se optimice el sistema de alcantarillado, es necesario efectuar un mantenimiento que garantice el buen funcionamiento y durabilidad del sistema. De esta manera se contempla la siguiente actividad:

- Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado

❖ **Programa 2: Tratamiento de las aguas residuales Domésticas**

Considerando que el centro poblado Paila Arriba carece de un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente, en buen estado y que trate la totalidad de las aguas residuales generadas, se debe contratar la construcción del sistema de tratamiento diseñado por Hidrovalle y contratado por Vallecaucana de Aguas, al tiempo que se contempla la instalación de soluciones individuales para aquellas viviendas que no se pueden conectar al sistema de alcantarillado. De esta manera se plantean los siguientes proyectos:

Proyecto 1: Instalación de sistemas individuales de tratamiento

Considerando que existen 46 UNC en el sector vía a Sevilla, que no se pueden conectar a la red de alcantarillado proyectada, se debe contemplar la instalación de sistemas de tratamiento individual para estos UNC, mitigando el impacto ambiental generado por la carga contaminante de las aguas residuales generadas. Además de considerar la instalación de un STI para el UNC 60, localizado sobre la margen izquierda de la vía a Galicia.

Las actividades que incluye son: Establecer estrategia para financiación de la instalación de los STI y la Instalación de los STI.

Proyecto 2: Construcción, arranque, puesta en marcha y sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales

Una vez ajustado el diseño del STAR, se requiere realizar las siguientes actividades:

- Establecer estrategia para financiación de la construcción del STAR
- Adquisición del predio donde se ubicará el STAR.
- Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.
- Se debe realizar un mantenimiento del STAR, que comprenda el retiro y disposición de basuras en rejillas, arenas, lodos biológicos y residuos sólidos en general.
- Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente.

❖ **Programa 3: Fortalecimiento institucional**

Este programa lo constituye un proyecto de acompañamiento a la Asociación de usuarios del acueducto del corregimiento Paila Arriba para que asuma la administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistema de acueducto, alcantarillado y de tratamiento de agua residual, de tal manera que se brinde capacitación técnica, operativa y administrativa a todos los miembros de dicha entidad para que estén en capacidad de cumplir con todos los requerimientos legales y técnicos inherentes a sus funciones. Además de realizar un estudio tarifario.

Las actividades a desarrollar son:

- Brindar asesoría y acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que asuma la administración del sistema de acueducto, alcantarillado y tratamiento de ARD.
- Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.

- Estudio tarifario para garantizar la sostenibilidad de los sistemas.

❖ **Programa 4: Sensibilización ambiental**

Durante el diagnóstico de la situación actual se identificaron una serie de problemáticas como contaminación de fuentes de agua por vertimientos, dotación de agua para consumo superior a la reglamentada, inadecuadas prácticas de manejo de marraneras, entre otras que requieren atención y medidas que involucren a los directos responsables, a fin de lograr un cambio de actitud que repercuta en un mejoramiento de las condiciones de calidad de vida a nivel social y ambiental.

Por esta razón se plantea la realización de un programa de sensibilización ambiental dirigido a la comunidad del centro poblado del corregimiento Paila Arriba para promover y generar un uso eficiente del agua en todas sus actividades domésticas y productivas y así se minimice el caudal captado y en consecuencia se reduzca el caudal de aguas residuales vertidas. Considerando además que los usuarios son parte fundamental del sistema de alcantarillado, se hace necesario capacitarlos en el correcto uso del mismo para evitar obstrucciones, taponamientos y de esta manera asegurar que el STAR no reciba sustancias para las que no haya sido diseñado.

En la actualidad se presenta la problemática de la cría de cerdos en casas que se encuentran dentro del casco urbano de la localidad. Este programa se direcciona también a ese tipo de usuarios para que manejen adecuadamente el recurso hídrico y los vertimientos generados por su actividad. En este sentido, se busca promover el desarrollo de buenas prácticas de manejo para la actividad porcina existente en el Corregimiento y así reducir la carga contaminante generada por ellas. Este programa se ejecutará a través de un proyecto pedagógico de ahorro y uso eficiente del agua que contempla las siguientes actividades:

- Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR
- Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua

7.3.1. Relación de programas, proyectos, actividades y metas

En la Tabla 31 se presenta la relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas contemplados en el PSMV del centro poblado del corregimiento Paila Arriba.

Tabla 31. Relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas del PSMV centro poblado Paila Arriba

PROGRAMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROYECTO	ACTIVIDADES	META	TOTAL A EJECUTAR POR PROGRAMA
Programa 1: Optimización del sistema de alcantarillado	Garantizar la prestación del servicio de alcantarillado y el buen funcionamiento de las redes a la comunidad del centro poblado de Paila Arriba	Garantizar la recolección y transporte de las aguas pluviales del centro poblado	Manejo de Aguas lluvias	Establecer estrategia para financiación de los estudios, diseños y construcción del manejo de aguas lluvias.	Establecer la viabilidad de los estudios y diseños del manejo de lluvias para el 2026	$670.947.462,50
				Contratar el estudio y diseño del manejo de aguas lluvias para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande.	Disponer para el año 2025 de un diseño para el manejo de agua lluvia	
				Construir el sistema para el manejo de aguas lluvias (si así lo indica el estudio) acorde a los diseños.	Construir el 100% del sistema pluvial para el año 2027	
		Asegurar la prestación del servicio de recolección y transporte de aguas residuales a la población del centro poblado de Paila Arriba.	Construcción y ampliación de cobertura del sistema de alcantarillado sanitario	Establecer estrategia para financiación de la construcción y/o reposición del alcantarillado	Ampliación de la cobertura al 100% entre los años 2024 y 2030	
				Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores calle larga y el vergel, acorde con el diseño (I fase)		
				Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores el jardín etapa 1, el jardín etapa 2, La Floresta, callejón sin nombre, el tejo, vía a Galicia y parte de la margen derecha de la vía a Sevilla, acorde con el diseño (II fase). Incluyendo el emisor final.		
			Mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado.	Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	Realizar 2 jornadas anuales de mantenimiento a partir del 2030	
Programa 2: Tratamiento de las aguas residuales domésticas	Construir y poner en marcha un ST para las ARD generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba	Asegurar el tratamiento de las aguas residuales generadas por el centro poblado de Paila Arriba y de los UNC sin posibilidad de conexión al sistema de alcantarillado.	Instalación de sistemas individuales de tratamiento	Establecer estrategia para financiación de la instalación de los STI	Establecer la viabilidad de la instalación de los STI entre 2024-2027	$1.445.384.250
				Instalación de STI	Instalación de 47 STI entre 2024-2027	
			Construcción, arranque, puesta en marcha y sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Establecer estrategia para financiación de la construcción del STAR	Establecer la viabilidad de financiación de lote y construcción STAR, para el 2029	

Continuación tabla 31. Relación de programas, objetivos, proyectos, actividades y metas del PSMV centro poblado Paila Arriba

PROGRAMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROYECTO	ACTIVIDADES	META	TOTAL A EJECUTAR POR PROGRAMA
Programa 2: Tratamiento de las aguas residuales domésticas	Construir y Operar un Sistema de tratamiento para las ARD generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba	Asegurar el tratamiento de las aguas residuales generadas por el centro poblado de Paila Arriba y de los UNC sin posibilidad de conexión al sistema de alcantarillado.	Construcción, arranque, puesta en marcha y sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Adquisición del predio donde se ubicará el STAR.	Para el año 2029 haber legalizado el lote donde se construirá el STAR	$1.445.384.250
				Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.	Construcción del STAR para el año 2031.	
				mantenimiento del STAR	0 eventos de suspensión de operaciones del STAR por falta de mantenimiento, entre los años 2031-2033.	
				Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente.	Caracterizar el ARD proveniente de la STAR desde el año 2031	
Programa 3: Fortalecimiento institucional	Fortalecer la consolidación de la asociación de usuarios del acueducto, para que asuma la prestación, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado y tratamiento de la localidad.	Brindar acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que se consolide como operador del sistema de alcantarillado y STAR.	Acompañamiento a la Asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba para que asuma la administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas de acueducto, alcantarillado y de tratamiento	Brindar asesoría y acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que asuma la administración del sistema de acueducto, alcantarillado y tratamiento de ARD.	Para el año 2024, contar con ente operador de los servicios de acueducto y alcantarillado y tratamiento de ARD.	$33.300.000
				Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.	Capacitado el 100% de los miembros del operador para el año 2026	
				Estudio tarifario	Al 2027, tener una tarifa de cobro de los sistemas que los haga autosostenibles	
Programa 4: Sensibilización ambiental	Diseñar e Implementar un programa de educación ambiental orientado al UEA, uso adecuado del sistema de alcantarillado y manejo de AR por la cría de cerdos.	Sensibilizar a la comunidad del corregimiento sobre la necesidad de hacer un uso eficiente del agua	Proyecto Pedagógico de Ahorro y Uso Eficiente del Agua	Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR	Para el año 2026 y 2028 haber realizado talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR.	$37.878.156,25
				Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	Reducir el consumo de agua, a partir del 2025 hasta obtener un consumo menor que la dotación actual	
					Total PSMV	$2.187.509.868,75

8. PLAN DE ACCIÓN Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

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 y a partir de la designación de un operador se trasladarán o compartirán algunas responsabilidades.

Dentro de las fuentes de financiación que se identifican para el desarrollo de las actividades contempladas en el presente PSMV, se encuentra el gestor del PDA, actualmente Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P. y la Gobernación del Valle del Cauca. No obstante, se debe aclarar que si bien Vallecaucana de Aguas S.A. E.S.P tiene como misión el 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, la asignación de recursos debe obedecer a un proceso administrativo establecido en el Manual Operativo y Reglamento Interno del Comité Directivo del Gestor del PDA y que contempla las siguientes etapas que deben ser cumplidas:

- Priorización de proyectos con la administración municipal
- Inclusión de los proyectos priorizados en el plan de acción del sector.
- Someter a consideración del comité directivo del PDA-PAP, los proyectos priorizados para que sean aprobados.
- Solicitar al consorcio fiduciario FIA el Certificado de Disponibilidad de Recursos (CDR).
- Contratar estudios y diseños, los cuales deben cumplir los requerimientos del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT).
- Viabilización de los proyectos ante la Ventanilla Única Regional (Decreto 0475 de 2015).
- Presentar al comité directivo del PDA-PAP, los proyectos viabilizados para que sean aprobados para la asignación de recursos.
- Solicitar al consorcio fiduciario FIA el Certificado de Disponibilidad de Recursos (CDR).
- Contratar la ejecución de obras y/o el desarrollo de proyectos aprobados.

A continuación, se presenta la relación de los programas contemplados dentro del PSMV del centro poblado del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande, con sus respectivos proyectos y actividades, planteados para un horizonte de ejecución de 10 años, considerando el capital de inversión que debe gestionarse para su implementación.

Tabla 32. Matriz Planificación PSMV Centro poblado Corregimiento Paila Arriba

<table>
<tr><td>Matriz de Planificación</td><td colspan="5">Nombre del Plan: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, Centro Poblado Corregimiento Paila Arriba, Municipio de Bugalagrande</td><td>Fecha de Preparación
septiembre 30 de 2023</td></tr>
<tr><td>Resumen Narrativo</td><td colspan="4">Indicadores Objetivamente Verificables</td><td>Fuentes de Verificación</td><td>Supuestos Importantes</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Finalidad: Alcance de la meta propuesta en los objetivos de calidad de la fuente hídrica definidos para el tramo III del rio Cauca, comprendido desde: Estación Mediacanoa, hasta Puente La Virginia</td><td>Parámetro</td><td>Unidad</td><td>Corto plazo</td><td>Medio plazo</td><td>Largo plazo</td><td rowspan="9">Monitoreos periódicos de la Autoridad Ambiental Competente</td><td rowspan="9">Los vertimientos descargan a la Quebrada sin nombre, laguna o zanjón, quebrada La Nicolasa, y el río La Paila, afluente del rio Cauca.</td></tr>
<tr><td>OD</td><td>(mg/L)</td><td>≥ 2,00</td><td>≥ 2,00</td><td>≥ 4,00</td></tr>
<tr><td>DBO₅</td><td>(mg/L)</td><td>≤ 7,00</td><td>≤ 5,00</td><td>≤ 5,00</td></tr>
<tr><td>SST</td><td>(mg/L)</td><td>≤200</td><td>≤200</td><td>≤150</td></tr>
<tr><td>pH min</td><td>U pH</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr>
<tr><td>pH max</td><td>U pH</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>°C</td><td>≤ 28</td><td>≤ 29</td><td>≤ 30</td></tr>
<tr><td colspan="5">Uso Potencial: Agrícola, Preservación de flora y fauna (Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo: Para el año 2033, las aguas residuales generadas en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba, se recolectarán, transportarán y tratarán, de acuerdo a la normatividad vigente.</td><td colspan="4">Eliminación de usuarios no conectados- UNC. Se espera que estos usuarios identificados sean eliminados para el largo plazo definido en el PSMV.</td><td>Informe de supervisión de obra para incorporación de UNC a la red de alcantarillado a optimizarse.
Informe de instalación de STI
Censo de usuarios no conectados</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Reducción de la carga contaminante vertida. Para el largo plazo, después del arranque y puesta en marcha de la STAR, se espera la reducción de la carga contaminante (DBO, DQO, SST) a valores iguales o menores de los establecidos en la Resolución 0631 de 2015 o la norma que lo modifique o reemplace.</td><td>Informe de caracterización de aguas residuales</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">Objetivos Específicos:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Mejorar el servicio de alcantarillado del centro poblado del corregimiento La Paila</td><td colspan="4">% aumento de cobertura del alcantarillado sanitario y pluvial. Para el largo plazo alcanzar una cobertura del 100% en redes de alcantarillado sanitario.</td><td>Censo de usuarios
Información poblacional del centro poblado</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">% de obra instalación, ampliación y/o reposición del alcantarillado sanitario y pluvial Para el largo plazo se contará con el 100% de ejecución de las actividades programadas conforme a estudios y diseños para el manejo de aguas residuales y lluvias del centro poblado.</td><td>Informe de supervisión de obra de las actividades de instalación, ampliación y/o reposición de cobertura en alcantarillado sanitario y pluvial (de acuerdo a lo establecido en los diseños)</td><td>Se espera que la Alcaldía de Bugalagrande realice la gestión ante la nación y departamento el proceso de viabilización para consecución de recurso de los estudios y diseños propuestos.</td></tr>
<tr><td>Sensibilizar a la comunidad del corregimiento hacia el uso eficiente del agua potable y los sistemas de alcantarillado y STAR</td><td colspan="4">Jornadas de sensibilización. Desde el corto plazo hasta el largo plazo, se capacitará cada dos años a la comunidad del centro poblado para el uso eficiente del recurso hídrico y manejo adecuado del sistema de alcantarillado y STARD</td><td>Listados de asistencia, registros fotográficos, videos, material publicitario, entre otros.</td><td></td></tr>
</table>

Continuación Tabla 32. Matriz Planificación PSMV Centro poblado Corregimiento Paila Arriba

Objetivos Específicos:			
Implementar acciones para contrarrestar la contaminación generada por los UNC y los VP a las fuentes hídricas, principalmente el río La Paila	**% obra Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.** En el largo plazo se ejecutarán el 100% de las actividades propuestas en el diseño de la STAR.	Informe de supervisión de la obra según el diseño del STARD	El diseño formulado debe ser ajustado y se debe gestionar el lote para la construcción del STAR. Se debe gestionar los recursos para la construcción del STAR, este proceso de adjudicación de recursos debe efectuarse a nivel regional y nacional.
Sostener el funcionamiento del alcantarillado y STAR	**Conformación del prestador del servicio de alcantarillado y STAR.** Determinar el operador para la prestación del servicio de alcantarillado y STAR en el mediano plazo.	Documento que acredite la aprobación de la Alcaldía al operador para la prestación del servicio de alcantarillado y STAR	
	Tarifas aplicadas a la prestación del servicio dentro del esquema regulatorio del sector APSB. En el mediano plazo, establecer dentro del marco normativo las tarifas a aplicarse para el sostenimiento operativo y administrativo en la prestación del servicio de alcantarillado y STAR.	Informe con esquema de tarifario definido y radicado ante la superintendencia de servicios públicos	

Actividades:	**Recursos:**
Contratación del estudio y diseño del manejo de aguas lluvias para el centro poblado	$75.000.000
Construcción del sistema para el manejo de aguas lluvias (si así lo indica el estudio) acorde a los diseños.	$100.000.000
Construcción y/o reposición de alcantarillado	$480.000.000
Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	$15.947.462,50
Instalación STI	$258.500.000
Adquisición del predio donde se ubicará el STAR.	$650.000.000
Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.	$500.000.000
Mantenimiento del STAR	$17.969.250
Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente.	$18.915.000
Brindar asesoría y acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que asuma la administración del sistema de acueducto, alcantarillado y tratamiento de ARD.	$5.000.000
Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.	$12.300.000
Estudio tarifario	$16.000.000
Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR	$10.250.000
Campaña educativa anual de ahorro y uso eficiente del agua	$27.628.156,25

La Tabla 33 muestra el cronograma del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba. El plan de acción y las fuentes de financiación del PSMV se presentan en la Tabla 34.

Tabla 33. Cronograma de ejecución del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

Programa	Actividades	Periodo de aplicación del PSMV									
		Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo				
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Programa 1: Optimización del sistema de alcantarillado	Establecer estrategia para financiación de los estudios, diseños y construcción del manejo de aguas lluvias.	■	■	■							
	Contratar el estudio y diseño del manejo de aguas lluvias para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande.		■								
	Construir el sistema para el manejo de aguas lluvias (si así lo indica el estudio) acorde a los diseños.				■						
	Establecer estrategia para financiación de la construcción y/o reposición del alcantarillado	■	■	■	■	■					
	Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores calle larga y el vergel, acorde con el diseño (I fase)						■				
	Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores el jardín etapa 1, el jardín etapa 2, Floresta, callejón sin nombre, el tejo, vía a Galicia y parte de la margen derecha de la vía a Sevilla, acorde con el diseño (II fase). Incluyendo el emisor final.							■			
	Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado							■	■	■	■
Programa 2: Tratamiento de las aguas residuales domésticas	Establecer estrategia para financiación de la instalación de los STI	■	■	■	■						
	Instalación de STI	■	■	■	■						
	Establecer estrategia para financiación de la construcción del STAR	■	■	■	■	■	■				
	Adquisición del predio donde se ubicará el STAR.						■				
	Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.							■	■		
	mantenimiento del STAR								■	■	■
	Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente.								■	■	■
Programa 3: Fortalecimiento institucional	Brindar asesoría y acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que asuma la administración del sistema de acueducto, alcantarillado y tratamiento de ARD.	■									
	Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.		■	■							
	Estudio tarifario			■	■						
Programa 4: Sensibilización ambiental	Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR			■		■					
	Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua		■		■		■		■		■

Tabla 34. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

PLAZO	AÑO	ACTIVIDAD	INDICADOR	CANTIDAD	FUENTE DE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN A REALIZAR	TOTAL DE LA INVERSIÓN
CORTO PLAZO	2024	Instalación de STI	No. de STI instalados	12	Alcaldía municipal	$66.000.000	$71.000.000
		Brindar asesoría y acompañamiento a la asociación de usuarios del acueducto para que asuma la administración del sistema de acueducto, alcantarillado y tratamiento de ARD.	No. de empresas consolidadas	1	Alcaldía municipal	$5.000.000	
	2025	Contratar el estudio y diseño del manejo de aguas lluvias para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande	Documento técnico y planos del diseño del sistema pluvial	1	Alcaldía municipal	$75.000.000	$152.000.000
		Instalación de STI	No. de STI instalados	12	Alcaldía municipal	$66.000.000	
		Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.	No. de miembros del ente operador capacitados	7	Alcaldía municipal	$6.000.000	
		Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	No. de campañas anuales	1	Alcaldía municipal	$5.000.000	
MEDIANO PLAZO	2026	Instalación de STI	No. de STI instalados	12	Alcaldía municipal	$66.000.000	$85.300.000
		Capacitar el personal del ente operador del acueducto, alcantarillado y de tratamiento en temas administrativos, técnicos y operativos.	No. de miembros del ente operador capacitados	7	Alcaldía municipal	$6.300.000	
		Estudio tarifario	No. de estudios tarifarios	1	Alcaldía municipal	$8.000.000	
		Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR	No. de talleres realizados	1	Alcaldía municipal y empresa prestadora	$5.000.000	
	2027	Construir el sistema para el manejo de aguas lluvias (si así lo indica el estudio) acorde a los diseños.	% avance de obra	100	Alcaldía municipal	$100.000.000	$173.750.000
		Instalación de STI	No. de STI instalados	11	Alcaldía municipal	$60.500.000	
		Estudio tarifario	No. de estudios tarifarios	1	Alcaldía municipal	$8.000.000	
		Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	No. de campañas anuales	1	Alcaldía municipal	$5.250.000	
	2028	Realizar talleres comunitarios participativos sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado y STAR	No. de talleres realizados	1	Alcaldía municipal y empresa prestadora	$5.250.000	$5.250.000

Fuente: Ecointegral

Continuación Tabla 34. Plan de acción y fuentes de financiación del PSMV para el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

PLAZO	AÑO	ACTIVIDAD	INDICADOR	CANTIDAD	FUENTE DE FINANCIACIÓN	INVERSIÓN A REALIZAR	TOTAL DE LA INVERSIÓN
LARGO PLAZO	2029	Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores calle larga y el vergel, acorde con el diseño (I fase)	% avance de obra	50	Alcaldía municipal	$240.000.000[a]	$895.512.500
		Adquisición del predio donde se ubicará el STAR.	No. de lotes para construcción de la STAR	1	Alcaldía municipal	$650.000.000[a]	
		Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	No. de campañas anuales	1	Alcaldía municipal	$5.512.500	
	2030	Construcción y/o reposición de alcantarillado en los sectores el jardín etapa 1, el jardín etapa 2, Floresta, callejón sin nombre, el tejo, vía a Galicia y parte de la margen derecha de la vía a Sevilla, acorde con el diseño (II fase). Incluyendo el emisor final.	% avance de obra	50	Alcaldía municipal	$240.000.000 [a]	$493.700.000
		Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	No. jornadas mantenimiento anuales	2	empresa prestadora	$3.700.000	
		Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.	% avance de obra	50	Alcaldía municipal	$250.000.000 [a]	
	2031	Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	No. jornadas mantenimiento anuales	2	empresa prestadora	$3.885.000	$271.373.125
		Construcción, arranque y puesta en marcha del STAR.	% avance de obra	50	Alcaldía municipal	$250.000.000 [a]	
		mantenimiento del STAR	No. jornadas mantenimiento	1	empresa prestadora	$5.700.000	
		Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente	No. de caracterizaciones anuales	1	empresa prestadora	$6.000.000 [b]	
		Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	No. de campañas anuales	1	Alcaldía municipal	$5.788.125	
	2032	Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	No. jornadas mantenimiento anuales	2	empresa prestadora	$4.079.250	$16.364.250
		mantenimiento del STAR	No. jornadas mantenimiento	1	empresa prestadora	$5.985.000	
		Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente	No. de caracterizaciones anuales	1	empresa prestadora	$6.300.000 [b]	
	2033	Jornadas de mantenimiento del sistema de alcantarillado	No. jornadas mantenimiento anuales	2	empresa prestadora	$4.283.213	$23.259.993,7
		mantenimiento del STAR	No. jornadas mantenimiento	1	empresa prestadora	$6.284.250	
		Caracterización del efluente del STAR, de acuerdo a la normatividad vigente	No. de caracterizaciones anuales	1	empresa prestadora	$6.615.000 [b]	
		Campaña educativa de ahorro y uso eficiente del agua	No. de campañas anuales	1	Alcaldía municipal	$6.077.531	

Fuente: Ecointegral; (a) La estimación de costos se establece de acuerdo al presupuesto oficial de obra del diseño de alcantarillado; (b) costos de análisis en laboratorio certificado por el IDEAM

En la Tabla 35, se presenta el resumen de las inversiones necesarias para la ejecución del PSMV del centro poblado Paila Arriba

Tabla 35. Resumen de inversiones PSMV (2024-2033)

AÑO	INVERSIÓN
2024	$71.000.000
2025	$152.000.000
2026	$85.300.000
2027	$173.750.000
2028	$5.250.000
2029	$895.512.500
2030	$493.700.000
2031	$271.373.125
2032	$16.364.250
2033	$23.259.993,75
Total	**$2.187.509.868,75**

Fuente: Ecointegral Ltda.

9. SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

El sistema de monitoreo y evaluación se hará por medio de indicadores, estos permitirán la medición del cumplimiento de los objetivos trazados en el PSMV, acorde a los valores y plazos estimados para su alcance. La evaluación del cumplimiento del PSMV será por cuenta de la Alcaldía Municipal y la empresa operadora 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. Se propone que el monitoreo y evaluación del cumplimiento del PSMV se efectúe como mínimo con una periodicidad semestral.

9.1. PROYECCIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES

La proyección de las cargas contaminantes para el horizonte del PSMV, corto (2 años), mediando (5 años) y largo plazo (10 años), se realizó utilizando las cargas percápita presuntivas, cuyos resultados se muestran en la Tabla 36, y parten del supuesto que se realizan las actividades propuestas en el PSMV, siendo utilizadas como un insumo para el monitoreo y evaluación de este plan de saneamiento.

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”.

9.2. SEGUIMIENTO DEL PSMV

En la Tabla 37, se muestran los indicadores de seguimiento que serán empleados para evaluar el cumplimiento de los objetivos del PSMV del centro poblado del corregimiento Paila Arriba.

Tabla 36. Proyección de cargas contaminantes en el centro poblado del corregimiento Paila Arriba

AÑO	POBLACIÓN (Hab)	DOTACIÓN (L/hab-día) (a)	CARGAS PERCAPITA (Kg/hab - año)			CARGAS CONTAMINANTES (Kg/año)											
						GENERADA			RECOLECTADA Y TRANSPORTADA(b)			TRATADA			VERTIDA		
			DBO_5	DQO	SST	DBO_5	DQO	SST	DBO_5	DQO	SST	DBO_5	DQO	SST	DBO_5	DQO	SST
2024	672	496,2	18,25	36,5	18,25	12264,21	24528,43	12264,21	6818,90	13637,81	6818,90	665,95	1331,89	665,95	11731,46	23462,91	11731,46
2025	681	496,2	18,25	36,5	18,25	12430,91	24861,83	12430,91	7592,80	15185,61	7592,80	1350,00	2699,99	1350,00	11350,92	22701,83	11350,92
2026	690	471,4	18,25	36,5	18,25	12599,88	25199,76	12599,88	8380,18	16760,36	8380,18	2052,52	4105,04	2052,52	10957,86	21915,73	10957,86
2027	700	447,8	18,25	36,5	18,25	12771,14	25542,29	12771,14	9130,09	18260,18	9130,09	2716,42	5432,84	2716,42	10598,01	21196,01	10598,01
2028	709	425,4	18,25	36,5	18,25	12944,73	25889,47	12944,73	9254,19	18508,38	9254,19	2753,34	5506,69	2753,34	10742,06	21484,12	10742,06
2029	719	404,2	18,25	36,5	18,25	13120,68	26241,37	13120,68	9379,98	18759,95	9379,98	2790,77	5581,54	2790,77	10888,07	21776,14	10888,07
2030	729	384,0	18,25	36,5	18,25	13299,02	26598,05	13299,02	13299,02	26598,05	13299,02	13299,02	26598,05	13299,02	2659,80	5319,61	2659,80
2031	739	364,8	18,25	36,5	18,25	13479,79	26959,58	13479,79	13479,79	26959,58	13479,79	13479,79	26959,58	13479,79	2695,96	5391,92	2695,96
2032	749	346,5	18,25	36,5	18,25	13663,01	27326,03	13663,01	13663,01	27326,03	13663,01	13663,01	27326,03	13663,01	2732,60	5465,21	2732,60
2033	759	329,2	18,25	36,5	18,25	13848,73	27697,45	13848,73	13848,73	27697,45	13848,73	13848,73	27697,45	13848,73	2769,75	5539,49	2769,75

Fuente: Ecointegral Ltda.(a) Reducción de dotaciones de acuerdo con programa de sensibilización (talleres uso eficiente de agua para consumo); (b)Calculada de acuerdo a la cobertura de alcantarillado e instalación de STI

Tabla 37. Indicadores de seguimiento PSMV Centro Poblado Corregimiento Paila Arriba

NOMBRE DEL INDICADOR[(a)]	UNIDAD	CUMPLIMIENTO DE METAS A TRAVÉS DE HORIZONTE DE PLANEACIÓN									
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Volumen Total Agua Residual Generada.	m^3/año	97371,23	98694,74	95034,43	91509,87	88116,02	84848,04	81701,26	78671,19	75753,49	72944,01
Volumen de Agua Residual Colectada	m^3/año	54138,41	60282,75	63207,40	65420,40	62994,14	60657,86	81701,26	78671,19	75753,49	72944,01
Volumen de Agua Residual tratada	m^3/año	5216,22	10432,45	14866,24	18438,27	17516,35	16640,54	81701,26	78671,19	75753,49	72944,01
Cantidad de Carga Contaminante generada en DBO_5	kg/año	12264,21	12430,91	12599,88	12771,14	12944,73	13120,68	13299,02	13479,79	13663,01	13848,73
Cantidad de Carga Contaminante generada en DQO	kg/año	24528,43	24861,83	25199,76	25542,29	25889,47	26241,37	26598,05	26959,58	27326,03	27697,45
Cantidad de Carga Contaminante generada en SST	kg/año	12264,21	12430,91	12599,88	12771,14	12944,73	13120,68	13299,02	13479,79	13663,01	13848,73
Cantidad de Carga Contaminante vertida en DBO_5	kg/año	11731,46	11350,92	10957,86	10598,01	10742,06	10888,07	2659,80	2695,96	2732,60	2769,75
Cantidad de Carga Contaminante vertida en DQO	kg/año	23462,91	22701,83	21915,73	21196,01	21484,12	21776,14	5319,61	5391,92	5465,21	5539,49
Cantidad de Carga Contaminante vertida en SST	kg/año	11731,46	11350,92	10957,86	10598,01	10742,06	10888,07	2659,80	2695,96	2732,60	2769,75
Eliminación de vertimientos puntuales (directos)	Unidad	12	12	12	11	0	0	13	0	0	0
% de tubería sanitaria instalada	%	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0
Cobertura de alcantarillado	%	55,6	61,08	66,51	71,49	71,49	71,49	100	100	100	100
Valores límites máximos permisibles para vertimientos (mg/L O2 – mg/L) (b)	DBO_5	0	0	0	0	0	0	90	90	90	90
	DQO	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180
	SST	0	0	0	0	0	0	90	90	90	90

(a) Criterios de evaluación y seguimientos según (RESOLUCION 1433, 2004)
(b) 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/día DBO_5

10. REFERENCIAS

- Ávila N. S. L, Estupiñán T. S. M., 2009. Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia. Nova – Publicación Científica en Ciencias Biomédicas, Vol. 7, No. 11, pp. 85-91.

- CINARA y Gobernación del Valle del Cauca, 2008. Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico. Plan Departamental del Agua del Valle del Cauca. Informe de diagnóstico en abastecimiento de agua y saneamiento básico, Municipio de Bugalagrande.

- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, 2003. Decreto 3100 de octubre 30. Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Publicada en: el Diario Oficial 45357 de octubre 31 de 2003.Bogotá D.C.

- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, 2007. Ley 1176 de diciembre 27. Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones. 32 p**.** Bogotá D.C

- CVC - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, 2023. Objetivos de calidad del Rio Cauca.

- CVC - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2023. Laboratorio Ambiental, dirección técnica ambiental. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- CVC -Corporación autónoma regional del Valle del Cauca, 2012. Plan de Acción 2012-2015. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- CVC- Corporación autónoma regional del Valle del Cauca, Universidad del Valle sede Zarzal, 2009. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Paila - POMCH. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA – DANE, 2006. Censo General 2005. Perfil Bugalagrande - Valle del Cauca. Bogotá D.C

- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA – DANE, 2023. Censo General 2018. Perfil Bugalagrande - Valle del Cauca. Bogotá D.C

- Hidrovalle, 2016. Estudios y diseños como preinversión en el sector de agua y saneamiento del PDA grupo 3 – 2016. Diseño red de alcantarillado sanitario y STAR, corregimiento de Paila Arriba, municipio de Bugalagrande. Vallecaucana de Aguas.

- Índices de Calidad de las aguas. Grupo de estudios hidrobiológicos continentales. Universidad del Cauca. 2006.

- Manov ingeniería Ltda., 2013. Diagnóstico y análisis de alternativas sistema de acueducto corregimiento de Paila Arriba, estudios y diseños como preinversión en el sector de agua y saneamiento del PDA grupo 3. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2002. Guía de gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. 64 p.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- MAVDT. MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. DNP-DDU-SDAS, 2009. Documento Conpes 3624 -Consejo Nacional de Política Económica y Social, república de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. Programa para el Saneamiento, Manejo y Recuperación Ambiental de la Cuenca Alta del Río Cauca. Bogotá D.C. 2009.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- MAVDT, 2004. Resolución 1433 de diciembre 13. 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. Publicado en el Diario Oficial 45774 de diciembre 27 de 2004. Bogotá D.C

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- MAVDT, 2005. Guía Metodológica para la Elaboración de los PSMV.Bogotá D.C.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- MAVDT, 2007. Resolución 2115 de junio 22. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Publicado en el Diario Oficial No. 46.679 de 4 de Julio del 2007. Bogotá D.C. 36 p.

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- MAVDT, 2008. Decreto 3200 de agosto 29. Por el cual se dictan normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y se dictan otras disposiciones. Publicado en el Diario Oficial No. 47.096 de 29 de agosto de 2008 Bogotá D.C. 20 p.

- _____ 2009. Resolución 2320.Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS.

- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MinAmbiente, 2012. Decreto 2667 de diciembre de 2013. Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MINISTERIO DE SALUD, 1986. Decreto 2257 de julio 16. Por el cual se reglamenta parcialmente los títulos VII y XI de la ley 09 de 1979, en cuanto a investigación, prevención y control de la Zoonosis. Bogotá D.C. p.13.

- MINISTERIO MINAGRICULTURA, 1984. Decreto 1594 de 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Bogotá D.C. 42 p.

- MINISTERIO DE VIVENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2012. Decreto 2246 de octubre de 2012. Por el cual se reglamenta el artículo 21 de la ley 1450 de 2011 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

- MVCT. (08 de junio de 2017). Resolución 0330 del 8 de junio de 2017. Ministerio de Vivienda, "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009", Bogotá D.C. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co /sisjur /normas /Norma1 .jsp?i=71542

- MVCT. (09 de diciembre de 2021). Resolución 0799 de 2021. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, "Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017", Bogotá D.C. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/ sisjur/ normas/ Norma1. jsp?i=119747#41

- MUNICIPIO DE BUGALANGRANDE, 2000. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT).

- RAMIREZ GONZÁLEZ, Alberto y VIÑA VIZCAÍNO, Gerardo. Limnología Colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: Bogotá, 1998. 293 p.

- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO -RAS, 2000. Sección I. Título A. Aspectos generales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Bogotá D.C.

- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO -RAS, 2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Sección II. Título D.

Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales. Bogotá D.C. 104 p.

- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS,2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Sección II. Título E. Tratamiento de aguas residuales. Bogotá D.C.150 p.

- SALINAS R. Jorge (2011). Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia. 29 p. Naciones Unidas. Santiago de Chile.

- SISBEN, 2014. Base de datos de población del corregimiento Paila Arriba del municipio de Bugalagrande, Valle del Cauca. Colombia.

- SPM -Secretaría de Planeación Municipal de Bugalagrande, 1999. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Bugalagrande. Documentos varios.Bugalagrande, Valle del Cauca, Colombia.

- SPM, Secretaría de Planeación Municipal de Bugalagrande, 2012. Plan de desarrollo municipal. Bugalagrande, Valle del Cauca, Colombia.

- UES (2023). Análisis de agua para consumo humano. Cali, Valle del Cauca.

- Univalle, Universidad del Valle, 2002. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Santiago de Cali, Valle del Cauca.

- UNESCO, WHO, UNEP, 1996. Water quality assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Second Edition. Disponibleen: http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqa/en/

- Vallecaucana de aguas S.A. E.S.P., 2012. Informe de rendición de cuentas enero – octubre de 2012. Plan departamental de agua – PDA. Programa “Agua para la prosperidad” – PAP

- Vallecaucana de aguas S.A. E.S.P., 2013. Informe de rendición de cuentas vigencia 2013 (corte noviembre de 2013). Plan departamental de agua – PDA. Programa “Agua para la prosperidad” - PAP

URL

URL 1:www.minvivienda.gov.co/Ministerio/Paginas/Objetivos%20y%20Funciones.aspx, Minvivienda. Consultada el 26 de enero de 2013

URL 2: www.cra.gov.co, Consultada en abril de 2012.

URL 3: www.dnp.gov.co, Consultada en abril de 2012.

URL 4: http://vallecaucanadeaguas.com, Consultada en abril de 2012.

URL 5: www.bugalagrande-valle.gov.co, Consultada en octubre de 2023.

URL6:wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2012/Documents/OCTUBRE/31/DECRETO%202246%20DEL%2031%20DE%20OCTUBRE%20DE%202012.pdfMinvivienda. Consultada el 26 de enero de 2013

URL 7: 190.25.231.242/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CG2005BASICO&MAIN=WebServerMain.inl, DANE. Consultada el 26 de diciembre de 2013

URL 8: http://190.97.204.39/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/Cuencas-WEB/CVC, 2009, estudio y sistematización realizada por un grupo de recursos hídricos, consultado el octubre de 2023.

URL 9: http://www.geocvce.cvc.gov.co, 2023, geoportal, consultado el octubre de 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Datos poblacionales (DANE y sisbén)

Anexo 2. Encuestas de los UNC a la red de alcantarillado

Anexo 3. Empresa prestadora del servicio de Aseo de Bugalagrande, Proactiva S.A. E.S.P.

Anexo 4. Información organizacional del acueducto de Paila Arriba

Anexo 5. Actas de reunión

Anexo 6. Usuarios de la asociación de usuarios del acueducto de Paila Arriba

Anexo 7. Resultados de la UES

Anexo 8. Fichas de campo

Anexo 9. Plano de la red de alcantarillado existente y localización de los puntos georeferenciados

Anexo 10. Caracterización del vertimiento puntual colectivo

Anexo 11. Caracterización fuente hídrica río La Paila

Anexo 12. Cargas contaminantes (calculos, formato digital)

Anexo 13. Alcantarillado Proyectado