

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 1 de 148

CONTRATO No. CAR-CM-3105-2025

“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025”.

ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA

COGUA, CUNDINAMARCA

JUNIO 2026

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 2 de 148

CONTROL DE CAMBIOS

Número de revisión		No.	
Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
1	Cap. 1 a 4	Junio 2026	Complementación técnica.

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Versión		V.2
Responsable por Elaboración Consultoría. AquaPlanet Ingeniería S.A.S. – BIC	Firma	
	Nombre	Ing. Luis B. Chavarría Durango Especialista Hidráulico
	Firma	
	Nombre	Ing. Manuel Salazar Cuevas Director de Consultoría
Responsable Revisó y Aprobó Interventoría	Firma	
	Nombre	Ing. José Carlos Vergara Mendoza Especialista Hidráulico
	Firma	
	Nombre	Ing. José Alejandro Ballén Suárez Director Interventoría
	Fecha	Agosto 2026

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 3 de 148

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8
2	JUSTIFICACIÓN	11
3	ANTECEDENTES	15
4	OBJETIVOS	17
4.1	OBJETIVO GENERAL	17
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
5	INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO	19
5.1	LOCALIZACIÓN	19
5.1.1	Limites Municipales	19
5.1.2	Extensión del Municipio	20
5.1.3	División Política	20
5.2	DEMOGRAFÍA	21
5.3	CLIMA	22
5.3.1	Temperatura	22
5.3.2	Nubes	24
5.3.3	Precipitación	25
5.3.4	Lluvia	26
5.3.5	Sol	27
5.3.6	Luna	29
5.3.7	Humedad	30
5.3.8	Viento	31
5.4	HIDROLOGÍA	33
5.4.1	Fuentes Receptoras	33
5.5	SUELOS	39
5.5.1	Suelo Urbano	39
5.5.2	Suelo Expansión Urbana	39
5.5.3	Suelo Rural	40
5.5.4	Suelos Sub - Urbanos	40
5.5.5	Suelo de Protección	40

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 4 de 148

5.6	USO DE SUELOS	40
5.7	HIDROGEOLOGÍA	42
5.8	GEOLOGÍA	43
5.9	ASPECTOS BIÓTICOS	45
5.9.1	Fauna	45
5.9.2	Flora	47
5.10	ECONOMÍA.....	48
5.10.1	Turismo	48
5.10.2	Minería	48
5.11	SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS	51
5.11.1	Acueducto.....	51
5.11.2	Alcantarillado	53
5.11.3	PTAR.....	55
5.11.4	Aseo Urbano.....	56
5.11.5	Energía.....	58
5.11.6	Gas.....	58
5.12	RED VIAL Y MEDIOS DE TRANSPORTE.....	58
5.12.1	Sistema Vial Urbano	59
5.12.2	Sistema Vial Rural	59
5.13	EDUCACIÓN.....	60
5.14	Salud.....	61
6	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SECTOR OJO DE AGUA, COLECTORES PRINCIPALES	62
6.1	ALTERNATIVA N.º 1. VIA PRINCIPAL OJO DE AGUA.....	64
6.2	ALT-2 RODEANDO LA QUEBRADA OJO DE AGUA.....	70
6.3	ALT-3 VIA LAS MARRANERAS	77
6.4	ALT-4 COLECTOR DOBLE POR LA VÍA PRINCIPAL OJO DE AGUA Y A LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA OJO DE AGUA.....	84
6.5	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	93
7	ALTERNATIVAS COLECTORES PRINCIPAL Y SECUNDARIO OJO DE AGUA	102

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 5 de 148

7.1	ALTERNATIVA 1 CONEXIÓN A VIA COGUA – PLAZUELA	102
7.2	ALTERNATIVA 2 ESTACIÓN DE BOMBEO 2.....	110
7.3	ALTERNATIVA 3 CAMARA DE CARGA	117
7.4	SOCIALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS	125
7.5	ALTERNATIVA 4, VIADUCTO Y EXCAVACIÓN SIN ZANJA	132
7.6	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	138
8	CONCLUSIONES	145
9	ANEXOS	148

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del municipio de Cogua	19
Ilustración 2. Distribución de veredas	21
Ilustración 3. Clima en el municipio de Cogua	22
Ilustración 4. Temperatura máxima y mínima promedio de Cogua.....	23
Ilustración 5. Temperatura promedio por hora en Cogua	24
Ilustración 6. Nubosidad	25
Ilustración 7. Probabilidad diaria de precipitación en Cogua	26
Ilustración 8. Promedio mensual de lluvia en Cogua.....	27
Ilustración 9. Horas de luz natural en Cogua	27
Ilustración 10. Salida y puesta del sol en Cogua.....	28
Ilustración 11. Elevación sola y acimut en Cogua	29
Ilustración 12. Salida, puesta y fases de la luna en Cogua	30
Ilustración 13. Niveles de comodidad de la humedad en Cogua	31
Ilustración 14. Velocidad promedio del viento en Cogua	32
Ilustración 15. Dirección del viento en Cogua	33
Ilustración 16. Mapa De Uso Del Suelo Municipio De Cogua.....	42
Ilustración 17. Planteamiento Alternativas general colector Sector Ojo de Agua.....	64
Ilustración 18. Alternativa 1 Vía principal Ojo de Agua.....	65
Ilustración 19. Posible ubicación EBAR 2	67
Ilustración 20 Alternativa 2 Rodeando Quebrada Ojo de Agua	71
	5

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 6 de 148

Ilustración 21. Confluencia de los dos colectores.....	73
Ilustración 22. Quebrada ojo de Agua.....	73
Ilustración 23. Alternativa 3 Vía las Marraneras	78
Ilustración 24. Salón comunal Ojo de Agua	79
Ilustración 25. Alternativa 4 Colector Vía Ojo de Agua.....	85
Ilustración 26. Alternativa 4 Colector Margen derecha quebrada Ojo de Agua	86
Ilustración 27. Vía principal Ojo de Agua	87
Ilustración 28. Trazado alternativa 1 Conexión A Vía Cogua – Plazuela	103
Ilustración 29. Afectación predial de la Alternativa 1	108
Ilustración 30. Trazado Alternativa 2 Estación De Bombeo 2.....	110
Ilustración 31. Afectación predial de la Alternativa 2	116
Ilustración 32. Trazado Alternativa 3 Cámara De Recarga	118
Ilustración 33. Afectación predial de la Alternativa 3	124
Ilustración 34. Socialización de alternativas.....	126
Ilustración 35. Socialización de alternativas.....	128
Ilustración 36. Socialización de alternativas.....	128
Ilustración 37. Recorrido de campo con la comunidad	130
Ilustración 38. Recorrido de campo con la comunidad	130
Ilustración 39. Recorrido de campo con la comunidad	131
Ilustración 40. Recorrido de campo con la comunidad	131
Ilustración 41. Trazado Alternativa 4, Viaducto Y Excavación Sin Zanja	132
Ilustración 42. Zona donde se ubicaría el Viaducto.....	134
Ilustración 43. Esquema viaducto	135
Ilustración 44. Afectación predial de la Alternativa 3	137

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites municipales.....	19
Tabla 2. Porcentaje Usos Del Suelo Municipio De Cogua.....	41

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 7 de 148

Tabla 3. Fauna Municipio De Cogua.....	45
Tabla 4. Acueductos Rurales	52
Tabla 5. Cobertura de servicios de alcantarillado.....	53
Tabla 6. Alcantarillado Rural	54
Tabla 7. Plantas De Tratamientos Del Municipio De Cogua.....	55
Tabla 8. Ruta de recolección de residuos sólidos	57
Tabla 9. Clasificación de vías urbanas del municipio de Cogua.....	59
Tabla 10. Construcción placa huellas veredales	60
Tabla 11. Escala de calificación de alternativas	94
Tabla 12. Criterios y ponderaciones para la selección de alternativas	95
Tabla 13. Matriz multicriterio para la selección de la alternativa.....	96
Tabla 14. Escala de calificación de alternativas	139
Tabla 15. Criterios y ponderaciones para la selección de la alternativa	140
Tabla 16. Matriz multicriterio para la selección de la alternativa.....	141

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 8 de 148

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del Contrato No. CAR-CM-3105-2025, cuyo objeto comprende los estudios y diseños para la construcción de emisarios finales sanitarios, colectores y la optimización y/o ampliación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en diferentes sectores del municipio de Cogua, Cundinamarca, el presente documento desarrolla la evaluación de alternativas para la recolección y conducción de las aguas residuales generadas en el sector Ojo de Agua hacia el sistema de saneamiento asociado a la STAR La Plazuela. El análisis se orienta a establecer una configuración técnicamente viable que permita ampliar la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y garantizar la adecuada integración de las redes proyectadas con la infraestructura de transporte y tratamiento prevista para el sector.

Las características topográficas de Ojo de Agua, la distribución dispersa de las viviendas, la presencia de vías internas, camellones, predios privados y la quebrada Ojo de Agua hacen necesario analizar diferentes configuraciones para la conducción de los caudales sanitarios. En consecuencia, la definición del sistema no puede limitarse exclusivamente a la selección del trazado de menor longitud, sino que debe considerar de manera integral las condiciones hidráulicas, constructivas, ambientales, prediales, operativas y sociales que determinan la viabilidad real de su ejecución y funcionamiento durante la vida útil del proyecto.

El estudio de alternativas fue desarrollado de manera progresiva. En una primera etapa se evaluaron diferentes corredores para la conformación de los colectores principales, priorizando soluciones que aprovecharan las pendientes naturales del terreno, permitieran el funcionamiento predominantemente por gravedad, minimizaran la incorporación de estaciones de bombeo y garantizaran la conducción de las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela. Las alternativas fueron comparadas mediante una metodología multicriterio que integró aspectos de viabilidad hidráulica, operación y mantenimiento, condiciones ambientales y permisos, afectación predial y social, facilidad constructiva, cobertura y complejidad preliminar de inversión. Como resultado de esta evaluación se seleccionó la Alternativa 3 – Vía Las Marraneras como corredor general para continuar con el desarrollo del sistema.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 9 de 148

Posteriormente, durante las mesas de trabajo adelantadas entre la Consultoría, la Interventoría y el municipio, se identificó la necesidad de complementar la evaluación incorporando la red de colectores secundarios del sector Ojo de Agua, con el propósito de representar de manera más integral las condiciones necesarias para captar los aportes provenientes de las viviendas localizadas sobre las vías internas, camellones y demás áreas del centro poblado. A partir de este análisis se formularon nuevas configuraciones que evaluaron diferentes formas de integrar la red secundaria con los colectores principales, incluyendo soluciones por gravedad, estaciones de bombeo y conducciones cerradas a presión.

Como parte del proceso de evaluación, las tres primeras configuraciones formuladas para la integración de los colectores principales y secundarios fueron socializadas con la comunidad del sector Ojo de Agua el 25 de abril de 2026, mediante la presentación de los trazados y de sus principales características técnicas, hidráulicas y prediales. La participación comunitaria permitió complementar la información disponible sobre linderos, accesos, caminos, corredores potenciales y restricciones existentes en el territorio. Como resultado de esta jornada se adquirió el compromiso de efectuar un recorrido de reconocimiento en campo, el cual fue desarrollado el 2 de mayo de 2026 con participación de la comunidad.

Durante dicho recorrido se identificó una nueva posibilidad para conectar la red secundaria con el colector principal localizado sobre la vía Cogua–La Plazuela, mediante un paso elevado sobre la quebrada Ojo de Agua y la posterior construcción de un tramo mediante tecnología sin zanja. Esta configuración dio origen a una cuarta alternativa, concebida con el propósito de mantener el transporte predominantemente por gravedad, reducir la intervención superficial y disminuir la afectación sobre predios privados, conservando únicamente la EBAR requerida por las condiciones topográficas de una parte del sector.

Finalmente, las cuatro alternativas para la integración de los colectores principales y secundarios fueron sometidas a una nueva evaluación multicriterio, considerando su viabilidad hidráulica, requerimientos de operación y mantenimiento, condiciones ambientales y de gestión del riesgo, afectación predial, facilidad constructiva, aceptación social, cobertura y complejidad preliminar de inversión. Este análisis permitió establecer una comparación

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 10 de 148

homogénea de las soluciones y seleccionar la configuración que presenta el mejor equilibrio entre confiabilidad hidráulica, sostenibilidad operativa, viabilidad constructiva, reducción de afectaciones y aceptación por parte de la comunidad. La evaluación final otorgó la mayor valoración a la Alternativa 4 – Viaducto y excavación sin zanja, la cual constituye la solución recomendada para avanzar hacia las etapas posteriores de levantamiento topográfico e ingeniería de detalle.

Los trazados, diámetros, cotas, pendientes, estructuras y demás características presentadas en este documento corresponden a una etapa de evaluación conceptual de alternativas. Por tanto, la configuración seleccionada deberá ser verificada y ajustada posteriormente mediante el levantamiento topográfico de detalle, la delimitación definitiva de las áreas tributarias, los cálculos y modelaciones hidráulicas, los estudios geotécnicos e hidrológicos, la identificación de interferencias, la gestión predial y ambiental y el diseño definitivo de las estructuras requeridas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 11 de 148

2 JUSTIFICACIÓN

La formulación y evaluación de alternativas para la recolección y conducción de las aguas residuales del sector Ojo de Agua se fundamenta en la necesidad de establecer una solución integral de saneamiento que permita ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario y conducir los caudales generados hacia la infraestructura de tratamiento asociada a la STAR La Plazuela. La configuración dispersa de las viviendas, las condiciones topográficas del sector y la presencia de diferentes corredores viales, predios privados y cuerpos de agua hacen necesario definir una infraestructura que permita integrar adecuadamente las redes de recolección internas con los colectores principales encargados del transporte final de las aguas residuales.

La necesidad del proyecto adquiere especial relevancia considerando que la insuficiencia de infraestructura de alcantarillado sanitario puede favorecer la permanencia de soluciones individuales de disposición, descargas dispersas y otras condiciones que incrementan el riesgo de afectación sobre el suelo y las fuentes superficiales. En este contexto, la implementación de un sistema colectivo de recolección y transporte permite orientar las aguas residuales hacia una infraestructura de tratamiento centralizada, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones sanitarias del sector y a la protección de los recursos naturales asociados a su área de influencia.

La evaluación de alternativas se enmarca en los criterios establecidos para los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico, particularmente en la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 0799 de 2021 y las disposiciones que las modifiquen, adicionen o sustituyan, las cuales establecen criterios mínimos para la planeación, diseño y construcción de sistemas de alcantarillado. En concordancia con estos lineamientos, la solución debe procurar condiciones adecuadas de funcionamiento hidráulico, confiabilidad, eficiencia, sostenibilidad, facilidad de operación y mantenimiento y compatibilidad con las condiciones particulares del territorio. Desde el componente hidráulico, la topografía constituye uno de los principales factores para la configuración del sistema. Las diferencias de elevación existentes entre las zonas de generación de las aguas residuales y el punto de entrega en La Plazuela permiten privilegiar soluciones que aprovechen el funcionamiento por gravedad; sin embargo, la

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 12 de 148

presencia de divisorias de aguas, puntos bajos, cambios de pendiente y sectores que no drenan naturalmente hacia un mismo corredor hace que una única configuración no resulte evidente desde las etapas iniciales. Por esta razón, es necesario evaluar diferentes trazados y esquemas de funcionamiento que permitan establecer la forma más conveniente de integrar los colectores principales y secundarios.

En este sentido, la utilización del flujo por gravedad constituye un criterio relevante, dado que permite disminuir la dependencia de equipos electromecánicos, el consumo energético y los requerimientos permanentes de operación especializada. No obstante, este criterio debe analizarse conjuntamente con las condiciones reales del terreno, debido a que mantener una conducción exclusivamente por gravedad puede generar, dependiendo del corredor seleccionado, mayores profundidades de excavación, cruces especiales, incremento en las longitudes de tubería o afectaciones prediales significativas. De igual manera, las soluciones que incorporan estaciones de bombeo o conducciones a presión pueden resolver determinadas restricciones topográficas, pero introducen requerimientos adicionales asociados a energía, redundancia de equipos, almacenamiento temporal, mantenimiento y atención de contingencias. La configuración del sistema también debe garantizar una adecuada cobertura de las viviendas del sector Ojo de Agua. Por esta razón, el análisis no puede concentrarse exclusivamente en el colector que transportará los caudales hacia la STAR La Plazuela, sino que debe considerar la forma en que los diferentes colectores secundarios recolectarán los aportes de las viviendas localizadas sobre vías internas, camellones y sectores con distintas direcciones naturales de drenaje. La solución seleccionada deberá permitir que estos ramales confluyan hidráulicamente de manera adecuada y que los caudales acumulados puedan incorporarse al sistema principal sin generar problemas de capacidad, remanso o discontinuidad hidráulica.

Otro aspecto determinante corresponde a la presencia de la quebrada Ojo de Agua, debido a que diferentes configuraciones requieren aproximarse, desarrollarse paralelamente o efectuar cruces sobre este cuerpo de agua. La definición de los trazados debe procurar reducir las intervenciones directas sobre el cauce y considerar desde esta etapa las condiciones de inundación, socavación, estabilidad de las márgenes y gestión de los permisos ambientales

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 13 de 148

que resulten aplicables. La localización definitiva de las estructuras próximas al cuerpo de agua deberá ser posteriormente verificada mediante los estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y geotécnicos correspondientes. Desde el componente constructivo, los corredores potenciales presentan condiciones variables. La vía Cogua–La Plazuela cuenta con superficie en asfalto flexible, las vías internas del sector presentan tramos en placa huella y las vías rurales y camellones disponen principalmente de superficie en afirmado. Adicionalmente, algunos alineamientos requieren atravesar predios de uso residencial, agrícola o pecuario. Estas condiciones inciden directamente en los procedimientos de excavación, reposición de superficies, manejo de tránsito, estabilidad de zanjas, interferencias con redes existentes, accesibilidad de maquinaria y costos de construcción. Por lo anterior, resulta necesario considerar tanto sistemas convencionales de excavación abierta como obras especiales o tecnologías sin zanja cuando estas permitan mejorar la viabilidad integral de la solución. La gestión predial constituye igualmente un criterio de especial importancia. Los trazados analizados presentan diferentes niveles de intervención sobre propiedades privadas y pueden requerir la constitución de servidumbres permanentes para la instalación de tuberías, pozos de inspección, estaciones de bombeo, cámaras y demás estructuras. La cantidad de predios afectados no constituye por sí sola el único parámetro de selección, puesto que también deben considerarse el tipo y longitud de la afectación, la ubicación de las estructuras, la posibilidad de utilizar linderos, las restricciones futuras sobre el uso de los terrenos y la necesidad de garantizar accesos para operación y mantenimiento. En consecuencia, una alternativa hidráulicamente favorable puede presentar dificultades importantes para su materialización cuando depende de una gestión predial extensa o de corredores con restricciones significativas.

La dimensión social se encuentra estrechamente relacionada con lo anterior. La infraestructura sanitaria se desarrolla dentro de un territorio ocupado y utilizado permanentemente por la comunidad, por lo que el conocimiento de los habitantes y propietarios constituye un insumo relevante para identificar accesos, caminos, linderos, condiciones particulares del terreno y posibles corredores de menor afectación. En consecuencia, la participación comunitaria permite complementar la información técnica disponible y contribuir a la identificación de soluciones con mejores posibilidades de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 14 de 148

implementación, sin que ello sustituya las verificaciones hidráulicas, ambientales, prediales y constructivas requeridas para sustentar la decisión final.

Por las condiciones anteriormente descritas, la selección de la alternativa no resulta técnicamente adecuada si se realiza únicamente con base en la menor longitud de tubería, el menor número de predios afectados o el menor costo inicial de construcción. Una solución de saneamiento debe analizarse durante todo su ciclo de vida, incorporando la confiabilidad hidráulica, los requerimientos energéticos, la facilidad de inspección y mantenimiento, las posibles contingencias, la gestión ambiental y predial, la complejidad constructiva, la cobertura obtenida y las condiciones necesarias para su futura operación por parte del prestador del servicio.

Asimismo, teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en una etapa de definición de alternativas y que el levantamiento topográfico de detalle se desarrollará sobre la configuración seleccionada, las longitudes, cotas, pendientes, diámetros, profundidades y estructuras presentadas en el documento tienen carácter preliminar. Su finalidad es proporcionar elementos suficientes para comparar técnicamente las soluciones y definir el corredor que deberá avanzar hacia la ingeniería de detalle. Una vez seleccionado, será necesario verificarlo mediante topografía, delimitación de áreas tributarias, determinación de caudales, modelación hidráulica, estudios geotécnicos e hidrológicos, identificación de interferencias y desarrollo de la gestión predial y ambiental correspondiente.

En consecuencia, el presente estudio se justifica en la necesidad de seleccionar una solución integral, técnicamente sustentada y viable para la recolección y transporte de las aguas residuales del sector Ojo de Agua, que articule los colectores secundarios con la infraestructura principal de conducción hacia la STAR La Plazuela y que presente un equilibrio adecuado entre funcionamiento hidráulico, cobertura, confiabilidad operativa, facilidad constructiva, afectación predial, manejo ambiental y viabilidad social. La evaluación integral de estos componentes permite reducir incertidumbres antes de iniciar la ingeniería de detalle y orientar los recursos del proyecto hacia una configuración con condiciones favorables para su posterior construcción, operación y mantenimiento.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 15 de 148

3 ANTECEDENTES

En el marco de las acciones de saneamiento orientadas a la recuperación de la cuenca del río Bogotá, y teniendo en cuenta la sentencia del Consejo de Estado No. 2500-23-27-000-2001-0479-01 de 2014, el municipio de Cogua ha venido adelantando actuaciones encaminadas al mejoramiento de los sistemas de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales generadas en sus centros poblados y sectores rurales. En este contexto, el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria del sector Ojo de Agua constituye una medida orientada a mejorar las condiciones de saneamiento y reducir los impactos asociados a la disposición inadecuada de aguas residuales.

Como antecedente técnico se cuenta con el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado – PMAA 2011, en el cual se identifican las características generales de los sistemas de alcantarillado existentes en el municipio y las limitaciones de cobertura en diferentes sectores rurales. Para el área de La Plazuela se dispone de infraestructura de recolección y tratamiento, mientras que el sector Ojo de Agua requiere su incorporación progresiva a una solución colectiva que permita conducir sus aguas residuales hacia la STAR La Plazuela.

En este contexto se desarrolla el Contrato No. CAR-CM-3105-2025, dentro del cual se contempla la ejecución de estudios y diseños para los emisarios finales sanitarios, colectores y sistemas de tratamiento de aguas residuales en diferentes sectores del municipio de Cogua, incluyendo específicamente el sector Ojo de Agua y la optimización y/o ampliación de la STAR La Plazuela.

Durante el desarrollo de la consultoría se realizó la recopilación y análisis de información existente, complementada con recorridos de campo, imágenes satelitales, perfiles de elevación, condiciones viales y evaluación preliminar de aspectos hidráulicos, ambientales y prediales. A partir de estos insumos se formularon inicialmente diferentes alternativas para los colectores principales, considerando la posibilidad de aprovechar las pendientes naturales del terreno, minimizar los requerimientos de bombeo y establecer una conexión adecuada con el sistema de La Plazuela. Como resultado de esta primera evaluación se seleccionó el corredor asociado a la vía Las Marraneras como base para continuar el análisis.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 16 de 148

Posteriormente, en mesas de trabajo con la Interventoría y el municipio se identificó la necesidad de ampliar la evaluación e incorporar los colectores secundarios del sector Ojo de Agua, con el propósito de analizar integralmente la recolección de los aportes provenientes de las viviendas, vías internas y camellones. Como parte de este proceso se formularon nuevas configuraciones, las cuales fueron complementadas con la identificación de los predios potencialmente afectados y las necesidades preliminares de servidumbre.

Finalmente, las alternativas fueron objeto de un proceso de socialización con la comunidad del sector Ojo de Agua, realizado el 25 de abril de 2026, y posteriormente de un recorrido de campo efectuado el 2 de mayo de 2026. La información obtenida permitió reconocer nuevas posibilidades de trazado y formular una cuarta configuración que incorpora un paso elevado sobre la quebrada Ojo de Agua y un tramo mediante tecnología sin zanja. De esta manera, el presente informe recoge la evolución del análisis técnico, predial y social desarrollado para sustentar la selección de la alternativa que continuará hacia la etapa de ingeniería de detalle.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 17 de 148

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar y seleccionar la alternativa técnica, hidráulica, constructiva, operativa, ambiental, predial y socialmente más conveniente para la recolección y conducción de las aguas residuales del sector Ojo de Agua hacia la STAR La Plazuela, mediante la definición e integración de los colectores principales y secundarios y de las estructuras complementarias requeridas, priorizando el aprovechamiento de las condiciones topográficas para el funcionamiento por gravedad, la mayor cobertura posible, la confiabilidad del sistema y su viabilidad para avanzar hacia la etapa de ingeniería de detalle.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y analizar diferentes alternativas de trazado para los colectores principales del sector Ojo de Agua, considerando las condiciones topográficas, los corredores viales disponibles, las cotas preliminares, las longitudes de conducción y la continuidad hidráulica hasta la STAR La Plazuela.
- Definir alternativas para la integración de los colectores secundarios requeridos para la recolección de las aguas residuales generadas en las vías internas, camellones y demás sectores del centro poblado, procurando brindar la mayor cobertura posible a las viviendas del área de influencia.
- Priorizar configuraciones que aprovechen las pendientes naturales del terreno y permitan el funcionamiento predominantemente por gravedad, evaluando técnicamente los sectores donde sea necesario incorporar estaciones de bombeo, líneas de impulsión, cámaras especiales, cruces elevados o conducciones mediante tecnologías constructivas especiales.
- Evaluar preliminarmente las condiciones hidráulicas de cada alternativa, considerando continuidad del flujo, pendientes disponibles, profundidades de instalación, puntos de confluencia, cambios de dirección, estructuras de inspección y compatibilidad con los puntos de conexión al sistema que conduce las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 18 de 148

- Evaluar la afectación predial asociada a cada configuración, identificando los predios potencialmente intervenidos, las necesidades de servidumbre, las áreas requeridas para estructuras especiales y la incidencia de la gestión predial en la viabilidad de construcción, operación y mantenimiento del sistema.
- Incorporar las observaciones y el conocimiento territorial aportado por la comunidad del sector Ojo de Agua, así como los resultados de las mesas de trabajo, socializaciones y recorridos de campo, como elementos complementarios para la identificación y evaluación de los corredores técnicamente viables.
- Comparar las alternativas mediante una metodología multicriterio que integre los componentes: hidráulico, operativo, ambiental, predial, constructivo, social, de cobertura y de complejidad preliminar de inversión, con el propósito de sustentar objetivamente la selección de la solución más conveniente.

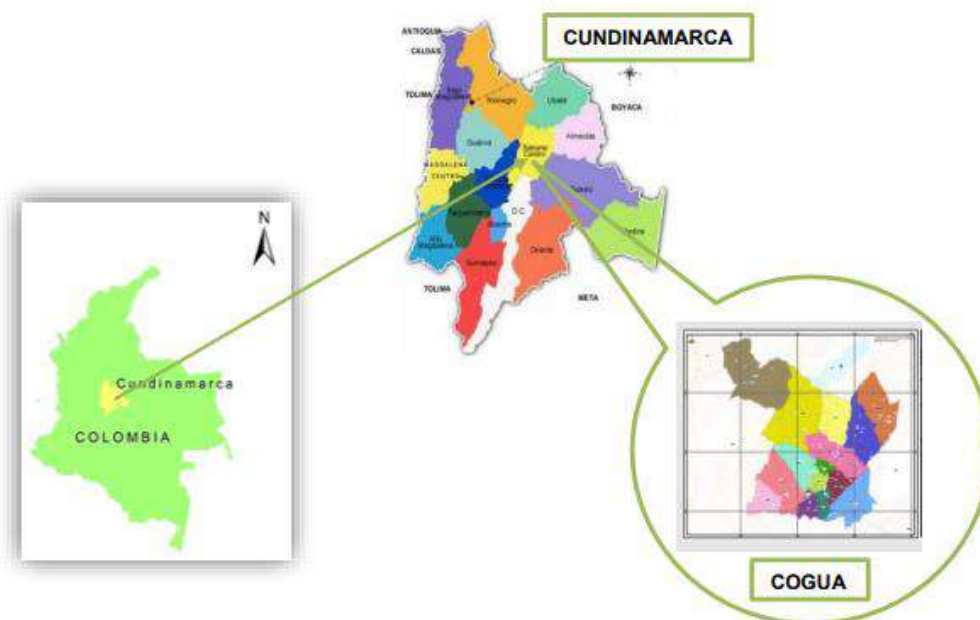
	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 19 de 148

5 INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

5.1 LOCALIZACIÓN

El Municipio de Cogua está ubicado en la Cordillera Oriental, en el altiplano Cundiboyacense, Provincia de Sabana centro del departamento de Cundinamarca, al noroeste de la sabana de Bogotá, en las estribaciones del páramo de Guerrero y Guargua. Con una cabecera municipal situada a una distancia aproximada de 55 kilómetros de Bogotá.

Ilustración 1. Localización general del municipio de Cogua



Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

5.1.1 Límites Municipales

El municipio de Cogua limita como se muestra a continuación:

Tabla 1. Límites municipales

Límite	Municipio
Norte	Tausa
Sur	Zipaquirá
Oriente	Nemocón
Occidente	Zipaquirá y Pacho

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023, modificado por la Consultoría

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 20 de 148

- Norte: Tausa
- Sur: Zipaquirá
- Oriente: Nemocón
- Occidente: Zipaquirá y Pacho

5.1.2 Extensión del Municipio

La extensión del municipio de Cogua se puede evidenciar en la siguiente tabla:

Extensión del municipio			
Área	Cabecera municipal	Rural	Total
	75 ha	13.287,49 ha	13.362,49
Porcentaje	0,5%	99,5%	100%

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

5.1.3 División Política

El territorio municipal para fines administrativos y de gestión pública, adopta la siguiente división territorial, comprendida por: Área urbana central o cabecera municipal, área urbana del caserío La Plazuela y las siguientes 10 veredas; Páramo alto, Quebrada Honda, Rodamontal, Casablanca, Rincón Santo. El Mortiño, Neusa, Cardonal y Patasica.

Dentro de las veredas se han formado sectores que obedecen especialmente a asuntos comunales como: La Chapa y Barroblanco en la vereda Rodamontal y El Altico, Ojo de agua, la Plazuela y el Olivo en la vereda Neusa.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 21 de 148

Ilustración 2. Distribución de veredas



Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

5.2 DEMOGRAFÍA

Teniendo en cuenta la información del Departamento Nacional de Planeación correspondiente al año 2014, el municipio registra un total de 21.932 habitantes, de los cuales el 31% corresponde a la población de la cabecera municipal y el 69% a la población rural.

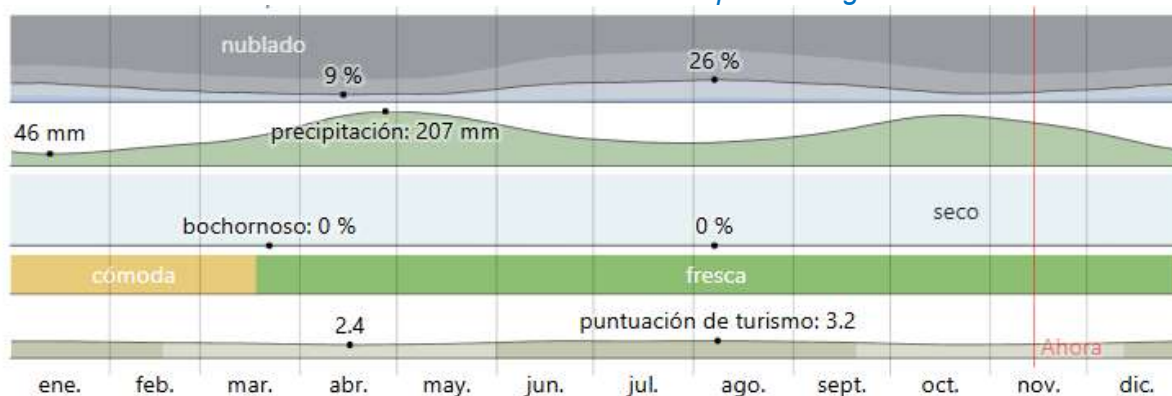
En cuanto a la población afiliada al Sisbén en el municipio de Cogua, para el año 2010 esta ascendía a 17.355 habitantes, según el informe emitido por el IGAC (2013) titulado “*Levantamiento detallado de suelos en las áreas planas del municipio*”.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 22 de 148

5.3 CLIMA

La temperatura en el municipio de Cogua generalmente oscila entre 6 °C y 19 °C, y rara vez desciende por debajo de 2 °C o supera los 21 °C. El clima suele mantenerse nublado durante la mayor parte del año. Teniendo en cuenta lo anterior, las mejores épocas para visitar Cogua y realizar actividades al aire libre en clima cálido son desde finales de mayo hasta finales de septiembre, y desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero.

Ilustración 3. Clima en el municipio de Cogua



Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

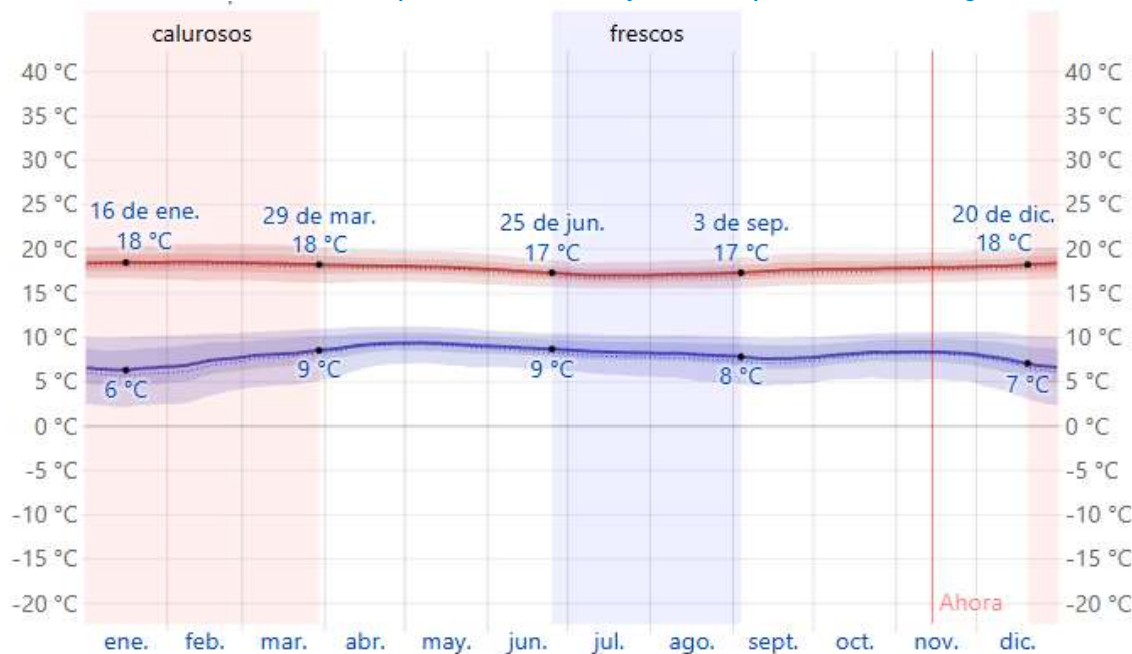
5.3.1 Temperatura

Teniendo en cuenta el ítem anterior sobre el clima, se observa que la temporada templada en el municipio de Cogua tiene una duración aproximada de 3,3 meses, desde el 20 de diciembre hasta el 29 de marzo, con una temperatura máxima promedio diario superior a 18 °C. El mes más cálido del año es mayo, cuando la temperatura máxima promedio alcanza los 18 °C y la mínima se sitúa en 9 °C.

Por su parte, la temporada fresca se extiende por alrededor de 2,3 meses, del 25 de junio al 3 de septiembre, caracterizándose por una temperatura máxima promedio diario inferior a 17 °C. El mes más frío del año es enero, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y una máxima de 18 °C.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 23 de 148

Ilustración 4. Temperatura máxima y mínima promedio de Cogua



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

En la figura que se muestra anteriormente se puede evidenciar una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 24 de 148

Ilustración 5. Temperatura promedio por hora en Cogua



La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

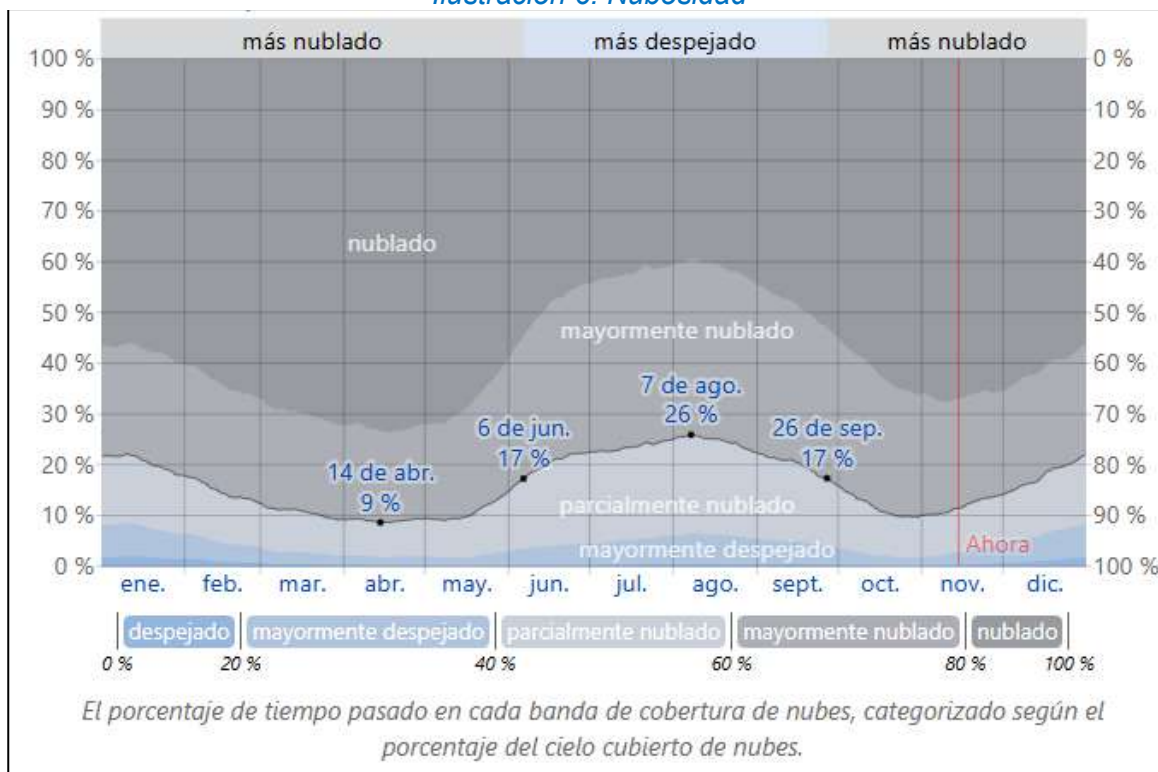
5.3.2 Nubes

En el municipio de Cogua, el porcentaje de cielo cubierto por nubes presenta poca variación a lo largo del año. La época más despejada inicia aproximadamente el 6 de junio, se prolonga por 3,7 meses y finaliza alrededor del 26 de septiembre. El mes con mayor claridad es agosto, durante el cual el cielo se mantiene despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado en promedio el 25 % del tiempo.

Por el contrario, la época más nublada del año comienza cerca del 26 de septiembre, tiene una duración aproximada de 8,3 meses y concluye alrededor del 6 de junio. El mes más nublado es abril, cuando el cielo permanece nublado o mayormente nublado en promedio el 91 % del tiempo.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 25 de 148

Ilustración 6. Nubosidad



Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.3.3 Precipitación

Se considera un día mojado aquel en el que se registran al menos 1 milímetro de precipitación líquida o equivalente. En Cogua, la probabilidad de días mojados varía de manera significativa a lo largo del año. La temporada más húmeda se extiende por 8,7 meses, desde el 18 de marzo hasta el 9 de diciembre, periodo en el cual la probabilidad de que un día sea mojado supera el 54 %. Octubre es el mes con mayor cantidad de días mojados, con un promedio de 23,1 días que registran al menos 1 milímetro de precipitación.

Por su parte, la temporada más seca dura aproximadamente 3,3 meses, desde el 9 de diciembre hasta el 18 de marzo. El mes con menos días mojados es enero, que presenta un promedio de 9,7 días con al menos 1 milímetro de precipitación.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 26 de 148

Entre los días mojados, se diferencian aquellos con solo lluvia, solo nieve o una combinación de ambas. En Cogua, octubre también destaca por ser el mes con más días de solo lluvia, con un promedio de 23,1 días. Con base en esta clasificación, el tipo de precipitación más común en el municipio a lo largo del año es la lluvia, alcanzando una probabilidad máxima del 78 % el 27 de abril.

Ilustración 7. Probabilidad diaria de precipitación en Cogua



Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

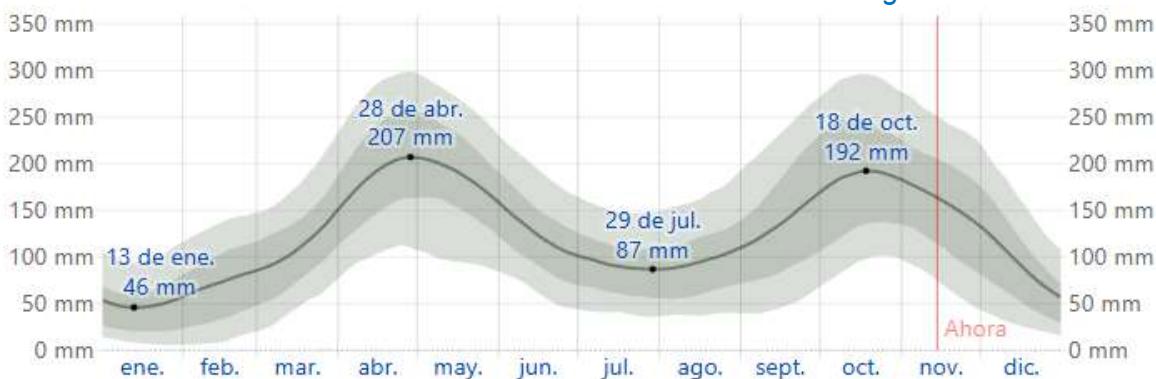
5.3.4 Lluvia

Para evidenciar la variación mensual y no solo los totales por mes, se presenta la precipitación acumulada durante un período móvil de 31 días, centrado en cada día del año. En Cogua se observa una marcada variación estacional en la cantidad de lluvia.

La precipitación está presente durante todo el año. El mes más lluvioso es abril, con un promedio de 192 milímetros de lluvia, mientras que el mes más seco es enero, con un promedio de 46 milímetros.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 27 de 148

Ilustración 8. Promedio mensual de lluvia en Cogua



La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo de 31 días en una escala móvil, centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es la precipitación de nieve promedio correspondiente.

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.3.5 Sol

La duración del día en Cogua no varía de manera significativa a lo largo del año, con una diferencia máxima de apenas 25 minutos respecto a las 12 horas promedio diarias. En 2025, el día más corto será el 21 de diciembre, con 11 horas y 50 minutos de luz natural, mientras que el día más largo fue el 20 de junio, con 12 horas y 25 minutos de luz natural como se puede evidenciar en la siguiente figura:

Ilustración 9. Horas de luz natural en Cogua

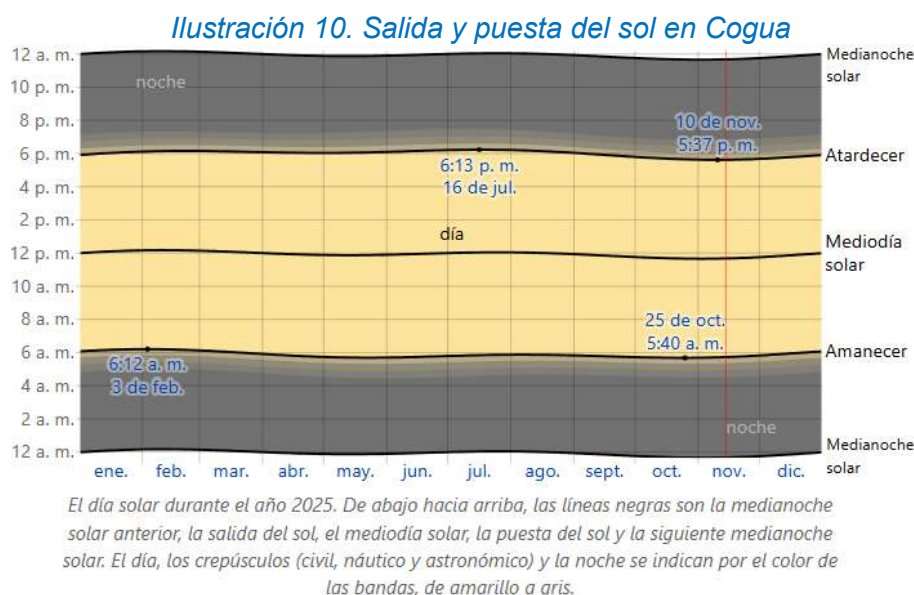


La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 28 de 148

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cagua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

La salida del sol más temprana se registró a las 5:40 a. m. el 25 de octubre, y la más tardía ocurrió 31 minutos después, a las 6:12 a. m., el 3 de febrero. En cuanto a la puesta del sol, la más temprana es a las 5:37 p. m. el 10 de noviembre, y la más tardía se da a las 6:13 p. m., 37 minutos más tarde, el 16 de julio como se puede evidenciar en la siguiente figura:

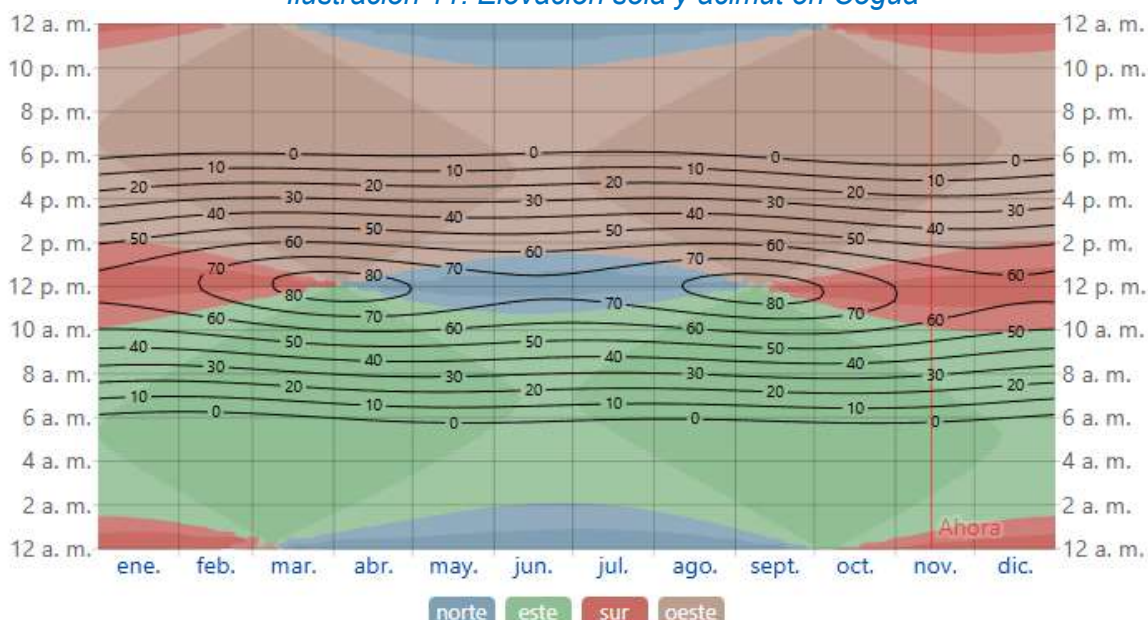


Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cagua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

La siguiente figura muestra de manera compacta la elevación del sol (el ángulo sobre el horizonte) y el acimut (la orientación respecto a la brújula) para cada hora del día a lo largo del año. En el gráfico, el eje horizontal representa los días del año y el eje vertical, las horas del día. En un día y hora determinados, el color de fondo indica el acimut del sol, mientras que las isolíneas negras muestran el contorno de elevación solar constante.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 29 de 148

Ilustración 11. Elevación sola y acimut en Cogua



Elevación solar y acimut durante el año 2025. Las líneas negras son líneas de elevación solar constante (el ángulo del sol sobre el horizonte, en grados). El color de fondo sólido indica el acimut (la orientación en la brújula) del sol. Las áreas de colores claros en los límites de los puntos cardenales de la brújula indican las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.3.6 Luna

La figura siguiente presenta una representación compacta de los principales datos de la luna para el año 2025. El eje horizontal indica los días del año, mientras que el eje vertical muestra las horas del día. Las áreas sombreadas representan los periodos en los que la luna se encuentra sobre el horizonte. Las barras verticales grises señalan la luna nueva, y las barras azules indican la luna llena.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 30 de 148

Ilustración 12. Salida, puesta y fases de la luna en Cogua



La hora a la que la luna está sobre el horizonte (área azul claro) con la luna nueva (líneas gris obscuro) y la luna llena (líneas azules) indicadas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.3.7 Humedad

El nivel de comodidad respecto a la humedad se basa en el punto de rocío, ya que este determina si el sudor puede evaporarse de la piel, enfriando el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son bajos, la sensación es de sequedad, mientras que cuando son altos, se percibe mayor humedad. A diferencia de la temperatura, que suele variar considerablemente entre el día y la noche, el punto de rocío cambia de manera más lenta; por lo tanto, aunque la temperatura disminuya durante la noche, en un día húmedo la noche también tiende a ser húmeda.

En Cogua, el nivel de humedad percibido, medido como el porcentaje de tiempo en que se experimenta una sensación bochornosa, opresiva o insostenible, no varía significativamente a lo largo del año y se mantiene prácticamente en 0 %.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 31 de 148

Ilustración 13. Niveles de comodidad de la humedad en Cogua



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.3.8 Viento

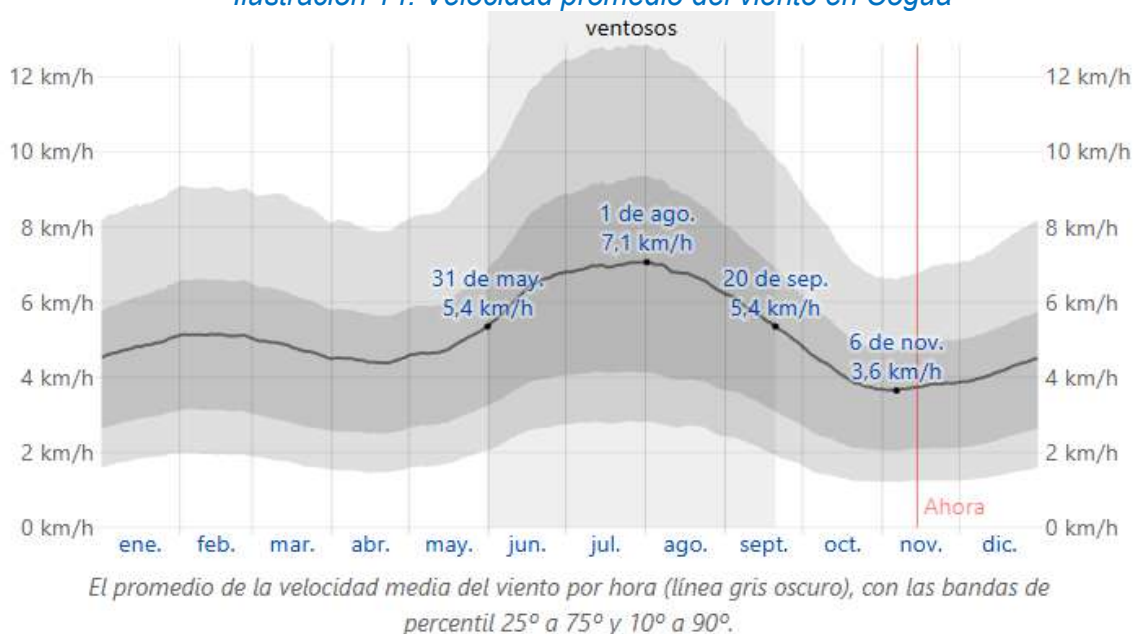
Esta sección presenta el vector de viento promedio por hora para un área amplia, considerando tanto la velocidad como la dirección a 10 metros sobre el suelo. La intensidad y dirección del viento en un lugar específico dependen en gran medida de la topografía local y otros factores; además, la velocidad y dirección instantáneas del viento presentan variaciones más amplias que los promedios horarios.

En Cogua, la velocidad promedio del viento por hora muestra variaciones estacionales leves a lo largo del año. La temporada más ventosa se extiende por aproximadamente 3,7 meses, del 31 de mayo al 20 de septiembre, con velocidades promedio superiores a 5,4 kilómetros por hora. El mes más ventoso es julio, cuando los vientos alcanzan una velocidad promedio de 7,0 kilómetros por hora.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 32 de 148

Por el contrario, la temporada más calmada dura alrededor de 8,4 meses, del 20 de septiembre al 31 de mayo, siendo noviembre el mes más tranquilo, con vientos a una velocidad promedio de 3,8 kilómetros por hora como se puede evidenciar en la siguiente figura:

Ilustración 14. Velocidad promedio del viento en Cogua

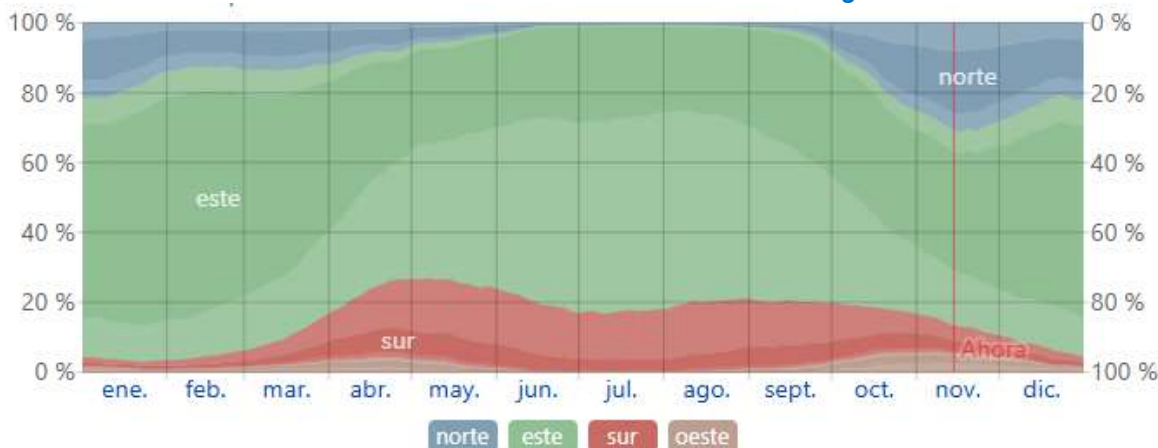


Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

En Cogua, la dirección predominante del viento promedio por hora es del este a lo largo de todo el año como se puede evidenciar en la siguiente figura:

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 33 de 148

Ilustración 15. Dirección del viento en Cogua



El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Fuente: Weather Spark. (2024). Clima y condiciones meteorológicas promedio en Cogua. Weather Spark. <https://weatherspark.com>

5.4 HIDROLOGÍA

La información sobre la hidrología que se presenta a continuación proviene del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de 2011:

5.4.1 Fuentes Receptoras

5.4.1.1 Quebrada Ojo de Agua

Quebrada en la que la PTAR del sector La Plazuela viene haciendo su vertimiento, concretamente 300 m abajo del caserío. Esta quebrada con anterioridad en la parte alta cuenta con alto grado de contaminación por el vertimiento de las aguas de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable regional, situación que amerita compromiso de los tres Municipios asociados (Cogua, Zipaquirá y Nemocón) con respecto al manejo adecuado de dichas aguas. Se extiende desde la parte central de la vereda Barro blanco, cubre todo el sector de Ojo de Agua y finalmente termina en la parte plana del sector La Plazuela. Cubre un área de 455 has, en donde su eje central o cauce cubre una longitud de 2,6 km Su actividad predominante es la ganadería de minifundio y en menor proporción los cultivos de papa;

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 34 de 148

eventualmente aparecen cultivos de maíz y alverja. Las únicas coberturas vegetales nativas se localizan en las márgenes de caminos y en algunas divisiones de predios. En términos generales es una microcuenca prácticamente deforestada, su topografía es ondulada con un paisaje muy llamativo.

5.4.1.2 Río Neusa

Valle del río Neusa. Esta zona corresponde al sector plano del valle del Río Neusa, desde el caserío de La Plazuela hasta el centro poblado de El Mortiño, con una extensión aproximada de 843,75 ha. Su principal vocación es el uso de pastos mejorados para ganadería intensiva. En este territorio, el Río Neusa que recoge las aguas de cerca del 60% del área municipal recorre 10,8 km, de los cuales 3,3 km corresponden al límite compartido con el municipio de Nemocón.

A esta fuente se entregan las aguas de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran la vereda de El Mortiño, tanto del sector Norte como del sector de la escuela, esta última construida hace pocos años y en funcionamiento.

5.4.1.3 Subcuenca Susaguá - Barandillas

Comprende territorios de los municipios de Cogua y Zipaquirá cubriendo un área de 7.083 ha. de las cuales corresponden al municipio de Cogua 3.902 has. Sobre las microcuencas de las quebradas el Amoladero, Bolívar, Susaguá, Blanca, La Maya, San Antonio o Padre Otero, Carpintero y Agua Sucia. La microcuenca es compartida con el municipio de Zipaquirá, pues su parte alta con 1,452 ha., pertenece al municipio vecino, luego sus aguas se internan en el municipio de Cogua en el sitio de la Caldera, abasteciendo a los acueductos de las veredas La Chapa y Rodamontal y un sector de viviendas de la vereda del municipio de Zipaquirá. Después de recorrer 7,5 km. en territorio de Cogua se interna nuevamente en Zipaquirá para desembocar en el río Barandillas, más arriba denominado río Neusa. El área de la microcuenca perteneciente a Cogua llega a las 664,1 has. Lo surten los afluentes de las quebradas Bolívar de la vereda la Chapa y de las quebradas Blanco y la Maya de la Vereda Rodamontal. Sus vertientes presentan una topografía fuertemente ondulada cubierta en el 70%

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 35 de 148

de su territorio por pastos. En ocasiones son establecidos grandes cultivos de papa en sectores de Rodamontal.

5.4.1.4 Microcuenca El Amoladero

El cauce de la quebrada El Amoladero corresponde a un tramo del límite con el municipio de Zipaquirá en una longitud de 4,5 Km. que va desde las cercanías de La loma Tres Puntas en Zipaquirá hasta el sitio denominado Argelia donde se cruza con la vía Cogua-Zipaquirá, por lo tanto, se comparte con el vecino municipio una microcuenca alta de 487,7 ha. de las cuales corresponden a Cogua 304,69 ha. sobre la vereda La Chapa. Esta quebrada tiene como afluente importante a la quebrada Villatina con una longitud de 2,4 km. hasta su llegada al Amoladero. La parte alta, a partir de los 2.950 m.s.n.m., de pendientes hasta del 35%, se encuentra cubierta por bosque alto andino secundario y rastrojos bajos, esta vegetación cubre aproximadamente el 30% (91,41 ha.), en lo que corresponde a Cogua Adyacente a estos bosques por debajo de los 2.950 m. hasta la parte media de la microcuenca se encuentra cubierta por pastos sin manejo donde se evidencian procesos erosivos por mal manejo de pasturas en suelos muy pobres de escasa profundidad; en este sector las inclinaciones del terreno están entre el 12%-25%, y ya en la parte baja se encuentran terrenos amplios con pendientes suaves del 3%-7% dedicados más que todo a usos ganaderos. Las seis subcuencas encontradas en el municipio crean nexos de vecindad con los municipios limítrofes, razón por la cual, la articulación de políticas, programas y proyectos intermunicipales surge como la estrategia regional más importante para el manejo coordinado de los ecosistemas de alta montaña. En total, 153 kilómetros de cauces conforman la red hidrográfica principal del municipio que corresponden a las 35 microcuencas del territorio, en varios de ellos ya se extinguió su curso y otros se encuentran en vía de extinción. En esta microcuenca se vierten las aguas de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector La Chapa.

5.4.1.5 Microcuenca de la Quebrada Bolívar

Se encuentra localizada en la parte central de la vereda La Chapa, hace parte de los afluentes del Río Susaguá. Cubre un área de 305 ha La parte alta de esta microcuenca se localiza en

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 36 de 148

predios del municipio de Zipaquirá al cual le corresponden 64 ha todas cubiertas por vegetación nativa del subpáramo, del total le corresponden al municipio 241 ha., dedicadas en el 90% de su extensión al pastoreo, este uso reiterado ha ocasionado en zonas de pendientes suaves a fuertes, la presencia del proceso erosivo muy fuerte denominado "pata de vaca". En el cerro y piedemonte se conservan aún algunas manchas de bosque nativo que alimentan a esta quebrada, una de las que aún quedan en el municipio, su cauce alcanza una longitud de 5,3 km.

5.4.1.6 Microcuenca del Río Susaguá

El Susaguá en tiempos pasados fue un caudaloso Río que en algunos de sus sectores superaba los siete metros de ancho, hoy es uno de los tres ríos que tienen influencia en el municipio, se puede afirmar que sus caudales promedios han disminuido en un 90% como efecto de varias circunstancias, entre las que se destacan: la drástica deforestación de sus partes altas y área de la microcuenca en general y, la utilización de las aguas en forma no planificada lo mismo que de sus cauces. A esta fuente vierten sus aguas la planta de tratamiento de aguas residuales de La vereda Rodamontal.

5.4.1.7 Microcuenca Quebrada Blanca

Se encuentra ubicada en la parte central de la vereda Rodamontal, cubre un área de 221,9 ha: su cauce o eje central alcanza los 2,3 km, se extiende desde el sur occidente del cerro del Púlpito hasta la desembocadura en el Río Susaguá. En la parte central se encuentra el centro poblado de esta vereda esencialmente residencial. Los pastos para ganadería predominan en toda la microcuenca.

5.4.1.8 Microcuenca Quebrada La Maya

Esta microcuenca se localiza al oriente de la vereda Rodamontal en límites con la microcuenca de San Antonio Cubre una extensión de 239,1 ha. Su cauce que fluye de norte a sur recorre una distancia de 4,0 km. para desembocar en el río Susaguá. Microcuenca esencialmente utilizada con fines pecuarios con predominio de pastos. Hacia las partes altas se encuentran cultivos de papa.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 37 de 148

5.4.1.9 Microcuenca Quebrada San Antonio

Se localiza en territorio de las veredas Barroblanco, Rodamontal, Susaguá y El Mortiño y el sector occidental del casco urbano, cubre un área de 938 ha, su red de drenaje principal tiene su nacimiento en la falda del cerro el Púlpito, recorre el municipio del noroccidente al sur oriente internándose en el casco urbano y recorriendo las partes planas de las veredas Susaguá y el Mortiño yendo a desembocar en el río Neusa.

Desde su nacimiento hasta su desembocadura recorre 10,3 km. entre sus tributarios más importantes están las quebradas El Carpintero y Agua Sucia. La parte más alta de esta microcuenca se localiza sobre el cerro El Púlpito a 3500 m.s.n.m y su parte más baja en la desembocadura a 2.540 m.s.n.m. que a la vez corresponde al punto de menor altura del municipio. Las únicas coberturas vegetales nativas con alguna densidad se localizan desde los 3.000 m.s.n.m, desde allí hasta los 2630

m.s.n.m. predominan suaves laderas dedicadas en su parte más alta, al cultivo de papa, esta actividad está produciendo los procesos erosivos más fuertes en la microcuenca, las áreas restantes se dedican al pastoreo en minifundios y algunos hatos medianos (30 a 40 reces). Eventualmente se localizan siembras de maíz y arveja. En la zona plana de sabana se encuentra la ganadería extensiva. Los mayores niveles de contaminación por aguas residuales los recibe esta quebrada al igual que la del Carpintero, pues ambas rodean el casco urbano.

En su territorio se localiza la planta de tratamiento del acueducto regional Cogua, Zipaquirá y Nemocón que periódicamente evacúa los lodos de desecho de los tanques de almacenamiento y tratamiento a este cauce.

Ésta es una de las fuentes hídricas más contaminadas por el vertimiento de aguas residuales ya que a esta entregan sus aguas la planta de tratamiento de aguas residuales Urbana, Susaguá y el Mortiño sector la escuela, adicionalmente en el punto de Mortiño se encuentran en el mismo punto de vertimiento del sector San Miguel del Municipio de Zipaquirá.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 38 de 148

5.4.1.10 Microcuenca Quebrada El Carpintero

Esta microcuenca cubre una extensión de 344 ha. En los territorios de las veredas Barroblanco, El Altico, Rincón Santo y el costado oriental del casco urbano (el 60%), su cauce principal de 1,7 km. desemboca en la quebrada San Antonio o Padre Otero. Los pastos cubren el 93% de la microcuenca.

5.4.1.11 Microcuenca Agua Sucia

Microcuenca ubicada en las veredas del Olivo, el sector Ojo de Agua, veredas el Altico, Rincón Santo y el Mortiño, cubriendo una extensión de 942,188 ha; su cauce o eje principal alcanza una longitud de 5,4 km. hasta su desembocadura en la quebrada San Antonio. Sobre su parte alta se encuentran algunos pequeños cultivos de maíz y papade tipo casero. Predomina en un 80% de la microcuenca la posterización. Sobre las suaves laderas en las veredas de el Olivo y Rincón Santo se localizan las explotaciones de arcilla, las cuales cubre una extensión de 70 has. Sobre la zona plana predominan los pastizales algunos de ellos con pastos mejorados.

Las coberturas vegetales nativas se encuentran reducidas a algunos linderos de fincas, cercados y orillas de caminos en los que aparecen muy pocas plantas aisladas. Un pequeño relicto boscoso (2,0 ha.) se localiza en plena zona de extracción de arcillas al oriente de la microcuenca, razón por la cual, su supervivencia está en riesgo. Allí entregan sus aguas el sistema de tratamiento de aguas residuales de la vereda el Olivo Sector La Escuela; actualmente se cuenta con un sistema comprendido por pozos sépticos y filtro anaeróbico, se tiene prevista su optimización.

El sector urbano central del Municipio de Cogua se abastece por gravedad del embalse del Río Neusa, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 101 millones de m³ y la municipalidad dispone de un caudal de aguas del orden de 56 l/s.

De lo anterior se concluye que la fuente presenta capacidad suficiente para los requerimientos en el horizonte del proyecto (año 2035). Los análisis de calidad del agua cruda (obtenidos de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 39 de 148

la información secundaria) indican que las fuentes son aptas para uso destinado al consumo doméstico, previo tratamiento convencional.

5.5 SUELOS

Según el Acuerdo 022 de 2000 establece que dentro del municipio de Cogua el suelo se clasifica como urbano, expansión urbana, suburbano, rural y de protección:

5.5.1 Suelo Urbano

Constituyen el suelo urbano las áreas del territorio Municipal destinadas a usos urbanos que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de servicios públicos domiciliados, posibilitándose su urbanización y edificación.

El suelo urbano está constituido por la Cabecera Municipal y la zona urbana anexa del Caserío La Plazuela.

5.5.2 Suelo Expansión Urbana

Se refiere a las áreas de terreno que se incorporaran al perímetro urbano cuando se encuentre desarrollo mínimo el 80% del actual perímetro urbano, o cuando se haya agotado el área destinada a un uso para el cual no se puedan recalificar áreas para tal fin y su área no podía exceder el 30% del área del actual perímetro urbano.

La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas verdes, parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

Dentro de la categoría de suelos de expansión podrán incluirse áreas de desarrollo concertado, a través de procesos que definan la convivencia y las condiciones para su desarrollo mediante su adecuación y habilitación urbanística a cargo de sus propietarios, pero cuyo desarrollo estará condicionado a la adecuación previa de las áreas programadas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 40 de 148

La única área de expansión urbana corresponde al predio requerido para el polideportivo Municipal y su ubicación dependerá de los resultados de la negociación que adelante la Administración Municipal con los propietarios de los potenciales predios.

5.5.3 Suelo Rural

Corresponde a aquellas áreas destinadas a usos agrícolas ganaderos, forestales y en general de explotación y conservación de los recursos naturales existentes; no aptas para el uso urbano.

Comprende todos los terrenos dentro de los límites administrativos municipales, excluidos los comprendidos entre los perímetros urbanos ya definidos o por aquellos que se agrupen en el futuro.

5.5.4 Suelos Sub - Urbanos

Son las áreas del suelo rural diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden tener algún desarrollo urbanístico con restricción en el uso de la intensidad y la densidad procurando autoabastecerse especialmente de los servicios públicos domiciliarios y en las cuales se tiene una mezcla entre los usos urbano y lo rural, predominando este último.

5.5.5 Suelo de Protección

Está constituido por las zonas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

5.6 USO DE SUELOS

De acuerdo con el PBOT del año 2000, los usos del suelo urbano se clasifican en: comercial, residencial, institucional, urbano por desarrollar, recreación, zonas verdes y zonas de conservación ambiental.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 41 de 148

Por otra parte, los usos del suelo rural establecidos por el PBOT del mismo año incluyen: áreas de preservación, áreas de protección y producción, áreas de recarga de acuíferos, corredores viales de servicios rurales, reservas forestales protectoras, zonas agropecuarias extensivas, semi intensivas y tradicionales, zonas de conservación de suelos y restauración ecológica, zonas de explotación minera, zonas de recreación ecoturística, así como zonas urbanas y centros poblados.

Asimismo, teniendo en cuenta el diagnóstico ambiental participativo de 1996 del municipio de Cogua, se pueden evidenciar los usos del suelo tal como se muestran a continuación:

Tabla 2. Porcentaje Usos Del Suelo Municipio De Cogua

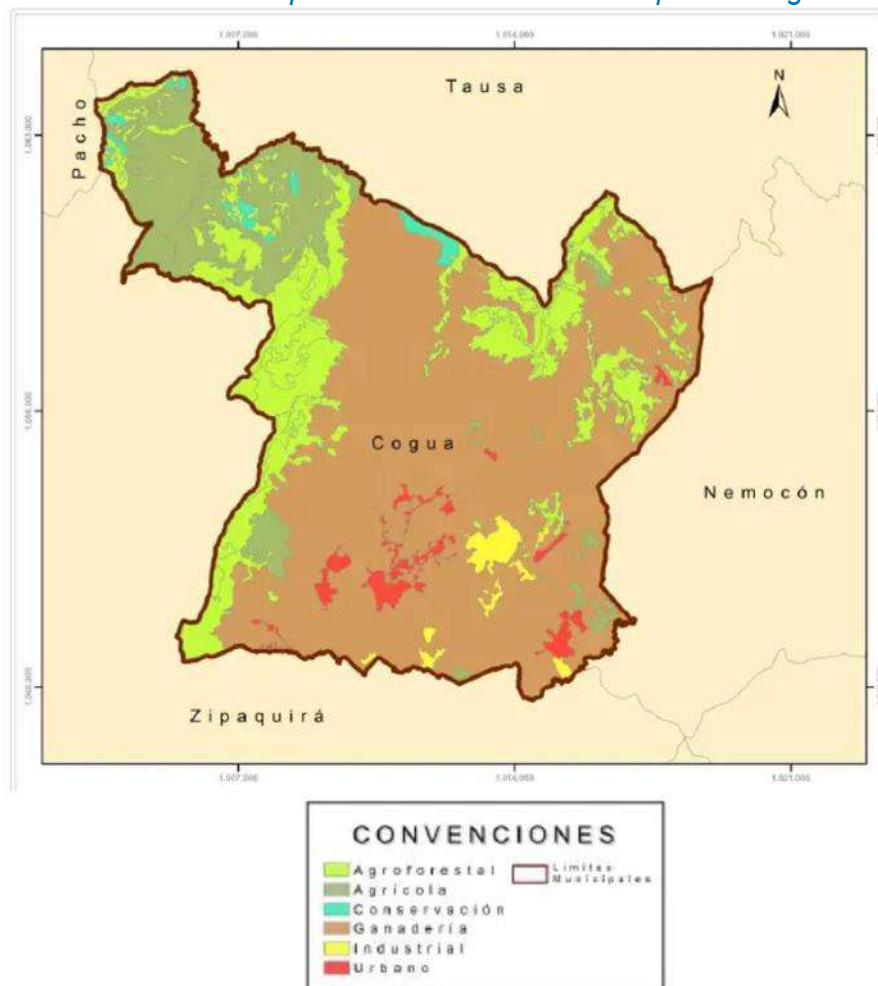
Vereda	Agrícola	Pecuaria	Bosque Natural	Bosque comercial	Minería	Otro
Cardonal	30%	50%	15%	5%	NC	NC
Paramo alto	40%	40%	14%	1%	5%	NC
Ojo de agua	10%	88%	2%	NC	NC	NC
Patasica	1%	65%	30%	3%	1%	NC
El Olivo	10%	72%	2%	1%	15%	NC
Quebrada honda	15%	49,50%	30%	5%	0,5%	NC
Casablanca	15%	40%	10%	20	15%	NC
La Chapa	20%	40%	3%	5%	NC	32%
Susagua	15%	65%	10%	5%	5%	NC
Rincón Santo	15%	73%	1%	1%	10%	NC
Mortiño	5%	59%	NC	NC	1%	35%
Altico	5%	90%	3%	NC	2%	NC
Barro Blanco	20%	75%	4,8%	0,2%	NC	NC
Rodamontal	10%	60%	10%	20%	NC	NC
Urbano	5%	5%	NC	NC	NC	90%
Plazuela	100%	100%	2%	3%	NC	NC

Fuente: Diagnóstico ambiental participativo de Cogua, 1996.

En la ilustración que se presenta a continuación, se evidencia que el municipio de Cogua cuenta con el uso de suelos relacionados con la ganadería, la agricultura y la actividad agroforestal en general.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 42 de 148

Ilustración 16. Mapa De Uso Del Suelo Municipio De Cogua.



Fuente: Actualización PBOT Consultoría Proyectar, 2020

5.7 HIDROGEOLOGÍA

Según el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de 2011, la hidrogeología del municipio se describe de la siguiente manera:

En inmediaciones del municipio de Cogua, se encuentran depósitos Cuaternarios (Qal), y afloran rocas de la Formación Bogotá (Teb), constituida por lodolitas abigarradas, yarcillitas limosas con lentes de arenisca, generalmente friable, de grano fino a medio; Formación Arenisca de Cacho (Tpc), constituida por areniscas cuarzosa, de grano medio, gris clara, local

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 43 de 148

mente capas interestratificadas de conglomerados, localmente hay dos miembros de areniscas separadas por una capa de arcillolita limosa; Formación Guaduas (TKgu), compuesta por arcillolita limosa y limolitas arcillosas, abigarrada, con capas de carbón en la parte inferior; Formación Guadalupe superior (Ksgs), compuesta por en la parte superior por arenisca cuarzosa, dura a friable, de grano medio a grueso, gris clara, localmente maciza; en la parte media, limonita cuarzosa, silícea, en capas delgadas; en la parte inferior, arenisca cuarzosa, generalmente maciza, de grano medio, gris claro, localmente arcillita limosa y Formación Guadalupe Inferior (Ksgi), constituida por arcillita y limolita arcillosa, arenisca cuarzosa, localmente maciza en la parte superior; en la parte media se encuentra limolita silícea, caolinítica, en capas delgadas, localmente arcillita limosa; en la parte inferior, arenisca cuarzosa, localmente arcillita limosa.

Hidrogeológicamente, las Formaciones Arenisca de Cacho y la Formación Guadalupe se consideran acuíferos; la Formación Bogotá y Guaduas, se consideran acuitardos. Se considera que, en el caso de llegar a requerirse, se dispone de unas reservas de Aguas Subterráneas del orden de 90 millones de m³ y se estima que se puede extraer un caudal del orden de 15 l/s, mediante un pozo de 2000 m de profundidad, ubicado a 300 m del casco urbano y con una vida útil de 25 años.

5.8 GEOLOGÍA

Teniendo en cuenta el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Cogua 2011, la geología del municipio se caracteriza por un relieve mixto que incluye una zona plana a semiplana y otra zona alta con topografía escarpada. A continuación, se presentan las formaciones geológicas identificadas en el municipio.

Formación Chipaque (Ksch)

Está constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta; en la parte superior se presentan intercalaciones de areniscas cuarzosas, grises claros a oscuras, de grano fino y capas de carbón.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 44 de 148

Su límite inferior es concordante con la Formación Une y se encuentra en contacto concordante y transicional con la Formación Arenisca Dura a la cual infrayace.

Grupo Guadalupe (Ksg)

Renzoni (1963), dividió el Grupo Guadalupe de base a techo en Formación Arenisca Dura, Formación Plaeners y Formación Labor y Tierna.

Formación Plaeners (Ksgpl)

Esta unidad reposa concordantemente sobre la Formación Arenisca Dura y suprayacente la Formación Labor y Tierna.

Formación Labor y Tierna (Ksglt)

Su límite inferior es concordante con la Formación Plaeners y se encuentra en contacto discordante con la Formación Guaduas, el que corresponde al límite Cretácico Paleógeno. La Formación Arenisca de Labor es una delgada unidad arenosa que aparece únicamente al este de la Sabana de Bogotá, mientras que la Formación Arenisca Tierna es más constante regionalmente.

Formación Bogotá (Pgb)

La Formación Bogotá está compuesta casi exclusivamente por arcillolitas abigarradas (gris, violácea, morada, roja) bien estratificada con algunos bancos de arenisca micácea gris de grano fino, aun cuando hacia la parte superior de la unidad presenta esporádicos mantos de carbón. Su espesor puede variar entre 800 y 2000 m.

Formación Tilatá (NgQt)

La Formación Tilatá está constituida por areniscas conglomeráticas, blancas, mal seleccionadas, semi consolidadas, en capas gruesas con intercalaciones de conglomerados, con cantos de areniscas, mal seleccionados y arcillolitas blancas, con algunos gránulos y arena gruesa dentro de éstas.

Depósitos de Terraza Alta (Qta)

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 45 de 148

Se caracteriza por presentar arenas de grano grueso a fino, arcillas y limos. Constituyen el principal relleno de la Sabana de Bogotá. Aflora en un área de 8.474,32 ha, distribuidas a lo largo de la subcuenca en las veredas Susana, Checua, Casa Blanca, Oratorio, La Puerta, Aguas Claras, El Mortiño, El Tunal, La Granja, Barandillas, Susaguá, San Antonio y Las Esmeraldas.

Depósitos Aluviales (Qal)

Litológicamente se compone de materiales transportados por corrientes y corresponden a arcillas, limos arcillosos, arenas y gravas.

Depósitos Coluviales (Qc)

Son depósitos de origen hidrogravitacional que se encuentran en las laderas y partes bajas, constituidos por fragmentos angulares a subredondeados de areniscas embebidos en una matriz areno lodosa.

5.9 ASPECTOS BIÓTICOS

5.9.1 Fauna

En cuanto al informe diagnóstico del PBOT del municipio de Cogua las especies de animales que albergan en el área de reserva son aproximadamente cerca de 98 especies de aves, 21 especies de mamíferos, 7 especies de reptiles y 8 especies de anfibios.

A continuación, se puede evidencia una parte de la fauna que se encuentra en el municipio de Cogua:

Tabla 3. Fauna Municipio De Cogua

Nombre	Nombre científico	Imagen
Rana Sabanera	Dendropsophus molitor	

	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025</p>	
<p>VERSIÓN 2</p>	<p>ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA</p>	<p>Página 46 de 148</p>

Nombre	Nombre científico	Imagen
Morrocoy Sabanero	Chelonoidis carbonarius	
Colibrí Chico	Colibri cyanotus	
Garza Ganadera Occidental	Ardea ibis	
Polilla ojos de búho	Leucanella nyctimene	
Cochinilla Europea	Porcellio scaber	

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 47 de 148

Nombre	Nombre científico	Imagen
Corades chelonis	Corades chelonis	
Sympetrum gilvum	Sympetrum gilvum	

Fuente: NaturalistaCO, 2025.

5.9.2 Flora

El municipio de Cogua realiza un aporte ambiental significativo no solo al país, sino también al departamento de Cundinamarca. Además de su contribución hídrica a la región, cuenta con áreas de bosque considerables que aún no han sido afectadas por el cambio climático. El territorio se ubica en la cuenca alta del río Bogotá e incluye parte del Embalse del Neusa, compartido con el municipio de Tausa, de cuyo espejo de agua a Cogua le corresponde el 10% (98,45 ha). Así mismo, alberga ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino, estratégicos por los aportes hídricos que brindan al municipio y a la región.

Este programa busca no solo generar conciencia ambiental en la comunidad, sino también promover políticas públicas orientadas a la protección y conservación ecosistémica para garantizar los recursos hídricos y sus elementos asociados, fomentar la sostenibilidad ambiental como parte integral de la cultura coguana y emprender acciones de restauración y conservación de los recursos naturales.

La información presentada a continuación sobre la flora se tomó del Plan de Desarrollo En Buenas Manos para el periodo de gobierno 2020–2023 del municipio de Cogua.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 48 de 148

5.10 ECONOMÍA

5.10.1 Turismo

Teniendo en cuenta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT Acuerdo No. 022 del 2000 indica que al municipio llegan semanalmente visitantes con destino a la Represa al Río Neusa. El parque principal y las características arquitectónicas y ambientales de pueblo típico de la Sabana, lo convierten en lugar de especial interés para los turistas. Existen varios proyectos turísticos, religiosos, educativos, deportivos y culturales quienes están coordinando la traída de visitantes al municipio. El turismo reactiva el comercio, la producción agropecuaria y artesanal (mercado campesino) y la generación de ingresos y empleo.

5.10.2 Minería

El municipio de Cogua cuenta con actividades mineras en extracción de materiales de arcilla, materiales de cantera, arenas, gravillas y explotación de carbón. Información que fue recolecta del Plan Básico de Ordenamiento territorial del 2000.

5.10.2.1 Explotación de Arcillas

El municipio de Cogua se reconoce como zonas para actividades minera de materiales de construcción aquellas en las cuales esta actividad ha sido tradicional y reconocida por el Ministerio de Minas y Energía por encontrarse sobre grandes yacimientos en los cuales el municipio la ha tenido por más de 40 años. Estas zonas aparecen en el mapa de Usos del suelo como Zona minera en dos sectores ubicados en las veredas Rincón Santo, el Olivo y en la vereda Casablanca.

En cuanto a la explotación de arcillas, esta se desarrolla en las áreas ubicadas en las veredas El Olivo, Rincón Santo y Casa Blanca, con una extensión conjunta de 86 ha.

Las arcillas utilizadas corresponden a la formación geológica Bogotá que presenta grandes cualidades para la fabricación de cerámica fina. En el momento está siendo utilizada en la elaboración de ladrillo.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 49 de 148

En la vereda de Casablanca se demarcó una nueva zona de explotación minera de 900 ha, equivalentes al 65% de la vereda, en este lugar se ubican dos concentraciones escolares, En la parte alta de la nueva zona se encuentran suelos de alta capacidad agrológica (clase III) según estudios del instituto Geográfico Agustín Codazzi.

La Resolución 0222 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente demarco unas nuevas áreas para la explotación de materiales construcción que le significaron al municipio un aumento global del 224,35%.

5.10.2.2 Explotación de Canteras y Gravilleras

Según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial-PBOT del 2000 indica que en el municipio se localizan sobre la formación geológica Guadalupe en las veredas El Olivo y Páramo Alto, una explotación de Arenas sobre la formación de areniscas del cacho en la Vereda Rincón Santo y una explotación de gravilla en la vereda El Mortiño sobre aluviones de la Sabana de Bogotá.

En la cantera de la vereda El Olivo se encuentran los mejores recebos del municipio y es la fuente de abastecimiento para el mantenimiento de los caminos rurales. Los espacios libres dejados por esta cantera se contemplan dentro del este ordenamiento territorial como escombrera, con dos propósitos esenciales la recomposición geomorfológica del área de explotación y la disposición de los escombros municipales.

En la vereda Páramo Alto se localiza una cantera sobre un pequeño sector aislado de afloramientos rocosos de la formación Guadalupe, es la única fuente cercana de abastecimiento de materiales para el cuidado y mantenimiento de las vías de esta vereda, actualmente es explotada por el municipio.

Sobre la parte alta del páramo se localizan dos pequeños sectores de canteras que fueron autorizados para su explotación. En la actualidad se encuentran inactivas.

En la vereda el Mortiño aparece la única explotación de gravillas autorizada, dentro de su aprovechamiento se obtienen materiales diversos desde arena lavadas hasta gravillas de diferentes diámetros. Es la fuente más próxima de estos materiales que existe en el municipio.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 50 de 148

En la vereda de Rincón Santo situada sobre la formación geológica el cacho se encuentra una arenera explotada artesanalmente con materiales de buena calidad, su situación particular la hace aprovechable como escombrera municipal.

Adicionalmente existe un yacimiento aún no cuantificado de caolín situado en la parte baja de la vereda Patasica.

Las canteras de recebos generan fuertes impactos visuales particularmente la encontrada en la vereda El Olivo, en cercanías de la autopista Zipaquirá – Ubaté. La explotación de arenas se encuentra afectada por lo establecido por la resolución 0222 del Ministerio del Medio Ambiente.

Las pequeñas explotaciones de recebos sobre la parte alta del Páramo y en ecosistemas de este tipo han alterado fuertemente el paisaje y sus recursos. En esta zona la legislación prohíbe estas actividades.

La explotación de gravillas encontrada en El Mortiño recibió grandes volúmenes de residuos sólidos de los municipios Zipaquirá, Nemocón y Cagua. Por sus excavaciones de 3 y 4 metros de profundidad, atravesando capas permeables se vio como fuente de contaminación de aguas subterráneas en la medida que en ningún momento se manejaron los lixiviados y los reciclajes fueron muy deficientes.

En los alrededores de este botadero de basuras proliferaron las moscas que afectaron a los habitantes y dueños de negocios de restaurantes de la cercana autopista Zipaquirá – Ubaté. Los grandes volúmenes depositados allí durante varios años se siguen descomponiendo.

5.10.2.3 Explotaciones Carboníferas

De las siete zonas carboníferas del país, la de Cundinamarca y Boyacá se constituye en una de las principales, con una extensión de 3400 Km² en donde aflora la formación geológica Guaduas que contiene hasta 11 mantos de carbón. Se han calculado reservas medias de 432,5 millones de carbones bituminosos medios a altos en volátiles, algunos de ellos coquizables utilizados en la industria nacional y para exportación.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 51 de 148

Esta zona cundiboyacense se divide en 9 áreas a saber: Subachoque, Río Frío, Checua – Lenguaque,

Cogua, Tominé – Guatavita, Santa Rosita, sueca – Albarracin, Tunja – Duitama y Sogamoso – Jericó.

La pequeña minería es la predominante en toda la zona, con una producción durante 1,994 de 3,2 millones de toneladas con destino a la industria nacional y a la generación de electricidad y en menor grado a la exportación. En total existen alrededor de 1.250 minas

5.11 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS

5.11.1 Acueducto

5.11.1.1 Zona Urbana y Centros Poblados

El servicio de acueducto se presta directamente por parte del municipio para la Zona Urbana, e incluye los sectores de San José, Vereda Susagua, Vereda Rodamontal sector San Antonio, Vereda Ojo de Agua incluye proyecto de vivienda comunitario, Vereda el Altico Sector Robayo, Vereda La Plazuela Zona Poblada, Vereda Barro Blanco sector Reten, y se cuenta con micro medición, se cuenta con 2.647 usuarios y se abastece de la Planta Regional de Agua Potable, localizada en la Vereda Barro Blanco sector alto de la cruz, que es operada por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá E.A.A.Z. E.S.P. Para la operación y el suministro de agua potable de la Planta Regional, ubicada en el municipio de Cogua existe acuerdo de voluntades pactado entre los municipios de Zipaquirá, Cogua y Nemocón, donde Cogua cuenta con una participación equivalente al 17%. Este sistema de abastecimiento del Municipio tiene su captación de agua en el río Neusa y es llevada por un canal hasta la planta de tratamiento. El Municipio cuenta con un sistema de bombeo ubicado en el tanque de almacenamiento que permite en época de verano abastecer las veredas El Altico y Rincón Santo.

5.11.1.2 Zona Rural

Para la zona rural del municipio, los acueductos son administrados y operados por asociaciones y/o juntas de acción comunal de las veredas o sectores. En el municipio se

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 52 de 148

encuentran establecidos 17 acueductos como prestadores directos del servicio, los cuales se relacionan a continuación incluido el número de usuarios del año 2020.

Tabla 4. Acueductos Rurales

No	Nombre del prestador del servicio	Usuarios	Calidad Agua
1	Acueducto Regional Sucuneta	135	Potable
2	Asociación de usuarios del acueducto el olivo	183	Cruda
3	Asocarpat	230	Cruda
4	Asociación de usuarios de la vereda Quebrada Honda	215	Cruda
5	Asociación de usuarios de la plazuela	262	Cruda
6	Asociación de usuarios del acueducto Moros	117	Potable
7	Acueducto Casablanca (No. 5)	163	
8	Junta administradora servicio de agua potable vereda Casablanca	60	Cruda
9	Junta de acción comunal de la vereda Rodamontal	392	Potable
10	Junta de acción comunal de la vereda Patasica	67	Cruda
11	Junta de acción comunal de la vereda el Altico	390	Cruda
12	Junta de acción comunal de la vereda Rincón santo	368	Cruda
13	Junta de acción comunal de la vereda Cardonal	239	Cruda
14	Junta de acción comunal de la vereda la Chapa	110	Potable
15	Junta de acción comunal el Mortiño	406	Potable
16	Junta de acción comunal de la vereda paramo alto	35	Cruda
17	Junta de acción comunal de la vereda Casablanca	81	Cruda
Total		3.453	

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

Teniendo en cuenta el Plan de desarrollo de 2020 a 2023 indica que según la tabla anterior el 33,6% de los acueductos rurales equivalente a 1.160 usuarios que abastecen la población rural con agua tratada. El 66,4% equivalente a 2.293 usuarios se abastecen de agua cruda.

Aunque se cuenta con cobertura en el suministro de agua para la zona rural en el 100% de los habitantes, es importante potabilizarla donde aún se tienen sistemas con agua cruda, ya que se tienen índices de población altos con problemas gastrointestinales producto de la ingesta de agua no tratada. Algunas redes de los acueductos rurales se encuentran en tuberías acero al carbón que por norma ya no se permiten, en razón a los componentes cancerígenos del asbesto y cemento. En las Veredas de Altico y Rincón Santo se requiere optimizar el suministro en razón a que actualmente se abastecen del nacimiento denominado Quebrada

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 53 de 148

Honda y el afluente La Venadera, que actualmente comparten con las Veredas de Quebrada Honda, sectores Cascajal y Barroblanco parte alta y el cual en épocas de verano disminuye notablemente el caudal.

5.11.2 Alcantarillado

La cobertura del servicio del Alcantarillado en el Municipio es del 100% en la zona urbana y del 33,96% en la zona rural según el plan de desarrollo del 2020-2023.

Tabla 5. Cobertura de servicios de alcantarillado

Diagnóstico						
Cobertura de servicio de alcantarillado municipio de Cagua						
Servicio de alcantarillado	Rural		Urbano		Total	
	Si	No	Si	No	Si	No
Familias	1.173	2.280	2.647	0	3.820	2.280
%	33,96%	66,04%	100%	0%	62,62%	37,37%

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

5.11.2.1 Zona Urbana

El servicio de alcantarillado se presta directamente a la zona urbana, para lo cual el municipio cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Residuales – PTAR, localizada en la Vereda Susagua (frente al cementerio). Esta planta de tratamiento está conformada por una serie de 4 lagunas construidas en un área de 6 Ha, ofreciendo una cobertura del 100% del área urbana del Municipio según información de la oficina de servicios públicos del Municipio. Durante el cuatrienio anterior la PTAR se dotó de equipos electromecánicos con el fin de optimizar el funcionamiento. Se instalaron entre otros equipos, de medición y control de caudal de entrada, laboratorio básico para toma de muestras, instalación de generadores eléctricos y reactivos. Para la correcta operación y con el fin de tener una descarga de agua a la quebrada el Carpintero en condiciones establecidas en la norma se requiere contar con suministro de energía las 24 horas del día. En el anterior cuatrienio se adelantó la primera fase del plan maestro, en los Barrios Ospina y Villa Nohora, aún sin concluir las obras. En los estudios y diseños previos objeto de una consultoría se determinó que la red existente de alcantarillado, en un alto porcentaje combinado, tiene un total de 5'636.091 metros de tubería, de las cuales un 57,26% es en concreto, 20,95% en PVC y 21,79% en gres. En este estudio también se

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 54 de 148

diseño en tubería de 8” la red sanitaria y en tubería de diámetros de 32”, 20” y 16” la red de aguas lluvias.

5.11.2.2 Zona Rural

El Municipio cuenta con doce (12) Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) localizados en zona rural, de los cuales Nueve (9) se encuentran incorporados en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos aprobado mediante Resolución CAR No. 2312 de 2010 y tres (3) en estudio. En este plan, se incluyeron programas y proyectos con acciones destinadas a disminuir impactos causados por la disposición de los vertimientos líquidos en las 33 quebradas Padre Otero, El Amoladero, San Antonio y Agua Sucia y los ríos Susaguá y Neusa. El objetivo es lograr la adecuada recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales.

Tabla 6. Alcantarillado Rural

ID	UBICACION	SISTEMA	TIPO DE TRATAMIENTO	ESTADO
1	Vereda La Plazuela	STAR	Lodos Activados	Operado - Optimizado
2	Vereda Mortiño (Norte)	STAR	Lodos Activados	Operado - Optimizado
3	Vereda El Olivo (Sector Escuela)	STAR	Lodos Activados	Operado - Optimizado
4	Vereda Rincón Santo (Sector Pedernales)	STAR	Lodos Activados	Operado - Optimizado
5	Vereda Rodamontal	R	Reactor	Operado – Sin optimizar
6	Vereda La Chapa	R.L.F	Reactor y Laguna Facultativa	Operado – Sin optimizar
7	Vereda Mortiño (Sur)	R.L.F	Reactor y Laguna Facultativa	Operado – Sin optimizar
8	Vereda El Olivo (Sector Autopista)	L.F	Laguna Facultativa	Operado – Sin optimizar
9	Vereda Susaguá – Otro sector	P.S	Pozo Séptico con filtro anaeróbico	Operado – Sin optimizar
10	Vereda Casablanca	P.S	Pozo Séptico con filtro anaeróbico	Operado – Sin optimizar
11	Vereda Rincón Santo (Sector Sánchez)	P.S	Pozo Séptico con filtro anaeróbico	Operado – Sin optimizar
12	Vereda El Olivo (Ladrillera Santa Ana)	P.S	Pozo Séptico con filtro anaeróbico	Operado – Sin optimizar

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 55 de 148

La cobertura del servicio de alcantarillado es de aproximadamente 33,96% para toda el área rural del municipio. Para los predios que no cuentan con el servicio de alcantarillado en el área rural, el tratamiento de aguas residuales se efectúa al interior de cada predio por medio de un pozo séptico privado. Las veredas con menor cobertura de alcantarillado según la empresa de servicios públicos de Cogua son: Páramo Alto, Neusa, Patasica y Ojo de Agua. En Zona Rural solo se factura el servicio de alcantarillado en un sector de la Vereda Rodamontal – Sector Escuela, en los demás sectores rurales debido a que el municipio no es el prestador del servicio de acueducto, no se ha implementado el modelo de prestación que permita la facturación del servicio.

5.11.3 PTAR

En la siguiente tabla se pueden identificar los sistemas de tratamiento de agua residual que se encuentran en el municipio de Cogua:

Tabla 7. Plantas De Tratamientos Del Municipio De Cogua

PTAR	
Urbano	PTAR existente es de tipo lagunas facultativas y un aliviadero del sistema combinado para descargar de aguas lluvias en la quebrada San Antonio.
Rodamontal	Existe un STAR con Tratamiento biológico: Lodos activados, bajo la modalidad de aireación extendida, este sistema vierte sus aguas al Rio Susagua.
La Chapa	Cuenta con un STAR Planta de tratamiento de agua residual convencional con su sistema de clarificación y tanque reactor, el cual descarga a la Quebrada el Amoladero.
La Plazuela	Cuenta con un STAR con Reactor anaerobio y una laguna facultativa. Vierten al Vallado ojo de agua y Rio Neusa.
Mortiño Sur	Tiene un STAR con sistema de tratamiento Reactor Anaerobio y Laguna Facultativa. Sus aguas vierten a la Quebrada San Antonio.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 56 de 148

PTAR	
Rincon Santo (sector pedernales)	Cuenta con sistema de tratamiento con Tanque Anaerobio. Sus aguas vierten al Canal de drenaje urbano.
Olivo Autopista	Tiene un sistema de tratamiento con Filtro Anaeróbico y laguna facultativa. Las descargas se hacen al Campo de infiltración.
Mortiño norte	Se tiene un sistema de tratamiento tipo Reactor anaerobio y laguna facultativa. Las aguas vierten al Canal Río Neusa.
Susagua	Tiene un sistema de tratamientos de Pozo séptico con filtro anaeróbico. Sus aguas vierten a la Quebrada San Antonio.
Olivo escuela	El sistema de tratamiento tiene Pozo séptico con filtro anaeróbico. Sus descargas se hacen a la Quebrada Agua sucia.
Casa Blanca	Un tanque séptico en concreto.
Olivo Santa Ana-Ladrilleras	Existe en sitio un tanque séptico.
Rincón Santo- (pozo séptico-sector antenas Castiblando)	Existe en sitio un tanque séptico.

Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, 2020.

5.11.4 Aseo Urbano

Según lo establecido en el Plan de Desarrollo 2020–2023, la recolección de residuos sólidos en el municipio se realiza de lunes a viernes. Este servicio es prestado directamente por la Oficina de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal, la cual se encarga de coordinar y garantizar la adecuada gestión de los desechos generados por la comunidad.

La recolección de los residuos sólidos en el municipio de Cogua se presta de lunes a viernes por parte de la oficina de servicios públicos de la Alcaldía Municipal, incluyendo días festivos, con excepción de los días; Jueves Santo, Viernes Santo, 25 de diciembre y 1 de enero. Para ello la dependencia de Servicios Públicos cuenta con personal encargado de la recolección, volquetas y carros compactadores, con cinco (5) rutas semanales, que cubren las siguientes zonas y sectores:

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 57 de 148

Tabla 8. Ruta de recolección de residuos sólidos

DIA	RUTA	SECTOR
LUNES	RUTA 1	Vereda el Olivo (sectores) Restaurantes, Estaciones de Servicio, Talleres, Autopista vía la plazuela Sector la Quinta y Olivo por carretera antigua
MARTES	RUTA 2	Zona Urbana
MIÉRCOLES	RUTA 3	Vereda Rodamontal sector San Antonio, Vereda Susagua, Vereda Rincón Santo, Vereda el Altico, Vereda Barro Blanco, Cascajal, Vereda Quebrada Honda Neusa - Cardonal entrada Patasica
JUEVES	RUTA 4	Vereda Rodamontal parte alta, Vereda la Chapa y Vereda el Mortiño
VIERNES	RUTA 5	Zona Urbana

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

La disposición de residuos sólidos se realiza a diario, transportando los residuos hacia el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, ubicado a 50 Km del Municipio. Con relación a la situación actual del municipio respecto a la recolección de residuos sólidos, hay que resaltar que existe una cobertura del 100% en la zona urbana con una frecuencia de 2 veces por semana y esta incluye recolección, transporte y transferencia. En las zonas rurales, aunque se cuentan con tres rutas semanales, no se tiene aún cobertura en algunos sectores de las veredas de Plazuela, El Durazno y Patasica, siendo puntos críticos sin cobertura y con gran crecimiento poblacional. Respecto al barrido y limpieza de vías y áreas públicas, la cobertura es del 85% en el área urbana, lo que ocasiona la presencia de residuos sólidos dispersos en el espacio público, aunque la frecuencia de este servicio sea de 5 veces por semana. Por otro lado, en el municipio no hay bodegas, centros de acopio, ni estaciones de clasificación y aprovechamiento en ninguna escala, situación que, de ser diferente, daría lugar a la reutilización de materiales servibles. Esto va de la mano con la organización de la población recicladora existente en el municipio como complemento en la prestación del servicio de aseo y separación de residuos. De igual manera, en el municipio no hay registros de procesos de capacitación y educación ambiental, de manera que el tema de reciclaje de residuos sólidos requiere una formación en el 100% de la población para lograr una Gestión Integral de Residuos Sólidos.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 58 de 148

5.11.5 Energía

El servicio de alumbrado público es asumido por el Municipio en un 100% y para ello se tiene firmado un convenio con la Empresa Enel Colombia. El convenio para la prestación del servicio de alumbrado e iluminación contempla 2439 luminarias instaladas y en funcionamiento, distribuidas en el área urbana y rural del Municipio en el año 2020.

5.11.6 Gas

Según el Plan de Desarrollo de Cogua 2020-2023 indica que la empresa prestadora de este servicio es “Gas Natural Cundiboyacense”. Según reporte de la empresa prestadora se cuenta con 3.508 usuarios distribuidos en 3.376 con uso residencial, 130 con uso comercial y 2 con uso industrial. La zona urbana tiene una cobertura en servicio de gas natural del 100%. Esta empresa viene adelantando en los últimos años ampliaciones en la red de servicio en la zona rural. El año inmediatamente anterior se extendió la red desde el casco urbano hasta el centro poblado de la plazuela, beneficiando veredas intermedias como Cascajal, Barroblanco, Alto de la Cruz, y Sector el Durazno. La empresa tiene proyectado continuar con la ampliación de servicio y redes para las veredas de Rodamontal y la Chapa en corto plazo. Las Veredas de Quebrada honda, Casablanca, Cardonal, Neusa y Páramo Alto recibirían el servicio a mediano plazo. La cobertura residencial potencial establecida con los trabajos a corto y mediano plazo es del 99,85%.

5.12 RED VIAL Y MEDIOS DE TRANSPORTE

El sistema vial del Municipio está dividido en dos tipos o categorías: red vial urbana y red vial rural según el acuerdo municipal 022 del año 2000, aún vigente. La construcción, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura vial permite que los habitantes del municipio mejoren las condiciones de movilidad, competitividad, productividad y en general bienestar en el desarrollo social y económico.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 59 de 148

5.12.1 Sistema Vial Urbano

La red vial urbana del Municipio de Cogua tiene una longitud aproximada de 16 km, distribuidos en cinco tipos de perfiles viales.

Tabla 9. Clasificación de vías urbanas del municipio de Cogua

Tipo	Orden	Km	%
VU-1	Primer Orden	0,40	2,5
VU-2	Segundo Orden	4,20	26,3
VU-3	Tercer Orden	6,97	43,6
VU-4	Cuarto Orden	3,53	22,0
VU-5	Peatonales	0,90	5,6
TOTAL		16	100

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023.

El 99% de las vías se encuentran a nivel de terminación en asfalto, concreto y adoquín y únicamente el 1% a nivel de afirmado. Algunas de estas vías han hecho parte de procesos urbanísticos inconclusos o por concluir en el Municipio, correspondiente a las urbanizaciones: Los Sauces, El Rincón de Cogua y Los Portales.

5.12.2 Sistema Vial Rural

La malla vial rural está constituida por 232,45 km, de los cuales 2,88% son vías del orden nacional; el 23,14% corresponde a vías de segundo orden o departamentales; el 31,58% corresponde a vías veredales o de tercer orden y el 42,40% corresponde a caminos Inter veredales. Estas dos últimas categorías conforman la red vial terciaria y el mantenimiento está a cargo del Municipio.

La red vial terciaria tiene una longitud aproximada de 171,95 km de los cuales el 8,18% equivalente a 14,07 km, que se encuentran a nivel de asfalto y el 91,82% equivalente a 158 km a nivel de afirmado. El Municipio adelanta en todas las vigencias el mantenimiento rutinario de la malla vial que se encuentra a nivel de afirmado con la maquinaria propia, el personal operativo adscrito a la Gerencia de Infraestructura y la compra de material tipo recebo común. La red vial terciaria que se encontraba el 8.11 km al comienzo del anterior cuatrienio fue mejorada mediante la construcción de tramos de placa huellas en algunos sectores de las veredas, en una longitud aproximada de 3,00 km.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 60 de 148

Tabla 10. Construcción placa huellas veredales

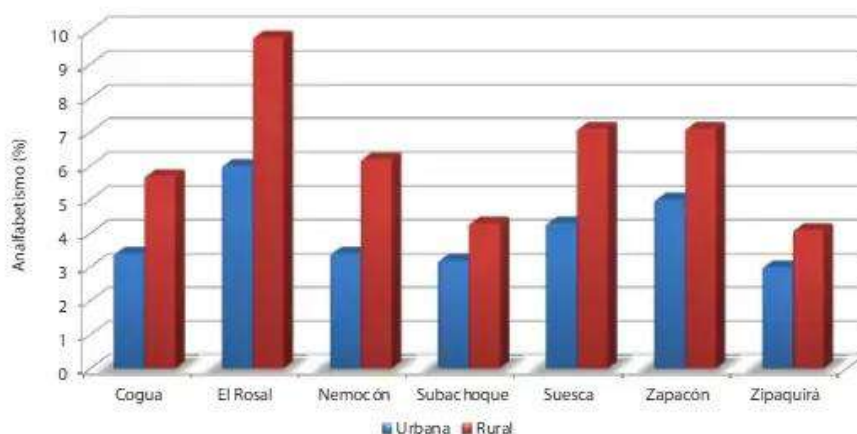
Construcción de placa huellas veredales
Vía Vereda Rodamontal sector los cerros y el guajiro
Vía Cardonal Sector Gómez
Vía Paramo alto. Dos sectores
Vía el Olivo, sector Foyer
Vía Casablanca sector Nechí
Vía Patasica sector Espinosa
Vía Quebrada honda sector Villamil
Vía la Plazuela sector La Lechería
Vías centro poblado La Plazuela
Vías Veredas: Plazuela, Plazuela Alta, Quebrada honda y Ojo de Agua
Vía Casablanca sector Rosendales
La vía Cogua – Vereda Susaguá en una longitud aproximada de 2.36 km que se encuentra a nivel de asfalto y presentaba alto deterioro se rehabilitó con carpeta asfáltica y señalización en su totalidad.

Fuente: Plan de desarrollo 2020-2023, modificado por Consultoría.

5.13 EDUCACIÓN

Cogua tiene cinco (5) instituciones educativas departamentales que son: Las Villas, La Plazuela; Las Margaritas, El Mortiño y el Altico. Uno (1) ubicado en la zona urbana y los cuatro (4) restantes en la zona rural, Cogua tiene una tasa de analfabetismo del 3,4% en la zona urbana y del 5,7% en la zona rural como se puede evidenciar en la siguiente figura.

Figura 1. Porcentaje DE ANALFABETISMO



Fuente: Levantamiento detallado de suelos en las áreas planas de los municipios de Cogua, 2013

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 61 de 148

5.14 Salud

Según el Plan Territorial de Salud 2024–2027, el municipio de Cogua dispone únicamente de servicios de salud de baja complejidad. Esta condición implica que muchos habitantes deben desplazarse a municipios vecinos que cuentan con una mayor oferta y diversidad de especialidades médicas. Por lo anterior, la atención en salud dentro del municipio se concentra principalmente en servicios de valoración integral, protección específica, detección temprana y en la prestación de atención primaria en salud, con especial énfasis en las zonas rurales dispersas.

De acuerdo con el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud, el municipio cuenta con una institución prestadora de servicios de salud, de carácter público, que corresponde a un Centro de Salud dependiente de la Unidad Funcional Samaritana Zipaquirá el cual atiende la población en los servicios de primer nivel, no presta el servicio de urgencias solo consulta externa, se cuenta adicionalmente con un laboratorio clínico particular y doce consultorios médicos habilitados como profesionales independientes y dos instituciones de Objeto Social Diferente a la Prestación de Servicios de Salud, que prestan servicios de consulta externa y apoyo diagnóstico y complementación terapéutica.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 62 de 148

6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SECTOR OJO DE AGUA, COLECTORES PRINCIPALES

El planteamiento de las alternativas para el colector sanitario del sector Ojo de Agua se desarrolla como una evaluación técnica preliminar de corredores, orientada a identificar las soluciones con mejores condiciones para la recolección y conducción de las aguas residuales hacia la STAR/PTAR La Plazuela, antes de avanzar a los estudios de detalle. Esta evaluación se enmarca en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico —RAS—, adoptado mediante la Resolución 0330 de 2017, modificado parcialmente por la Resolución 0799 de 2021 y ajustado mediante la Resolución 0908 de 2021, así como en las demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o sustituyan. Dicho reglamento establece los requisitos técnicos aplicables durante las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura de alcantarillado

En particular, de conformidad con los criterios de comparación y selección de alternativas establecidos en el artículo 14 de la Resolución 0330 de 2017, modificado por el artículo 5 de la Resolución 0799 de 2021, el análisis debe considerar integralmente los aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales, financieros, de gestión del riesgo y de permisos, así como la sostenibilidad de la solución durante su vida útil. En consecuencia, la valoración de los trazados propuestos no se limita a la longitud aproximada del colector, sino que incorpora, entre otros factores, la cobertura potencial de usuarios, la continuidad del corredor, la tendencia general del terreno, la posibilidad de conducción por gravedad, la eventual necesidad de bombeo, el aprovechamiento de vías y espacios públicos, las afectaciones prediales, la accesibilidad para construcción, inspección y mantenimiento, los cruces con cauces y drenajes, las zonas expuestas a amenaza por inundación y la compatibilidad con la capacidad y condiciones de entrega de la STAR/PTAR La Plazuela. La norma también establece que la población beneficiada debe ser involucrada durante el planteamiento del proyecto, con el propósito de obtener información que pueda incidir en la toma de decisiones y en la selección de la alternativa más favorable; por esta razón, se incorporan los resultados de los recorridos y espacios de trabajo realizados con la comunidad, mediante los cuales se

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 63 de 148

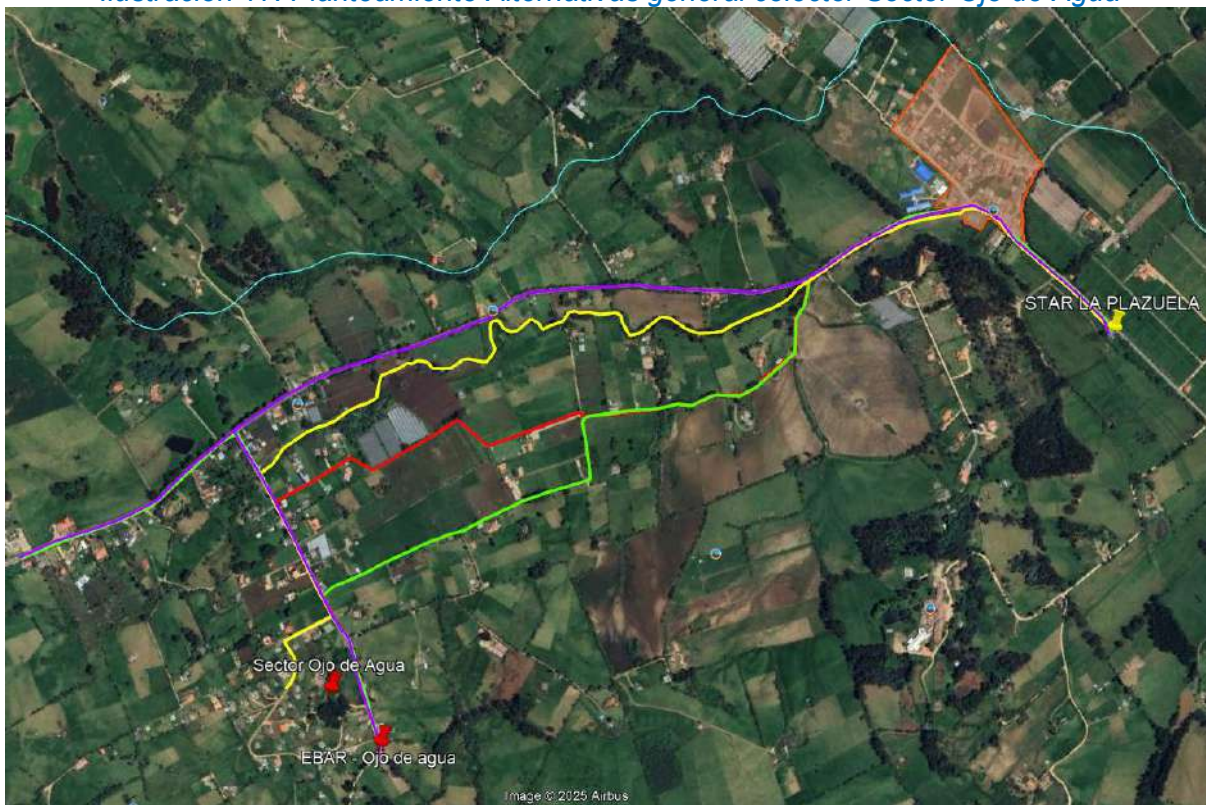
identificaron viviendas, accesos, restricciones locales y posibles corredores adicionales a los considerados inicialmente.

Para esta fase se emplean como insumos imágenes satelitales, archivos cartográficos y perfiles de elevación obtenidos mediante Google Earth Pro, recorridos técnicos de campo, registros fotográficos, observaciones directas del terreno, información poblacional y predial disponible, diagnóstico de las condiciones actuales de saneamiento y recopilación de información suministrada por la comunidad y las entidades vinculadas al proyecto. Estos elementos permiten reconocer tendencias altimétricas, puntos altos y bajos, cambios generales de pendiente, posibles interferencias, corredores de acceso y restricciones territoriales; sin embargo, la información de elevación obtenida mediante plataformas satelitales tiene carácter referencial y no posee la precisión necesaria para establecer rasantes, pendientes de diseño, cotas de conexión, profundidades de excavación o condiciones hidráulicas definitivas.

Por lo anterior, en esta etapa no se desarrollan cálculos hidráulicos definitivos ni se establecen diámetros, velocidades, esfuerzos cortantes, relaciones de llenado, pendientes mínimas, profundidades de instalación o capacidades de bombeo. La comparación presentada corresponde a una preselección técnica y territorial de corredores, a partir de la cual se definirá la alternativa preferente para la ejecución del levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de detalle. Los resultados de dicha topografía permitirán confirmar o ajustar el trazado seleccionado, elaborar los perfiles longitudinales y transversales, verificar las cotas de terreno y de empalme, localizar pozos y estructuras especiales, identificar interferencias y establecer la factibilidad real de funcionamiento por gravedad o la necesidad de sistemas de bombeo. Posteriormente se adelantará el diseño geométrico y el cálculo hidráulico del colector conforme a los parámetros mínimos del RAS. Esta secuencia es coherente con el procedimiento general establecido por la Resolución 0799 de 2021, que diferencia el reconocimiento de campo, los estudios topográficos, la selección de alternativas y el diseño hidráulico como actividades sucesivas del desarrollo técnico del proyecto.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 64 de 148

Ilustración 17. Planteamiento Alternativas general colector Sector Ojo de Agua



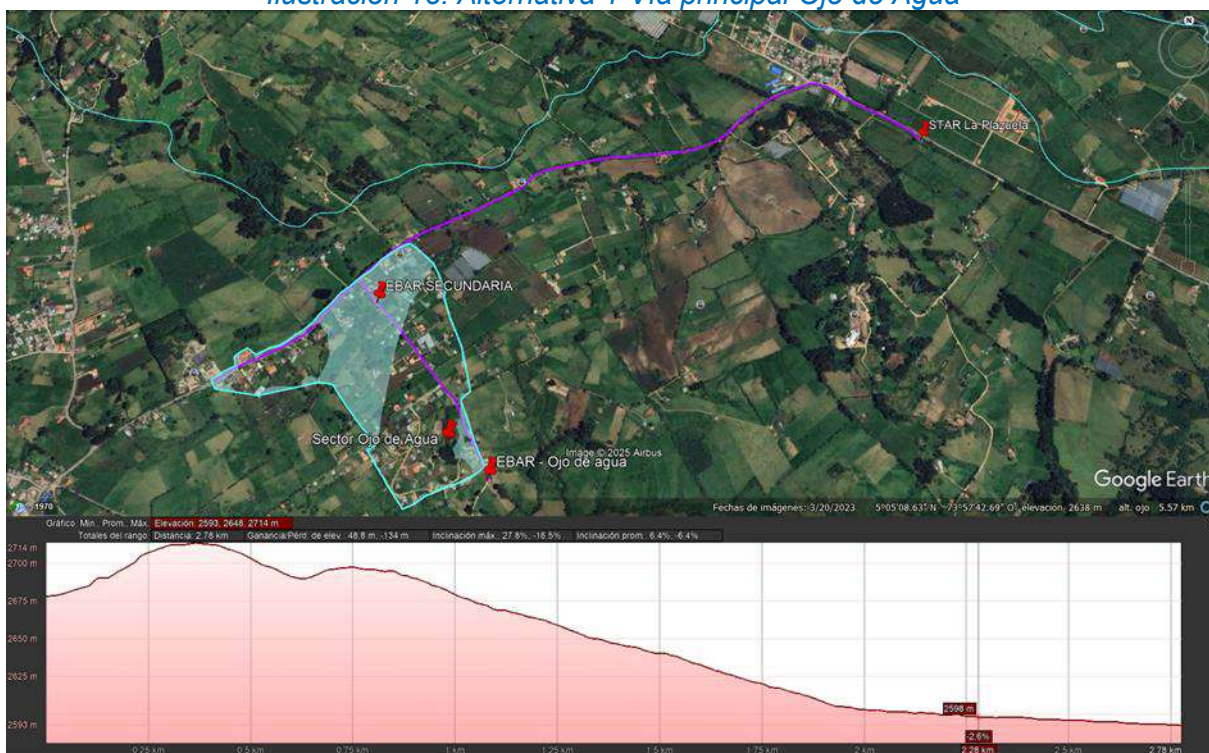
Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

6.1 ALTERNATIVA N.º 1. VIA PRINCIPAL OJO DE AGUA

La alternativa 1 contempla un sistema mixto de recolección y transporte de aguas residuales, conformado por colectores sanitarios que operarían predominantemente por gravedad y dos sistemas localizados de bombeo, requeridos para incorporar al colector principal aquellos sectores que, debido a su configuración topográfica, no pueden drenar directamente hacia este. El sistema tendría una longitud total aproximada de 3,70 km, distribuida en 3,00 km de colectores a gravedad y 0,70 km de líneas de impulsión.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 65 de 148

Ilustración 18. Alternativa 1 Vía principal Ojo de Agua



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El componente principal corresponde a un colector sanitario proyectado desde el sector de la PTAP Regional, siguiendo el corredor vial Cogua–La Plazuela, hasta su conexión con la STAR La Plazuela. Este colector tendría una longitud aproximada de 2,50 km y un funcionamiento previsto por gravedad. Las cotas de terreno identificadas preliminarmente varían desde aproximadamente 2.739 m s. n. m. en el inicio del corredor hasta 2.595 m s. n. m. en la llegada a la STAR, lo que evidencia una tendencia general descendente favorable para el transporte a gravedad.

La diferencia altimétrica aproximada de 144 m a lo largo del corredor equivale a una pendiente media del terreno cercana al 5,76 %. Sin embargo, esta pendiente no deberá trasladarse directamente a la rasante del colector, debido a que el perfil presenta cambios locales de inclinación y sectores con pendientes más pronunciadas. Por esta razón, el diseño definitivo deberá establecer pendientes variables que permitan controlar las velocidades, limitar las profundidades de excavación y conservar condiciones adecuadas de operación. En aquellos

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 66 de 148

tramos donde la pendiente natural resulte elevada, deberá evaluarse la incorporación de pozos de caída, caídas escalonadas u otras estructuras de disipación de energía para evitar velocidades excesivas, erosión de las estructuras y condiciones desfavorables en los pozos de inspección

Para esta fase se adopta preliminarmente una tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, equivalente aproximadamente a DN 200, teniendo en cuenta la población actual y futura estimada para el sector, la magnitud esperada de los aportes sanitarios y las pendientes disponibles. El estudio poblacional registra para Ojo de Agua una población proyectada de 501 habitantes en 2025 y de 915 habitantes para 2052, valores que sirven como referencia para el posterior cálculo de los caudales de diseño. No obstante, la capacidad del diámetro propuesto deberá verificarse en la ingeniería de detalle mediante la delimitación de las áreas tributarias, el cálculo de los caudales domésticos, las conexiones erradas, la infiltración, los factores de mayoración y los escenarios de operación simultánea de las estaciones de bombeo

En el interior del centro poblado Ojo de Agua se proyecta un colector adicional a gravedad, con una longitud aproximada de 0,50 km, que recibiría las aguas residuales generadas desde el sector del salón comunal y las transportaría hasta el punto bajo localizado en inmediaciones de la quebrada Ojo de Agua. Para este tramo se considera preliminarmente una pendiente del orden del 1,50 %, equivalente a una caída aproximada de 7,50 m en 500 m, condición consistente conceptualmente con la diferencia de cotas identificada entre el sector de entrada y el punto bajo donde se ubicaría la EBAR secundaria

Debido a que este punto bajo se encuentra aproximadamente en la cota de terreno 2.692 m s. n. m. y no permite continuar el transporte por gravedad hasta el colector principal, se plantea la construcción de una EBAR secundaria o EBAR 2, ubicada en uno de los costados de la vía de ingreso al centro poblado. Desde esta estación, las aguas residuales serían impulsadas mediante una tubería de PEAD de diámetro preliminar de 3 pulgadas y longitud aproximada de 0,10 km, hasta un pozo de conexión ubicado sobre el colector principal, en una cota de terreno cercana a 2.699 m s. n. m

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 67 de 148

La diferencia entre las cotas de terreno de la EBAR secundaria y su punto de descarga es aproximadamente 7 m. Sin embargo, esta diferencia no corresponde a la altura dinámica total del sistema. Considerando una profundidad preliminar del pozo húmedo entre 3 y 4 m, la altura estática medida desde los niveles bajos de operación podría encontrarse conceptualmente en un orden superior a 10 m, antes de incorporar las pérdidas por fricción, accesorios y condiciones de descarga. Estos valores deberán precisarse una vez se definan la cota de entrada del colector, los niveles de arranque y parada, el volumen útil del pozo húmedo y el perfil definitivo de la impulsión.

Ilustración 19. Posible ubicación EBAR 2



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

La alternativa también incluye la EBAR Ojo de Agua, componente común a todas las alternativas analizadas, cuya función será recibir e impulsar las aguas residuales provenientes de la zona alta localizada detrás del salón comunal, la cual no presenta drenaje natural hacia la quebrada Ojo de Agua. Esta estación se localizaría preliminarmente en una cota de terreno aproximada de 2.694 m s. n. m. y descargaría mediante una línea de impulsión en PEAD de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 68 de 148

aproximadamente 0,60 km y diámetro conceptual de 3 pulgadas, hasta el mismo pozo del colector principal localizado en la cota aproximada de 2.699 m s. n. m.

Para la EBAR Ojo de Agua se identifica una diferencia mínima de cotas de terreno cercana a 5 m. No obstante, al considerar la profundidad preliminar del pozo húmedo, entre 3 y 4 m, y las pérdidas hidráulicas asociadas a los 600 m de impulsión, la altura dinámica total será significativamente mayor. La longitud de esta conducción hace necesario verificar cuidadosamente la relación entre diámetro, velocidad y pérdidas de carga, debido a que una tubería de menor diámetro favorece la velocidad de transporte y reduce el riesgo de sedimentación, pero incrementa la energía requerida por las bombas. En sentido contrario, un diámetro mayor reduce las pérdidas hidráulicas, pero puede aumentar los tiempos de permanencia y favorecer la acumulación de sólidos cuando los caudales son bajos.

Las dos impulsiones descargarían en un mismo pozo ubicado al inicio de la vía de ingreso a Ojo de Agua. Esta estructura deberá diseñarse como una cámara especial de llegada y transición, y no únicamente como un pozo convencional, debido a que recibirá dos descargas presurizadas y el caudal transportado por gravedad desde el tramo superior del colector principal. La cámara deberá permitir la disipación de energía, evitar retornos hacia las impulsiones, controlar la turbulencia, facilitar la ventilación y resistir posibles condiciones corrosivas generadas por la liberación de gases acumulados en las líneas a presión.

Dado que existe la posibilidad de operación simultánea de las dos EBAR, el diseño deberá evaluar el escenario conjunto de descarga de ambas estaciones, sumado a los aportes gravitacionales del colector principal. Esta condición puede producir caudales instantáneos superiores a los caudales medios generados por la población, por lo que deberán verificarse la capacidad del colector receptor, la relación de llenado, los niveles hidráulicos y la posible generación de remansos. También se deberá analizar la conveniencia de implementar una lógica de control que escale el arranque de las bombas y reduzca los picos de caudal hacia la STAR La Plazuela

Los tramos a gravedad se proyectan preliminarmente con pozos de inspección separados aproximadamente cada 100 m, además de las estructuras requeridas en cambios de dirección,

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 69 de 148

pendiente, diámetro, material, conexiones y empalmes. Para los 3,00 km de colectores a gravedad se estima un orden de magnitud cercano a 32 pozos de inspección. Este número podrá aumentar debido a las variaciones del alineamiento y a la posible necesidad de pozos de caída en los sectores de mayor pendiente. En las líneas de impulsión no se instalarán pozos de inspección convencionales, sino cámaras para válvulas de retención, aislamiento, purga y admisión o expulsión de aire, según el perfil definitivo.

Para los colectores se prevé preliminarmente una profundidad de instalación cercana a 1,50 m respecto de la rasante vial, procurando proporcionar protección suficiente a la tubería y mantener condiciones de conexión para las futuras redes secundarias y domiciliarias. Este valor deberá ajustarse mediante la topografía de detalle, teniendo en cuenta las cotas de las conexiones, los cruces con redes existentes, las cargas vehiculares, el perfil de la vía y la necesidad de evitar excavaciones innecesariamente profundas. La definición final deberá precisar si la profundidad se mide hasta la clave, el eje o la solera de la tubería, con el fin de mantener un criterio uniforme en los perfiles de diseño.

Desde el componente constructivo, el colector principal se desarrollará sobre la vía Cogua–La Plazuela, la cual presenta una superficie en asfalto flexible. Por tanto, será necesario considerar corte, excavación, entibado, relleno, compactación y reposición de la estructura de pavimento, además del manejo temporal del tránsito. El colector interno de Ojo de Agua se ejecutaría sobre una vía en placa huella, lo que implicará demoliciones localizadas y reposición de los elementos intervenidos. Los cruces con redes de acueducto, energía, drenaje y demás servicios serán identificados durante el levantamiento topográfico y deberán incorporarse al análisis de interferencias y a la definición de la rasante definitiva.

La ubicación de la EBAR secundaria, aproximadamente a 5 m de la quebrada Ojo de Agua, no presenta actualmente evidencia de inundación o encharcamiento. Sin embargo, por su proximidad al cauce deberá verificarse la estabilidad de la margen, la posible socavación, el nivel freático, el acceso durante temporadas de lluvia y la flotación de la estructura vacía. Asimismo, deberán definirse las obras de protección y drenaje superficial necesarias para impedir el ingreso de escorrentía al pozo húmedo.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 70 de 148

Finalmente, el colector principal entregaría las aguas residuales en una cámara de alivio localizada al ingreso de la STAR La Plazuela, sistema que será objeto de optimización dentro del presente proyecto. Durante la ingeniería de detalle deberá comprobarse que dicha cámara pueda funcionar adecuadamente como estructura de llegada del nuevo colector, sin generar reboses, descargas no controladas o interferencias con el tratamiento preliminar. En caso de que sus características no sean compatibles con los nuevos caudales, deberá proyectarse una cámara de llegada independiente o adecuarse la estructura existente.

La alternativa presenta como principal ventaja el aprovechamiento del corredor vial y de la diferencia topográfica existente entre la PTAP Regional y la STAR La Plazuela, permitiendo que aproximadamente el 81 % de la infraestructura lineal funcione por gravedad. Sus principales condicionantes corresponden a la operación y mantenimiento de dos estaciones de bombeo, la descarga simultánea de las impulsiones, el control de velocidades en los tramos de mayor pendiente, la intervención de la vía asphaltada y la verificación de la estructura de llegada a la STAR. Los criterios de diseño definitivos —caudales, pendientes, velocidades de autolimpieza, profundidades, interferencias y capacidad del sistema receptor— deberán comprobarse mediante topografía, delimitación de áreas aferentes y modelación hidráulica en la ingeniería de detalle, tal como se contempla en el diagnóstico del proyecto.

6.2 ALT-2 RODEANDO LA QUEBRADA OJO DE AGUA

La alternativa 2 contempla un sistema mixto de recolección y transporte de aguas residuales, conformado por dos colectores sanitarios principales con funcionamiento previsto por gravedad y la EBAR Ojo de Agua, componente común a todas las alternativas evaluadas. El sistema presenta una longitud lineal aproximada de 3,35 km, distribuida en 3,10 km de colectores a gravedad y 0,25 km de línea de impulsión. El primer colector principal se proyecta desde el sector de la PTAP Regional, localizado en una cota de terreno aproximada de 2.739 m.s.n.m., siguiendo inicialmente la vía principal en dirección a La Plazuela. Posteriormente, el trazado modifica su alineamiento e ingresa por la vía de acceso al centro poblado Ojo de Agua, hasta alcanzar el punto localizado en inmediaciones de la quebrada Ojo de Agua, en una cota de terreno aproximada de 2.693 m s. n. m. Desde este sector, el colector continúa por gravedad en forma aproximadamente paralela al cauce durante cerca de 1,45 km, atravesando

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 71 de 148

corredores rurales y predios privados, hasta reincorporarse a la vía que conduce a La Plazuela, en una cota de terreno aproximada de 2.605 m.s.n.m. Finalmente, continúa su recorrido hasta la estructura de llegada de la STAR La Plazuela, localizada en una cota de terreno cercana a 2.595 m.s.n.m.

Ilustración 20 Alternativa 2 Rodeando Quebrada Ojo de Agua



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El colector principal 1 tendría una longitud aproximada de 2,75 km. La diferencia altimétrica entre el sector de la PTAP Regional y la llegada a la STAR La Plazuela es del orden de 144 m, lo cual evidencia una tendencia general del terreno favorable para el transporte de las aguas residuales por gravedad. Desde el punto de vista hidráulico, esta condición representa una ventaja importante, debido a que permite reducir la dependencia de sistemas de bombeo, disminuir el consumo de energía y simplificar la operación general del sistema. Sin embargo, la rasante del colector no podrá definirse aplicando una pendiente uniforme, puesto que el perfil del terreno presenta variaciones locales, cambios de inclinación y sectores de mayor pendiente. En consecuencia, la topografía de detalle deberá establecer pendientes variables

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 72 de 148

que permitan mantener profundidades adecuadas, controlar las velocidades y evitar tanto excavaciones excesivas como tramos superficiales o con recubrimientos insuficientes.

Aunque para la fase de alternativas puede considerarse una pendiente preliminar del orden del 1,50 % en algunos sectores del colector principal, este valor deberá entenderse únicamente como una referencia conceptual y no como una pendiente uniforme para la totalidad del trazado. La diferencia de cotas identificada entre los extremos del corredor demuestra que existen sectores con pendientes naturales superiores, en los cuales podría ser necesario proyectar pozos de caída, caídas escalonadas o estructuras de disipación de energía. Estas estructuras permitirían controlar las velocidades, reducir la energía del flujo y proteger tanto las tuberías como los pozos de inspección frente a condiciones erosivas o turbulencias excesivas. En los sectores de menor inclinación deberán verificarse, por el contrario, la velocidad mínima, el esfuerzo cortante y las condiciones de autolimpieza, especialmente durante los periodos de bajo aporte sanitario.

El segundo colector principal se proyecta desde el sector del salón comunal, localizado aproximadamente en la cota de terreno 2.716 m.s.n.m., hasta su conexión con el primer colector en el punto de cambio de alineamiento junto a la quebrada Ojo de Agua, en una cota cercana a 2.693 m.s.n.m. Este tramo tendría una longitud aproximada de 0,35 km y funcionaría por gravedad, recolectando las aguas residuales de las viviendas localizadas dentro de su área tributaria. La diferencia de terreno de aproximadamente 23m entre sus extremos confirma igualmente una tendencia favorable para el drenaje por gravedad. Para la etapa conceptual se considera una pendiente preliminar del orden del 2,00 %; no obstante, la rasante definitiva deberá ajustarse al perfil topográfico con el propósito de conservar profundidades razonables y controlar la energía del flujo.

La unión de los dos colectores se realizaría mediante una cámara o pozo especial de confluencia localizado en inmediaciones de la quebrada Ojo de Agua. Esta estructura deberá diseñarse para recibir simultáneamente los aportes provenientes de ambos colectores, orientar adecuadamente el flujo hacia el tramo que continúa paralelo al cauce y evitar la formación de remansos, turbulencias excesivas o depósitos de sólidos. Durante la ingeniería de detalle deberán verificarse las cotas de batea de las tuberías de entrada y salida, los

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 73 de 148

ángulos de conexión, las pérdidas localizadas y la capacidad hidráulica del tramo aguas abajo, el cual deberá transportar la suma de los caudales recolectados por ambos sistemas.

Ilustración 21. Confluencia de los dos colectores



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Ilustración 22. Quebrada ojo de Agua



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 74 de 148

La alternativa mantiene la EBAR Ojo de Agua prevista para atender la zona alta localizada detrás del salón comunal, cuyas aguas residuales no pueden incorporarse directamente por gravedad. Esta estación, común a las alternativas analizadas, descargaría mediante una línea de impulsión de aproximadamente 0,25 km al inicio del colector principal 2. Para esta conducción se contempla preliminarmente tubería en PEAD de 3 pulgadas, mientras que los colectores a gravedad se plantean en tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, equivalente aproximadamente a DN 200. Estos diámetros tienen carácter conceptual y deberán comprobarse mediante la delimitación definitiva de las áreas tributarias, la proyección de usuarios, el cálculo de los caudales sanitarios, la infiltración, las conexiones erradas, los factores de mayoración y la verificación de los criterios hidráulicos aplicables.

La EBAR Ojo de Agua se localizaría aproximadamente en la cota de terreno 2.694 m.s.n.m. y descargaría hacia el inicio del colector principal 2, localizado en una cota cercana a 2.716 m.s.n.m. Por tanto, la diferencia estática de terreno sería del orden de 22m. Al considerar una profundidad preliminar del pozo húmedo entre 3 y 4m, la altura estática medida desde los niveles bajos de operación podría alcanzar valores del orden de 25 a 26m, antes de adicionar las pérdidas hidráulicas en la conducción y los accesorios. Este aspecto deberá verificarse durante el diseño hidráulico de la EBAR, ya que incidirá directamente en la selección de las bombas, la potencia instalada, el consumo energético y las condiciones de operación de la estación. La descarga de la impulsión al colector deberá realizarse mediante una cámara de llegada o transición que permita disipar la energía, controlar la turbulencia y facilitar la inspección y el mantenimiento.

Para los 3,10 km de colectores a gravedad se plantea preliminarmente una separación aproximada de 40m entre pozos de inspección. Esta separación menor frente a otras alternativas se justifica por los cambios frecuentes de alineamiento requeridos para seguir el corredor próximo a la quebrada, especialmente durante el tramo de 1,45 km paralelo al cauce. Bajo este criterio se estima un orden de magnitud cercano a 79 pozos de inspección, cantidad que podrá aumentar por la necesidad de incorporar estructuras adicionales en cambios de pendiente, conexiones, confluencias, cruces de cuerpos de agua, estructuras de caída y puntos de salida o reincorporación a la vía. La ubicación definitiva de cada pozo deberá

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 75 de 148

definirse con base en la topografía, el análisis hidráulico y el estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada Ojo de Agua.

Desde el punto de vista hidráulico, esta alternativa presenta condiciones favorables, debido a que la mayor parte del sistema operaría por gravedad y el perfil general del terreno permite conducir los caudales hacia la STAR La Plazuela. Sin embargo, su viabilidad está fuertemente condicionada por la proximidad del colector a la quebrada Ojo de Agua. El estudio hidrológico e hidráulico del cauce deberá determinar los niveles máximos de agua, las zonas potencialmente inundables, las velocidades del flujo, los procesos de erosión y socavación, la estabilidad de las márgenes y las áreas que podrían verse afectadas durante eventos de creciente. A partir de estos resultados se deberá comprobar que los pozos de inspección y demás estructuras no queden localizados dentro de zonas inundables o expuestas a socavación, pérdida de soporte, ingreso de agua o afectaciones que comprometan su estabilidad y funcionamiento.

La necesidad de evitar zonas inundables podría obligar a desplazar el trazado hacia sectores de mayor pendiente transversal o hacia corredores con condiciones topográficas más complejas. En estos casos, algunos pozos podrían quedar ubicados en laderas o terrenos inclinados, dificultando el acceso de maquinaria y la ejecución de excavaciones convencionales. Dependiendo de las condiciones reales del terreno, podría ser necesario efectuar excavaciones manuales o con equipos de menor tamaño, implementar sistemas especiales de entibado y apuntalamiento, conformar plataformas temporales de trabajo y adoptar medidas adicionales para garantizar la seguridad del personal y la estabilidad de las excavaciones. Asimismo, deberán evaluarse obras de drenaje superficial, estabilización de taludes, protección contra erosión y manejo de escorrentías.

Los dos cruces previstos sobre la quebrada Ojo de Agua constituyen pasos especiales que deberán definirse con base en los resultados de los estudios topográficos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos. El primer cruce se presenta en el sector de confluencia de los colectores y el segundo en el punto donde la conducción abandona el corredor paralelo al cauce para reincorporarse a la vía hacia La Plazuela. Para cada cruce deberán evaluarse la profundidad de instalación, el posible recubrimiento bajo el lecho, la socavación estimada, el

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 76 de 148

anclaje de la tubería, la estabilidad de las márgenes, la flotación, la flexibilidad de las uniones y la necesidad de obras de protección. Dependiendo de la solución adoptada, podrían requerirse revestimientos, encamisados, protección con concreto, estructuras de disipación, obras de bioingeniería o medidas de recuperación y estabilización de las márgenes intervenidas.

La ejecución de obras paralelas y transversales a la quebrada también implica una gestión ambiental más compleja. Será necesario identificar con precisión cuáles intervenciones requieren permisos, autorizaciones o trámites ante la autoridad ambiental competente, incluyendo, cuando corresponda, ocupaciones de cauce, cruces de cuerpos de agua, aprovechamiento forestal, intervención de rondas o zonas de protección, manejo de materiales sobrantes y medidas de compensación o restauración. La necesidad específica de cada permiso deberá establecerse una vez se defina el trazado definitivo y se delimiten las áreas de intervención. Esta condición representa un riesgo para los tiempos de aprobación y ejecución del proyecto, debido a que la obtención de los permisos dependerá de la presentación y evaluación de los estudios técnicos y ambientales correspondientes.

Adicionalmente, el corredor paralelo a la quebrada afectaría preliminarmente entre 16 y 20 predios privados, situación que implica gestionar servidumbres no solo para la instalación de la tubería, sino también para la localización de pozos y el acceso permanente durante las actividades de inspección, limpieza, reparación y mantenimiento. La cantidad de predios, sumada al número elevado de estructuras, puede generar restricciones de acceso, dificultades para el ingreso de maquinaria, intervención de cercas y cultivos y mayores tiempos de concertación con los propietarios. Por tanto, la viabilidad predial deberá evaluarse de manera temprana y coordinada con la definición técnica del corredor.

La profundidad preliminar de instalación se considera del orden de 1,50m respecto del terreno o la rasante, procurando mantener un recubrimiento superior al mínimo y proporcionar condiciones adecuadas para las futuras conexiones. Sin embargo, en el tramo próximo a la quebrada la profundidad definitiva deberá considerar el nivel freático, la saturación del suelo, la estabilidad de la zanja y el riesgo de ingreso de agua durante la construcción. También será

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 77 de 148

necesario adoptar tuberías, juntas y estructuras con condiciones adecuadas de hermeticidad para reducir la infiltración de aguas subterráneas o superficiales al sistema sanitario.

Finalmente, el colector llegaría a la estructura prevista al ingreso de la STAR La Plazuela, la cual será objeto de optimización dentro del presente proyecto. Durante la ingeniería de detalle deberá verificarse la capacidad de la cámara receptora, la cota de llegada, la compatibilidad con el tratamiento preliminar y el comportamiento del sistema bajo los caudales futuros proyectados. En caso de que la estructura existente no presente condiciones suficientes, deberá contemplarse su adecuación o la construcción de una nueva cámara de llegada.

En términos generales, la alternativa 2 presenta una configuración hidráulicamente favorable, dado que aproximadamente el 92,5 % de su longitud funcionaría por gravedad y solo requiere la EBAR común a las demás alternativas. No obstante, su principal condicionante corresponde a la interacción directa con la quebrada Ojo de Agua durante aproximadamente 1,45 km, la ejecución de dos cruces del cauce, la posible ubicación de estructuras en terrenos de alta pendiente, la necesidad de obras de protección y mitigación del riesgo, la afectación de entre 16 y 20 predios y la complejidad asociada a la obtención de permisos ambientales. Por lo anterior, la alternativa no debe considerarse desfavorable desde el punto de vista hidráulico, sino como una solución técnicamente viable cuya ejecución está condicionada a los resultados de los estudios hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos, ambientales y prediales, y que presenta mayores riesgos de gestión, construcción y mantenimiento frente a alternativas desarrolladas principalmente sobre corredores viales existentes.

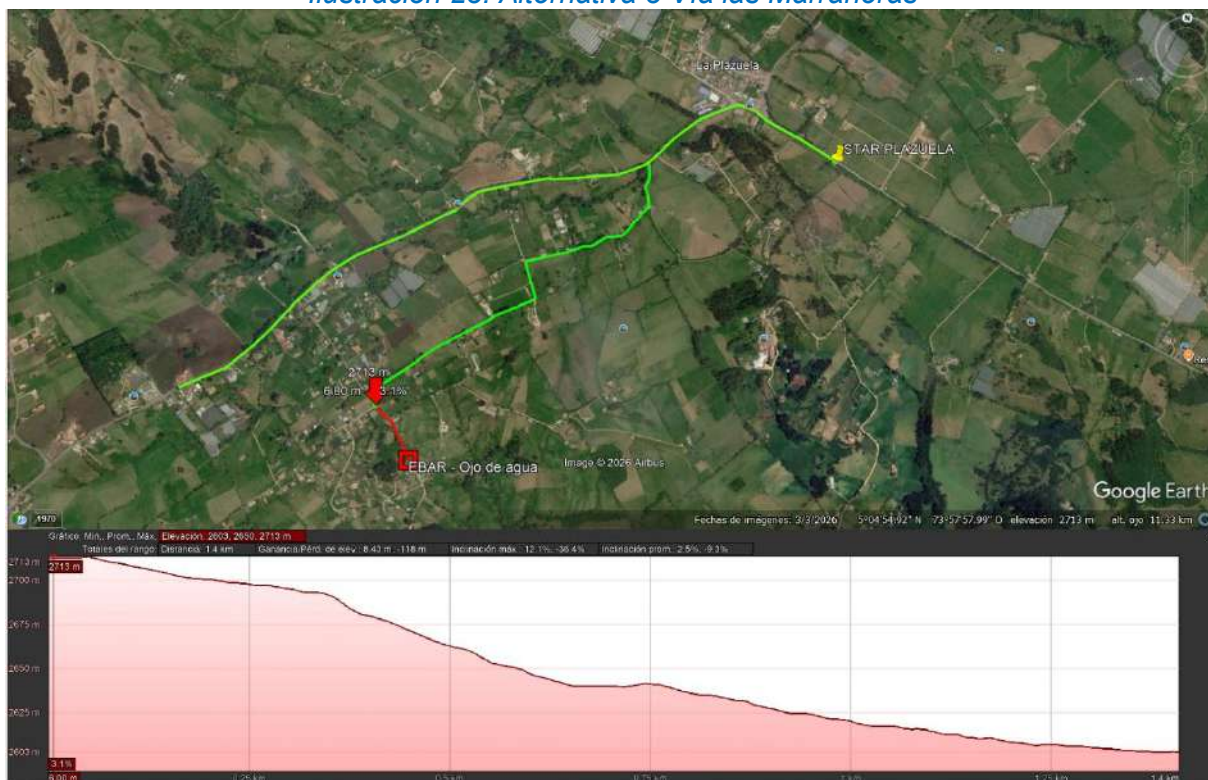
6.3 ALT-3 VIA LAS MARRANERAS

La alternativa 3 contempla un sistema mixto de recolección y transporte de aguas residuales, conformado por dos colectores sanitarios principales con funcionamiento previsto por gravedad y la EBAR Ojo de Agua, componente común a todas las alternativas evaluadas. Los colectores a gravedad presentan una longitud conjunta aproximada de 3,85 km, mientras que la línea de impulsión asociada a la EBAR tendría una longitud cercana a 0,20 km, para una longitud total de infraestructura lineal del orden de 4,05 km. En consecuencia, aproximadamente el 95 % de la infraestructura propuesta funcionaría por gravedad,

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 78 de 148

concentrándose el bombeo únicamente en la zona alta localizada detrás del salón comunal, cuyas aguas residuales no pueden incorporarse directamente al sistema por las condiciones topográficas del terreno.

Ilustración 23. Alternativa 3 Vía las Marraneras



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El primer colector principal se proyecta desde el sector de la PTAP Regional, localizado en una cota de terreno aproximada de 2.739 m.s.n.m., siguiendo el corredor vial Cogua–La Plazuela hasta su entrega final en la STAR La Plazuela, cuya cota de terreno de referencia se encuentra aproximadamente en 2.595 m.s.n.m. Este colector tendría una longitud aproximada de 2,45 km y operaría completamente por gravedad. La diferencia altimétrica entre sus extremos es del orden de 144m, correspondiente a una pendiente topográfica media cercana al 5,88 %, lo cual evidencia una tendencia general favorable para la conducción gravitacional y permite evitar la incorporación de estaciones de bombeo adicionales en este componente.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 79 de 148

El segundo colector principal se proyecta desde el sector del salón comunal, localizado aproximadamente en la cota de terreno 2.716 m.s.n.m., y continúa inicialmente durante cerca de 50m por la vía principal del centro poblado Ojo de Agua. Posteriormente, modifica su alineamiento hacia el costado izquierdo e ingresa a un corredor de aproximadamente 320m que atraviesa cuatro predios privados, procurando seguir sus linderos para reducir las afectaciones sobre cultivos, pastos, viviendas y demás actividades desarrolladas en estos terrenos. Una vez superado este tramo, el colector alcanza la vía Las Marraneras, en una cota de terreno aproximada de 2.692 m.s.n.m., y continúa durante cerca de 1,05 km por esta vía terciaria en afirmado, hasta conectarse con el colector principal 1 dentro del corredor vial público, en una cota de terreno cercana a 2.606 m.s.n.m.

Ilustración 24. Salón comunal Ojo de Agua



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

El colector principal 2 tendría una longitud aproximada de 1,40 km y funcionaría igualmente por gravedad. La diferencia altimétrica entre el salón comunal y el punto de conexión con el

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 80 de 148

colector principal 1 es del orden de 110m, equivalente a una pendiente topográfica media aproximada del 7,86%. Esta condición indica que en principio, no sería necesario incorporar estaciones de bombeo adicionales a lo largo de la vía Las Marraneras. Los pequeños quiebres observados en el perfil de Google Earth deberán resolverse mediante la definición de una rasante continua, ajustes localizados de profundidad y cuando resulte necesario, estructuras de caída o disipación de energía. La necesidad real de estas obras deberá confirmarse con el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de detalle.

Aunque para la fase de alternativas se plantea una pendiente conceptual del orden del 1,50% para los colectores, este valor no deberá aplicarse de manera uniforme a la totalidad de los trazados. Las diferencias de elevación existentes demuestran que las pendientes naturales del terreno son considerablemente superiores, por lo que una rasante constante del 1,50% no permitiría mantener profundidades razonables a lo largo de los corredores. En la ingeniería de detalle deberán definirse pendientes variables que sigan parcialmente la configuración del terreno, procurando conservar un recubrimiento adecuado, evitar excavaciones innecesariamente profundas y controlar las velocidades generadas en los tramos de mayor inclinación.

En los sectores con pendientes elevadas deberán evaluarse pozos de caída, caídas escalonadas, estructuras de disipación de energía y, cuando las condiciones geotécnicas o las recomendaciones del fabricante lo requieran, sistemas de anclaje o apoyo de la tubería. Estas medidas tendrán como finalidad controlar las velocidades, proteger las estructuras de inspección, prevenir procesos erosivos internos y evitar desplazamientos de la conducción. Por el contrario, en los sectores localmente más planos deberán verificarse la velocidad mínima, el esfuerzo cortante, la relación de llenado y las condiciones de autolimpieza, especialmente durante los periodos de menor generación de aguas residuales.

Para los dos colectores se contempla preliminarmente tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, equivalente aproximadamente a DN 200. Esta selección se considera técnicamente razonable para la fase de alternativas, teniendo en cuenta la población proyectada para Ojo de Agua, estimada en 501 habitantes para 2025 y 915 habitantes para 2052. No obstante, la capacidad del diámetro deberá comprobarse durante la ingeniería de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 81 de 148

detalle mediante la delimitación definitiva de las áreas tributarias, el cálculo de los caudales domésticos, la infiltración, las conexiones erradas, los factores de mayoración y los escenarios de operación de la EBAR.

La EBAR Ojo de Agua mantendría la misma función prevista en las alternativas anteriores, recolectando las aguas residuales provenientes de la zona alta localizada detrás del salón comunal. La estación se ubicaría preliminarmente en una cota de terreno aproximada de 2.693 m.s.n.m. y descargaría mediante una línea de impulsión de aproximadamente 0,20 km al inicio del colector principal 2, localizado en una cota de terreno cercana a 2.716 m.s.n.m. Para esta impulsión se contempla preliminarmente tubería de PEAD de 3 pulgadas, diámetro que deberá verificarse posteriormente con base en el caudal de bombeo, la velocidad, las pérdidas por fricción, la presión de operación y la altura dinámica total.

La diferencia entre las cotas de terreno de la EBAR y el punto de descarga es del orden de 23m. Considerando una profundidad preliminar del pozo húmedo entre 3 y 4m, la altura estática medida desde los niveles bajos de operación podría encontrarse conceptualmente entre 26 y 27m, antes de adicionar las pérdidas hidráulicas de la tubería y los accesorios. Este valor es únicamente referencial, dado que la altura real dependerá de las cotas de entrada, los niveles de arranque y parada de las bombas, la cota de descarga, el perfil de la impulsión y las pérdidas de energía. Durante el diseño hidráulico deberán definirse la curva del sistema, el punto de operación de las bombas, la potencia requerida, el volumen útil del pozo húmedo, la frecuencia de arranques y las condiciones de operación normal y de contingencia.

La descarga de la impulsión deberá realizarse mediante una cámara especial de llegada o transición localizada al inicio del colector principal 2. Esta estructura deberá permitir la incorporación controlada del flujo bombeado, disipar la energía, facilitar la ventilación e inspección y evitar condiciones de retorno hacia la impulsión. El colector receptor deberá verificarse para transportar simultáneamente el caudal descargado por la EBAR y los aportes que se incorporen por gravedad desde el sector del salón comunal, sin generar remansos, sobrecarga hidráulica o niveles excesivos dentro de los pozos de inspección.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 82 de 148

Para el colector principal 1 se plantea preliminarmente una separación aproximada de 70m entre pozos de inspección, mientras que para el colector principal 2 se considera una separación cercana a 60m, teniendo en cuenta sus cambios de alineamiento, las condiciones de pendiente y el recorrido por predios privados y por la vía Las Marraneras. Aplicando estos criterios se obtiene un orden de magnitud cercano a 60 pozos de inspección para el conjunto de los dos colectores. Esta cantidad podrá aumentar por la incorporación de estructuras adicionales en cambios de dirección, pendiente, diámetro o material, en la descarga de la EBAR, en el cruce de la quebrada Ojo de Agua, en el ingreso y salida de los predios privados y en el punto de confluencia entre los dos colectores.

La conexión del colector principal 2 con el colector principal 1 deberá realizarse mediante una cámara especial de confluencia localizada dentro de la vía pública. En esta estructura deberán verificarse las cotas de batea de entrada y salida, el ángulo de incorporación, las pérdidas localizadas y la capacidad del tramo aguas abajo para transportar el caudal combinado. El alineamiento de la tubería afluente deberá orientarse en el mismo sentido general del flujo del colector receptor, evitando encuentros frontales que puedan producir turbulencia, depósitos de sólidos o incrementos localizados del nivel hidráulico.

El colector principal 2 contempla un cruce de la quebrada Ojo de Agua antes de conectarse con el colector principal 1. Este cruce constituye el principal condicionante ambiental de la alternativa y deberá tratarse como un paso especial. La solución definitiva deberá establecerse con base en los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos, considerando los niveles máximos de la quebrada, la socavación potencial, la estabilidad de las márgenes, el recubrimiento de la tubería, el anclaje, la flotación y las posibles obras de protección. Dependiendo de la configuración seleccionada, podrá requerirse encamisado, protección con concreto, estabilización de márgenes, obras de bioingeniería o medidas de restauración del área intervenida.

La ejecución de este cruce podría requerir permiso de ocupación de cauce u otras autorizaciones ambientales, cuya aplicabilidad deberá definirse de acuerdo con la solución constructiva y con la delimitación precisa del área de intervención. No obstante, a diferencia de la alternativa que bordea la quebrada durante un tramo prolongado, la alternativa 3

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 83 de 148

presenta una interacción localizada con el cuerpo de agua y no contempla un paralelismo permanente con el cauce. Por esta razón, su afectación ambiental preliminar se considera comparativamente menor, aunque el cruce deberá diseñarse y ejecutarse con todas las medidas de prevención, protección y restauración requeridas.

La ubicación de los pozos próximos al cruce deberá revisarse con el estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada, evitando su implantación en zonas inundables, sectores expuestos a socavación o puntos donde el acceso para inspección y mantenimiento pueda verse restringido durante eventos de creciente. El diagnóstico del proyecto establece que los cruces con cauces, las profundidades, las servidumbres, la accesibilidad y la compatibilidad con la STAR La Plazuela constituyen restricciones que deben resolverse en los diseños definitivos.

Desde el componente constructivo, el desarrollo de 1,05 km del colector principal 2 por la vía Las Marraneras representa una condición favorable, debido a que permite utilizar un corredor de acceso existente, reduce la afectación de predios privados y facilita posteriormente las labores de inspección y mantenimiento. Al tratarse de una vía terciaria en afirmado y con bajo tránsito, las actividades de excavación y reposición serían preliminarmente menos complejas que en una vía pavimentada. Sin embargo, deberán mantenerse las condiciones de drenaje de la vía, proteger las cunetas y alcantarillas existentes, conformar adecuadamente los rellenos y restituir la superficie intervenida para evitar asentamientos, erosión o pérdida de transitabilidad.

El tramo de aproximadamente 320 m que atraviesa cuatro predios privados requerirá la constitución de servidumbres permanentes para la instalación de la tubería, la localización de pozos y el acceso durante la operación y el mantenimiento. El trazado por los linderos representa una medida favorable para disminuir las afectaciones sobre las actividades productivas y las viviendas; no obstante, deberá garantizarse un ancho suficiente de corredor, acceso a las estructuras, manejo de cercas y restitución de las áreas intervenidas. La gestión predial deberá adelantarse de manera temprana y coordinada con la topografía, con el propósito de evitar modificaciones posteriores del trazado.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 84 de 148

Finalmente, el colector principal 1 conducirá los caudales combinados hasta el ingreso de la STAR La Plazuela, sistema que será objeto de optimización dentro del proyecto. En la ingeniería de detalle deberá verificarse la capacidad hidráulica de la estructura de llegada, la cota de conexión y la compatibilidad entre los nuevos caudales y las unidades de tratamiento proyectadas. El alcance técnico del diagnóstico prevé precisamente la verificación de las alternativas por gravedad, la definición de pozos, cámaras especiales, cruces, pasos de cauce, interferencias, servidumbres y capacidad de recepción de la STAR.

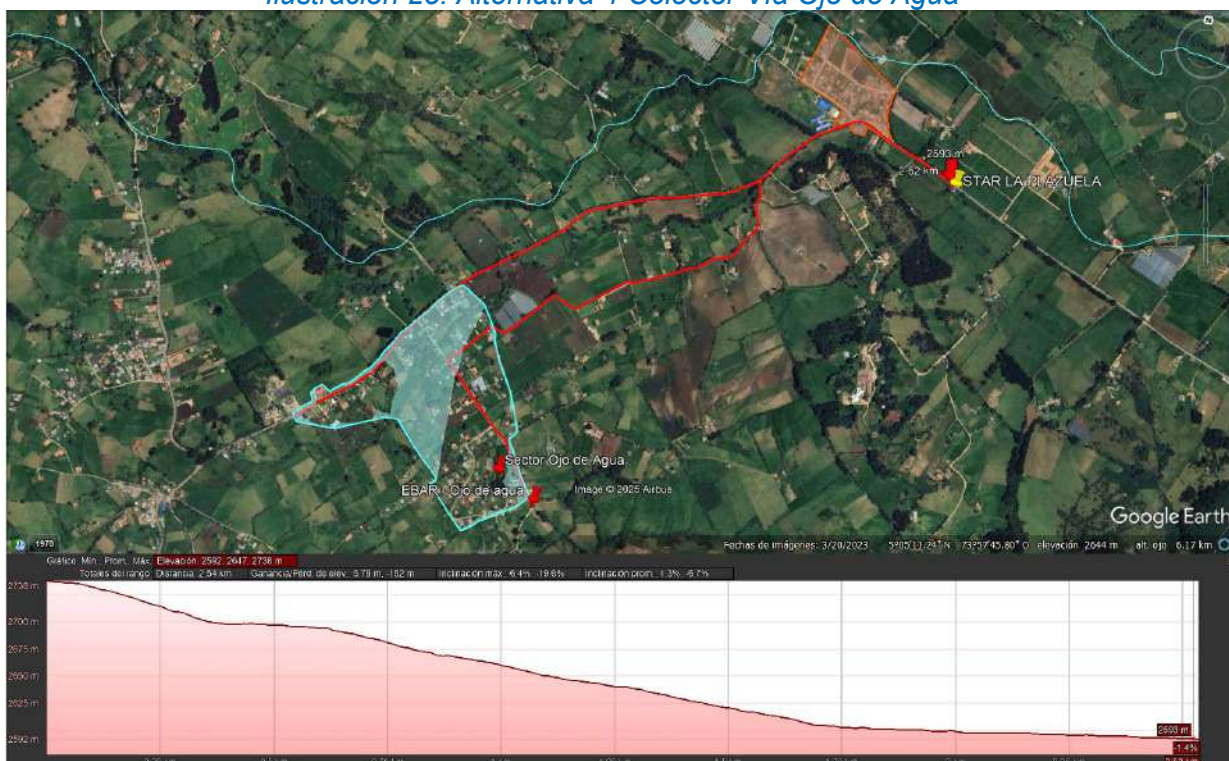
En términos generales, la alternativa 3 se considera hidráulicamente viable y favorable, dado que los dos colectores principales presentan una tendencia altimétrica descendente y aproximadamente el 95 % de la infraestructura lineal funcionaría por gravedad. Asimismo, presenta una afectación ambiental comparativamente baja frente a la alternativa paralela a la quebrada, limita la intervención predial a cerca de cuatro predios y aprovecha principalmente corredores viales existentes. Sus principales condicionantes corresponden al control de velocidades en los sectores de alta pendiente, el diseño del cruce de la quebrada Ojo de Agua, la altura de bombeo de la EBAR común, la gestión de las servidumbres y la adecuada reposición de la vía Las Marraneras. Por estas razones, la alternativa deberá mantenerse dentro de la evaluación multicriterio como una solución técnicamente competitiva, sujeta a confirmación mediante topografía de detalle, modelación hidráulica, estudio geotécnico, diseño del paso de cauce y validación predial.

6.4 ALT-4 COLECTOR DOBLE POR LA VÍA PRINCIPAL OJO DE AGUA Y A LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA OJO DE AGUA

La alternativa 4 contempla un sistema mixto de recolección y transporte de aguas residuales, conformado por dos colectores sanitarios principales con funcionamiento previsto por gravedad y la EBAR Ojo de Agua, componente común a las alternativas evaluadas. La configuración propuesta busca proporcionar una amplia cobertura dentro del centro poblado, aprovechando los corredores viales existentes y concentrando el bombeo únicamente en las viviendas localizadas en la zona alta detrás del salón comunal, las cuales, por su configuración topográfica, no pueden incorporarse directamente por gravedad a los colectores proyectados.

	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025</p>	
<p>VERSIÓN 2</p>	<p>ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA</p>	<p>Página 85 de 148</p>

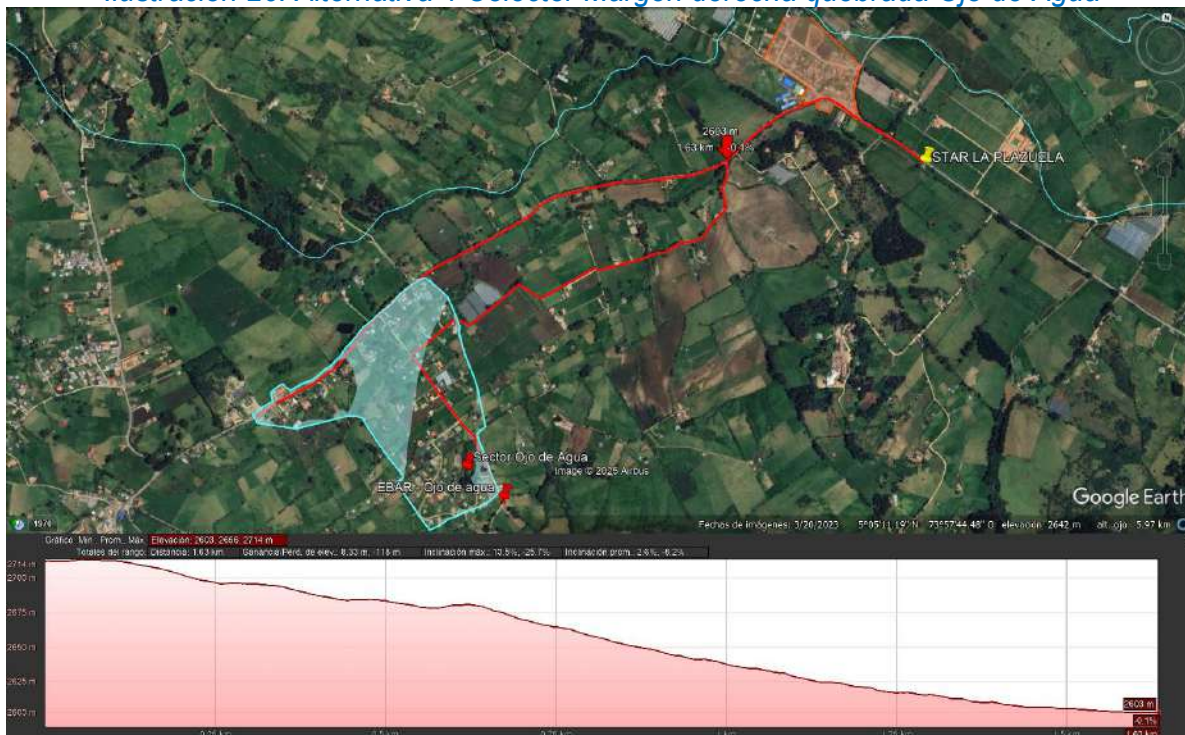
Ilustración 25. Alternativa 4 Colector Vía Ojo de Agua



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 86 de 148

Ilustración 26. Alternativa 4 Colector Margen derecha quebrada Ojo de Agua



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El primer colector principal inicia en el sector de la PTAP Regional, localizado en una cota de terreno aproximada de 2.739 m.s.n.m., y continúa sobre la vía principal Cogua–La Plazuela hasta su entrega en la STAR La Plazuela, cuya cota de terreno de referencia es aproximadamente 2.595 m.s.n.m. Este colector presenta una longitud preliminar cercana a 2,45 km y funcionaría completamente por gravedad. La diferencia altimétrica aproximada de 144m entre sus extremos representa una pendiente topográfica media del orden del 5,88%, condición que evidencia una tendencia general favorable para el transporte gravitacional y permite prescindir de estaciones de bombeo adicionales sobre este corredor.

El segundo colector principal inicia en el sector del salón comunal, localizado en una cota de terreno aproximada de 2.716 m.s.n.m., y continúa inicialmente durante cerca de 0,25km por la vía interna del centro poblado Ojo de Agua, en dirección general hacia la quebrada. Antes de alcanzar el punto bajo del sector, el trazado modifica su alineamiento para ingresar por el camellón Quiroga, cuyo inicio se encuentra aproximadamente en la cota 2.699 m.s.n.m. El

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 87 de 148

colector recorre este camellón durante cerca de 0,17km, hasta alcanzar el punto de ingreso al corredor predial, localizado aproximadamente en la cota 2.687 m.s.n.m.

Desde este punto, la conducción atraviesa durante aproximadamente 0,53km cuatro o cinco predios privados, procurando desarrollar el trazado por sus linderos para reducir las afectaciones sobre las viviendas, cultivos, pastos y demás usos existentes. Posteriormente, el colector sale a la vía Las Marraneras, en una cota de terreno aproximada de 2.644 m.s.n.m., y continúa durante cerca de 0,66km por este corredor terciario en afirmado, hasta conectarse con el colector principal 1 dentro de la vía pública, en una cota de terreno cercana a 2.606 m.s.n.m. Desde la confluencia, las aguas residuales continúan a través del colector principal 1 durante aproximadamente 0,80km hasta la STAR La Plazuela.

Ilustración 27. Vía principal Ojo de Agua



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 88 de 148

El colector principal 2 presenta una longitud total aproximada de 1,62km y funcionaría igualmente por gravedad. La diferencia de elevación entre el salón comunal y el punto de conexión con el colector principal 1 es del orden de 110m, lo que representa una pendiente topográfica media cercana al 6,79%. La revisión por sectores también evidencia condiciones favorables: entre el salón comunal y el inicio del camellón Quiroga se presenta una caída aproximada de 17m; en el camellón, una caída cercana a 12m; en el tramo predial, una diferencia del orden de 43m; y en la vía Las Marraneras, una disminución aproximada de 38m hasta la confluencia. Estos valores corresponden a tendencias del terreno obtenidas a partir de información preliminar y no deben interpretarse como pendientes definitivas de la tubería.

Desde el punto de vista hidráulico, la alternativa presenta condiciones favorables para la conducción por gravedad. No obstante, la principal condición de diseño no estaría asociada a la falta de pendiente, sino al control de las velocidades, la energía del flujo y las profundidades de instalación. Aunque para la fase de alternativas se considera una pendiente conceptual del orden del 1,50 %, este valor no podrá aplicarse uniformemente a la totalidad de los trazados, debido a que las pendientes naturales del terreno son considerablemente superiores. Si se mantuviera una pendiente de tubería constante y significativamente menor que la pendiente del terreno, la conducción aumentaría progresivamente su profundidad y podría generar excavaciones técnica y económicamente desfavorables.

En la ingeniería de detalle deberá definirse una rasante con pendientes variables que siga parcialmente la configuración del terreno, mantenga recubrimientos adecuados y controle las profundidades de excavación. En los sectores de mayor inclinación podrá ser necesaria la incorporación de pozos de caída, caídas escalonadas o estructuras de disipación de energía, con el fin de reducir las velocidades, proteger las estructuras de inspección y evitar condiciones erosivas o turbulencias excesivas. Asimismo, deberán verificarse las condiciones de apoyo y estabilidad de la tubería en pendiente, particularmente en los tramos del camellón Quiroga, los predios privados y la vía Las Marraneras.

En los sectores localmente más planos deberán comprobarse la velocidad mínima, el esfuerzo cortante, la relación de llenado y las condiciones de autolimpieza, especialmente durante los primeros años de operación, cuando la población conectada y los caudales sanitarios podrían

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 89 de 148

ser inferiores a los proyectados para el horizonte de diseño. Por tanto, la verificación del diámetro no deberá limitarse a la capacidad máxima de transporte, sino que deberá incluir el comportamiento hidráulico bajo caudales mínimos, medios y máximos.

Para los dos colectores principales se contempla preliminarmente tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, aproximadamente DN 200. Este diámetro se adopta como referencia para la comparación de alternativas, considerando las proyecciones de población disponibles, la naturaleza sanitaria del sistema y la tendencia de las pendientes identificadas. Su selección definitiva deberá verificarse mediante la delimitación de las áreas tributarias, la distribución de usuarios entre los dos colectores, los aportes domésticos, la infiltración, las conexiones erradas, los factores de mayoración y los escenarios de crecimiento previstos para el sector.

La EBAR Ojo de Agua conservaría la misma función definida para las demás alternativas, recolectando las aguas residuales provenientes de las viviendas localizadas en la parte alta detrás del salón comunal, las cuales no pueden incorporarse por gravedad al colector principal 2. La estación se localizaría preliminarmente en una cota de terreno aproximada de 2.692 m.s.n.m. y descargaría mediante una línea de impulsión de aproximadamente 0,20 km al inicio del colector principal 2, en una cota de terreno cercana a 2.716 m.s.n.m.

Para la línea de impulsión se considera preliminarmente tubería de PEAD de 3 pulgadas. La diferencia entre las cotas de terreno de la EBAR y el punto de descarga es del orden de 24m. Al considerar una profundidad conceptual del pozo húmedo entre 3 y 4m, la altura estática medida desde los niveles inferiores de operación podría encontrarse aproximadamente entre 27 y 28m, antes de adicionar las pérdidas por fricción, accesorios, válvulas y condiciones de descarga. Este valor deberá precisarse en la ingeniería de detalle mediante la definición de las cotas de entrada, niveles de arranque y parada, volumen útil del pozo húmedo, perfil de la impulsión y curva hidráulica del sistema.

El diámetro de 3 pulgadas para la impulsión deberá conservarse como un valor conceptual, sujeto a la verificación de las velocidades, pérdidas de energía, presión de operación y tiempo de permanencia de las aguas residuales. En el diseño hidráulico también deberán

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 90 de 148

establecerse el caudal de bombeo, la potencia requerida, el punto de operación de las bombas, la frecuencia de arranque, la redundancia de equipos y las condiciones de contingencia. La conducción deberá incorporar las válvulas de retención y aislamiento, los accesorios de purga o manejo de aire que resulten necesarios y las medidas para facilitar su limpieza y mantenimiento.

La descarga de la impulsión al inicio del colector principal 2 deberá realizarse mediante una cámara especial de llegada y transición. Esta estructura permitirá disipar la energía del flujo presurizado, controlar la turbulencia, evitar el retorno hacia la línea de impulsión y facilitar la ventilación e inspección. El colector receptor deberá comprobarse para transportar simultáneamente el caudal bombeado por la EBAR y los aportes incorporados por gravedad desde el sector del salón comunal, sin producir sobrecarga, remanso o incremento excesivo de los niveles hidráulicos.

La conexión entre los dos colectores principales deberá materializarse mediante una cámara especial de confluencia localizada dentro de la vía pública, aproximadamente en la cota de terreno 2.606 m.s.n.m. En esta estructura deberán verificarse las cotas de batea de las tuberías de entrada y salida, el ángulo de incorporación, las pérdidas localizadas, las diferencias de nivel y la orientación de los flujos. La llegada del colector principal 2 deberá disponerse preferiblemente en el mismo sentido general del flujo del colector principal 1, evitando encuentros frontales que puedan generar turbulencia, depósitos de sólidos o incrementos localizados del nivel hidráulico.

A partir de la confluencia, el tramo final de aproximadamente 0,80km deberá transportar el caudal acumulado de los dos colectores y el aporte impulsado por la EBAR. Por esta razón, aunque preliminarmente se plantea mantener el diámetro de 8 pulgadas, su capacidad deberá verificarse expresamente durante la modelación hidráulica. Si los resultados indican una relación de llenado elevada, niveles de remanso o insuficiencia para el escenario futuro, deberá evaluarse el incremento del diámetro en el tramo común o el ajuste de las pendientes y cotas de empalme.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 91 de 148

Para los 4,07km de colectores a gravedad se plantea preliminarmente una separación aproximada de 80m entre pozos de inspección. Con este criterio se obtiene un orden de magnitud cercano a 53 estructuras, incluyendo los pozos iniciales, finales y la confluencia compartida. Esta cantidad podrá aumentar por los cambios de dirección en la vía interna, los giros de entrada y salida del camellón Quiroga, el paso por los linderos prediales, el cruce de la quebrada Ojo de Agua, las variaciones de pendiente, las posibles estructuras de caída, la descarga de la impulsión y la llegada a la STAR.

La separación de 80 m corresponde a un criterio preliminar para estimar cantidades y no reemplaza la localización definitiva de las estructuras. Los pozos deberán ubicarse en los cambios de alineamiento, pendiente, diámetro o material, en las conexiones de ramales, en las estructuras de caída y en los puntos necesarios para garantizar la inspección, limpieza y mantenimiento de la red. En los tramos de alta pendiente también deberá verificarse la estabilidad de los pozos, el tratamiento de las banquetas internas, la disipación de energía y las condiciones de acceso seguro.

La profundidad preliminar de instalación se considera cercana a 1,50m, procurando proporcionar un recubrimiento adecuado y facilitar la incorporación de futuras conexiones. No obstante, este valor deberá ajustarse mediante el levantamiento topográfico y la definición de la rasante. En los sectores de mayor pendiente podrá ser necesario aproximar la tubería al perfil del terreno o utilizar estructuras de caída para evitar profundidades excesivas; mientras que en las vías deberá verificarse la protección frente a cargas vehiculares y las interferencias con redes existentes.

El tramo inicial del colector principal 2 se desarrollará sobre la vía interna de Ojo de Agua, previamente identificada como un corredor con sectores en placa huella. Su construcción implicará demoliciones localizadas, manejo del tránsito y reposición de los elementos intervenidos. El camellón Quiroga presenta superficie en afirmado y tránsito principalmente de vehículos pequeños de los residentes, condición que facilita preliminarmente la intervención, aunque deberá garantizarse el acceso durante la obra y restituirse adecuadamente la superficie para evitar asentamientos, erosión o pérdida de transitabilidad.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 92 de 148

El recorrido de aproximadamente 0,53 km por cuatro o cinco predios privados constituye el principal condicionante predial de la alternativa. El trazado por los linderos permite disminuir la afectación sobre cultivos, pastos y viviendas; sin embargo, será necesaria la constitución de servidumbres permanentes para la instalación de la tubería, la localización de pozos y el acceso durante la inspección, limpieza, reparación y mantenimiento. La definición del corredor deberá considerar un ancho suficiente para las actividades constructivas, la reposición de cercas, el manejo de accesos y la posibilidad de ingreso de equipos a lo largo de la vida útil del sistema.

El desarrollo posterior por la vía Las Marraneras representa una condición favorable, debido a que aprovecha un corredor de acceso existente y reduce la necesidad de atravesar predios adicionales. Al tratarse de una vía terciaria en afirmado y con tránsito reducido, la excavación y reposición resultan preliminarmente menos complejas que en la vía principal pavimentada. Sin embargo, deberá mantenerse el funcionamiento de las cunetas, alcantarillas y drenajes existentes, además de controlar la erosión y la pérdida de material de afirmado durante y después de la construcción.

El colector principal 2 contempla un cruce de la quebrada Ojo de Agua. Esta intervención constituye el principal condicionante ambiental de la alternativa y deberá diseñarse como un paso especial con base en la topografía, el estudio hidrológico e hidráulico y las condiciones geotécnicas del cauce. La solución deberá considerar los niveles máximos de agua, la socavación potencial, la estabilidad de las márgenes, la profundidad de instalación, el recubrimiento de la tubería, el anclaje y la flotación, así como las obras de protección y restauración que resulten necesarias.

Dependiendo de la solución constructiva seleccionada y de la delimitación definitiva del área de intervención, el cruce podrá requerir los permisos y autorizaciones ambientales aplicables. Asimismo, los pozos próximos al cauce deberán ubicarse por fuera de las zonas potencialmente inundables y de sectores expuestos a socavación, erosión o pérdida de soporte. A diferencia de la alternativa que bordea la quebrada durante una longitud considerable, la interacción ambiental de la alternativa 4 es localizada y se concentra

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 93 de 148

principalmente en un único cruce, por lo que su afectación se considera comparativamente menor.

Finalmente, el colector principal 1 entregará los caudales acumulados en la estructura prevista al ingreso de la STAR La Plazuela, sistema que será objeto de optimización dentro del proyecto. La ingeniería de detalle deberá verificar la cota de llegada, la capacidad hidráulica de la cámara receptora y la compatibilidad de los nuevos caudales con el tratamiento preliminar y las unidades proyectadas. Si la estructura existente no presenta capacidad suficiente o condiciones adecuadas de funcionamiento, deberá contemplarse su adecuación o la construcción de una nueva cámara de llegada.

En términos generales, la alternativa 4 se considera hidráulicamente viable y favorable, debido a que los dos colectores principales presentan una tendencia altimétrica descendente, cerca del 95 % de la infraestructura lineal funcionaría por gravedad y el bombeo se concentra únicamente en la EBAR común a las alternativas. Adicionalmente, permite ampliar la cobertura dentro del centro poblado mediante el recorrido por la vía interna y el camellón Quiroga, aprovecha la vía Las Marraneras, limita la interacción con la quebrada a un cruce localizado y reduce la afectación predial mediante un trazado por linderos. Sus principales condicionantes corresponden al control de velocidades en los tramos de alta pendiente, la altura de bombeo de la EBAR, la gestión de las servidumbres en cuatro o cinco predios, el diseño del cruce de la quebrada y la verificación de la capacidad del tramo común después de la confluencia. Por estas condiciones, la alternativa debe conservarse dentro de la evaluación multicriterio como una solución técnicamente competitiva y con alta cobertura, sujeta a confirmación mediante topografía de detalle, modelación hidráulica, estudio geotécnico, análisis hidrológico e hidráulico, definición del paso de cauce y validación predial.

6.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

La selección del trazado que continuará a la etapa de levantamiento topográfico e ingeniería de detalle se realizó mediante una evaluación multicriterio ponderada, con el propósito de integrar las principales variables que inciden en la viabilidad técnica, ambiental, predial, constructiva y operativa del sistema de alcantarillado sanitario del sector Ojo de Agua. Esta

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 94 de 148

metodología permite comparar las alternativas bajo criterios homogéneos, reducir la subjetividad de la decisión y evitar que la selección se fundamente únicamente en aspectos individuales como la longitud del colector, el número de pozos de inspección o la cantidad de estaciones de bombeo.

La evaluación se desarrolla de acuerdo con el nivel conceptual del presente estudio y con los lineamientos generales de la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 0799 de 2021 y las demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o sustituyan, mediante la consideración integral de criterios técnicos, ambientales, económicos, sociales, prediales, constructivos y de sostenibilidad operativa. Para esta fase se utilizaron como insumos los trazados y perfiles preliminares obtenidos mediante Google Earth Pro, los recorridos y reconocimientos de campo, el registro fotográfico, la información recopilada durante las actividades desarrolladas con la comunidad y la identificación preliminar de corredores, predios, vías, cuerpos de agua y puntos críticos de cada alternativa.

La aplicación de la matriz no reemplaza los estudios y diseños definitivos. Las longitudes, pendientes, cotas, diámetros, profundidades, cantidades de pozos, requerimientos de bombeo y localización de estructuras corresponden a estimaciones conceptuales que deberán ser verificadas mediante el levantamiento topográfico, la delimitación de las áreas tributarias, el cálculo de caudales, la modelación hidráulica y los estudios geotécnicos, hidrológicos, ambientales y prediales correspondientes.

Para la calificación se adoptó una escala de uno a cinco, en la cual los valores más altos representan mejores condiciones para la implementación y operación de la alternativa.

Tabla 11. Escala de calificación de alternativas

Calificación	Condición evaluada	Descripción
5	Muy favorable	Presenta condiciones técnicas adecuadas y restricciones menores o fácilmente manejables.
4	Favorable	Presenta condiciones adecuadas, con restricciones moderadas que pueden resolverse durante el diseño.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 95 de 148

3	Aceptable o condicionada	Es técnicamente viable, pero requiere medidas especiales o la resolución de condicionantes relevantes.
2	Poco favorable	Presenta restricciones importantes que incrementan la complejidad, los costos o los riesgos del proyecto.
1	Desfavorable	Presenta condicionantes críticos de difícil manejo o alta incidencia sobre la viabilidad de la solución.

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Los criterios y ponderaciones se definieron teniendo en cuenta su incidencia en la construcción, operación y sostenibilidad del sistema. Se asignó la mayor ponderación a la viabilidad hidráulica, debido a que la solución debe garantizar la continuidad del transporte de las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela. De igual manera, se otorgó una participación significativa a la viabilidad ambiental y de permisos, considerando la presencia de la quebrada Ojo de Agua y las implicaciones asociadas a cruces, paralelismos, zonas inundables, socavación y ocupaciones de cauce.

Los componentes operativo, predial y constructivo también recibieron ponderaciones relevantes, dado que la cantidad de estaciones de bombeo, la dependencia energética, la intervención de predios privados, la constitución de servidumbres, el acceso para mantenimiento y las condiciones de ejecución pueden determinar la viabilidad real del proyecto. La cobertura y la complejidad preliminar de inversión se incorporaron como criterios complementarios, teniendo en cuenta que en esta fase aún no se dispone de presupuestos detallados.

Tabla 12. Criterios y ponderaciones para la selección de alternativas

Criterio	Aspectos considerados	Ponderación
Viabilidad hidráulica	Continuidad del flujo por gravedad, comportamiento topográfico, necesidad de bombeos adicionales, capacidad de conducción y confiabilidad hidráulica preliminar.	25 %

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 96 de 148

Criterio	Aspectos considerados	Ponderación
Operación y mantenimiento	Número de EBAR, dependencia energética, equipos electromecánicos, accesibilidad de pozos, facilidad de inspección y mantenimiento.	15 %
Viabilidad ambiental y permisos	Cruces y paralelismos con cuerpos de agua, exposición a inundación o socavación, obras de protección y complejidad de permisos ambientales.	20 %
Viabilidad predial y social	Número de predios afectados, longitud de servidumbres, intervención de cultivos o viviendas y facilidad de concertación con propietarios.	15 %
Facilidad constructiva	Utilización de corredores públicos, acceso de maquinaria, tipo de vía, pendientes, excavaciones, reposiciones y necesidad de métodos especiales.	15 %
Cobertura y expansión futura	Capacidad para atender el sector y posibilidad de incorporar usuarios o áreas adicionales durante la vida útil del sistema.	5 %
Complejidad de inversión preliminar	Longitud de redes, estaciones de bombeo, cantidad de estructuras, reposición de vías y requerimiento de obras especiales.	5 %
Total		100 %

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

El puntaje ponderado de cada criterio se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Puntaje ponderado} = \frac{\text{Calificación} * \text{Ponderación}}{5}$$

El resultado total corresponde a la suma de los puntajes ponderados obtenidos en los diferentes criterios y se expresa sobre un máximo de cien puntos.

Tabla 13. Matriz multicriterio para la selección de la alternativa

Criterio	Ponderación	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.	Alternativa 4.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 97 de 148

Viabilidad hidráulica	25 %	4	5	5	5
Operación y mantenimiento	15 %	2	3	4	4
Viabilidad ambiental y permisos	20 %	3	1	4	4
Viabilidad predial y social	15 %	5	1	4	3
Facilidad constructiva	15 %	3	2	4	3
Cobertura y expansión futura	5 %	4	4	4	5
Complejidad de inversión preliminar	5 %	3	2	3	2
Resultado ponderado	100 %	69	53	84	78
Orden de elegibilidad		3	4	1	2

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

La Alternativa 1 presenta una longitud total comparativamente favorable y una afectación predial reducida, dado que sus colectores se desarrollan principalmente sobre corredores viales existentes. Sin embargo, requiere dos estaciones de bombeo: la EBAR Ojo de Agua, común a las alternativas, y una segunda EBAR localizada en el punto bajo próximo a la quebrada. Su configuración comprende aproximadamente 3,00 km de colectores por gravedad y 0,70 km de líneas de impulsión. La necesidad de dos estaciones incrementa la dependencia de energía eléctrica, el número de equipos electromecánicos, los requerimientos de redundancia y almacenamiento, los costos de operación y mantenimiento y el riesgo de interrupción del servicio por fallas de bombeo. Adicionalmente, la ubicación de la EBAR

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 98 de 148

secundaria cerca de la quebrada requiere verificar las condiciones de inundación, socavación, nivel freático y estabilidad de la estructura. Por estas razones, aunque la alternativa es técnicamente viable y predialmente favorable, presenta una menor sostenibilidad operativa frente a las alternativas que concentran el bombeo en una sola estación.

La Alternativa 2 presenta condiciones hidráulicas favorables, debido a que aproximadamente 3,10 km de su infraestructura funcionarían por gravedad y únicamente requeriría la EBAR Ojo de Agua, con una línea de impulsión aproximada de 0,25 km. No obstante, el colector se desarrolla de manera paralela a la quebrada Ojo de Agua durante cerca de 1,45 km, contempla dos cruces del cauce y puede afectar entre 16 y 20 predios privados. Estas condiciones implican una mayor complejidad para la constitución de servidumbres, el acceso de maquinaria, la ubicación y mantenimiento de pozos de inspección y la obtención de permisos ambientales.

La viabilidad de la Alternativa 2 también queda condicionada a los resultados del estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada, debido a que las estructuras no pueden localizarse dentro de zonas inundables ni en sectores expuestos a erosión, socavación o pérdida de soporte. La necesidad de desplazar el trazado fuera de estas zonas podría llevar los pozos hacia terrenos de alta pendiente, donde las excavaciones serían más complejas y podrían requerir trabajos manuales, entibados especiales, plataformas temporales y obras de protección o mitigación del riesgo. Por tanto, aunque su comportamiento hidráulico preliminar es favorable, los condicionantes ambientales, prediales y constructivos reducen de manera significativa su conveniencia integral.

La Alternativa 3 contempla dos colectores principales por gravedad y la EBAR Ojo de Agua, común a las soluciones evaluadas. El primer colector se desarrolla desde la PTAP Regional hasta la STAR La Plazuela sobre la vía Cogua–La Plazuela, con una longitud aproximada de 2,45 km. El segundo inicia en el sector del salón comunal y continúa durante aproximadamente 1,40 km hasta conectarse con el primer colector antes de llegar al centro poblado La Plazuela. Adicionalmente, la EBAR descarga mediante una línea de impulsión aproximada de 0,20 km al inicio del segundo colector. En consecuencia, cerca del 95 % de la infraestructura lineal funcionaría por gravedad y no se requieren estaciones de bombeo adicionales.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 99 de 148

La tendencia altimétrica de los dos colectores permite prever una conducción continua por gravedad hacia la STAR La Plazuela. Los sectores de mayor pendiente deberán ser verificados durante la ingeniería de detalle para controlar velocidades y definir posibles pozos de caída o estructuras de disipación de energía; sin embargo, no se identifican preliminarmente depresiones topográficas que obliguen a incorporar nuevos sistemas de bombeo. Esta condición proporciona una alta confiabilidad hidráulica y reduce la dependencia energética y electromecánica durante la operación del sistema.

Desde el componente constructivo, la Alternativa 3 aprovecha en gran proporción corredores viales existentes. El segundo colector recorre inicialmente la vía interna de Ojo de Agua, atraviesa aproximadamente 320m por los linderos de cuatro predios privados y posteriormente continúa durante cerca de 1,05 km por la vía Las Marraneras, una vía terciaria en afirmado y con bajo tránsito. La utilización de este corredor facilita el ingreso de maquinaria, disminuye las intervenciones sobre predios privados y permite mantener acceso a los pozos para las actividades futuras de inspección, limpieza y reparación.

Aunque la Alternativa 3 requiere la constitución de servidumbres permanentes sobre aproximadamente cuatro predios, el trazado se plantea por sus linderos para disminuir la afectación sobre viviendas, cultivos y pastos. Esta intervención es considerablemente menor que la correspondiente a la Alternativa 2 y también resulta inferior a la de la Alternativa 4 en términos de longitud dentro de propiedad privada.

La interacción ambiental de la Alternativa 3 se concentra principalmente en un cruce de la quebrada Ojo de Agua, el cual deberá diseñarse como un paso especial y contar con los permisos y medidas de protección aplicables. Sin embargo, la solución evita desarrollar el colector de manera paralela al cauce durante una longitud considerable. Con ello disminuye la exposición a zonas inundables, procesos de socavación, inestabilidad de márgenes, saturación del terreno y dificultades de acceso para mantenimiento. Esta característica representa una ventaja importante frente a la Alternativa 2.

La Alternativa 4 presenta una configuración hidráulica similar a la Alternativa 3, al estar compuesta por dos colectores por gravedad y la EBAR Ojo de Agua. También limita la

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 100 de 148

interacción ambiental a un cruce localizado de la quebrada y aprovecha parcialmente los corredores de la vía interna, el camellón Quiroga y la vía Las Marraneras. Asimismo, ofrece una cobertura favorable dentro del centro poblado.

No obstante, la Alternativa 4 presenta una longitud total aproximada de 4,27 km, superior a la Alternativa 3, y requiere cerca de 0,53 km de conducción dentro de cuatro o cinco predios privados. El trazado incluye un mayor número de cambios de alineamiento, una intervención predial más prolongada y una mayor longitud de colectores y estructuras. Estas condiciones incrementan la complejidad de gestión de servidumbres, construcción, inspección y mantenimiento, por lo que, aunque obtiene una calificación favorable, su resultado es inferior al de la Alternativa 3.

Como resultado de la evaluación, la Alternativa 3 – Vía Las Marraneras obtiene el mayor puntaje ponderado, con 84 puntos sobre 100, seguida por la Alternativa 4 con 78 puntos, la Alternativa 1 con 69 puntos y la Alternativa 2 con 53 puntos. La solución seleccionada no corresponde necesariamente al trazado de menor longitud ni a la alternativa con la máxima calificación individual en todos los criterios; su elección se fundamenta en que presenta el mejor equilibrio entre funcionamiento hidráulico, sostenibilidad operativa, viabilidad ambiental, afectación predial, facilidad constructiva y capacidad de cobertura.

En particular, la Alternativa 3 permite que los dos colectores principales operen por gravedad, concentra el bombeo únicamente en la EBAR Ojo de Agua común al sistema, limita la afectación predial a un tramo localizado, utiliza en mayor proporción corredores viales existentes y reduce la interacción con la quebrada a un cruce puntual. Asimismo, ofrece condiciones favorables de acceso para construcción y mantenimiento y evita los riesgos operativos derivados de una segunda estación de bombeo o los condicionantes ambientales asociados a un trazado prolongado junto al cauce.

En consecuencia, se selecciona la Alternativa 3 – Vía Las Marraneras para continuar con la ejecución del levantamiento topográfico y el desarrollo de la ingeniería de detalle. En la siguiente etapa deberán verificarse la delimitación y distribución de las áreas tributarias, los caudales de diseño, las pendientes y cotas de batea, los diámetros definitivos, las velocidades

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 101 de 148

y condiciones de autolimpieza, el control de energía en los tramos de alta pendiente, la capacidad del colector posterior a la confluencia, las características de la EBAR y de su línea de impulsión, la localización de los pozos, el diseño del cruce de la quebrada, las interferencias con redes existentes, las servidumbres requeridas y la capacidad de recepción de la STAR La Plazuela.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 102 de 148

7 ALTERNATIVAS COLECTORES PRINCIPAL Y SECUNDARIO OJO DE AGUA

Como resultado de la evaluación desarrollada en el capítulo anterior, se seleccionó la Alternativa 3 – Vía Las Marraneras como el corredor general más conveniente para la conducción de las aguas residuales del sector Ojo de Agua hacia la STAR La Plazuela. No obstante, durante las mesas de trabajo adelantadas con la Interventoría y el municipio se identificó la necesidad de complementar dicha solución mediante el análisis de los colectores secundarios requeridos para ampliar la cobertura y garantizar la adecuada recolección de los aportes provenientes de las vías internas, camellones y diferentes zonas del centro poblado. En consecuencia, las alternativas desarrolladas en el presente capítulo toman como base los componentes estructurantes de la solución previamente seleccionada y plantean distintas configuraciones para la integración de los colectores principal y secundarios, evaluando preliminarmente la continuidad del flujo por gravedad, los puntos de conexión, los requerimientos de bombeo, la longitud de las redes, las condiciones topográficas, las afectaciones prediales y ambientales, la facilidad constructiva y la accesibilidad para la futura operación y mantenimiento. Los trazados aquí presentados corresponden a una fase conceptual y comparativa, por lo que deberán ser verificados y ajustados mediante el levantamiento topográfico y la ingeniería de detalle una vez se seleccione la configuración más favorable.

7.1 ALTERNATIVA 1 CONEXIÓN A VIA COGUA – PLAZUELA

La Alternativa 1 plantea la conformación de un sistema integrado de recolección y transporte de aguas residuales compuesto por dos colectores principales, una red de colectores secundarios y la EBAR Ojo de Agua. La configuración busca recolectar los aportes generados en las diferentes zonas del centro poblado, aprovechando las condiciones topográficas para que la mayor parte de la infraestructura funcione por gravedad y concentrando el bombeo únicamente en las viviendas que no pueden conectarse directamente a las redes proyectadas. En conjunto, la alternativa presenta aproximadamente 5,71km de colectores a gravedad y 0,52km de línea de impulsión, para una longitud total de infraestructura lineal cercana a 6,23km. Por consiguiente, alrededor del 92% del sistema operaría por gravedad, mientras que el bombeo se limitaría a la EBAR Ojo de Agua.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 103 de 148

Ilustración 28. Trazado alternativa 1 Conexión A Vía Cogua – Plazuela



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El colector principal 1 inicia frente al camellón denominado “Los Cholos”, en una cota de terreno aproximada de 2.702 m.s.n.m., y continúa sobre la vía Cogua–La Plazuela hasta su llegada a la STAR La Plazuela. Este colector tiene una longitud preliminar de aproximadamente 2,16km y constituye el eje final de transporte de los caudales recolectados en el sector. Considerando una cota de terreno cercana a 2.595 m.s.n.m. en la llegada a la STAR, se presenta una diferencia altimétrica aproximada de 107m, equivalente a una pendiente media del terreno del orden del 4,95%. Esta tendencia resulta favorable para la conducción por gravedad; sin embargo, no deberá trasladarse directamente a la rasante de la tubería, debido a que el perfil presenta variaciones locales que deberán verificarse mediante el levantamiento topográfico de detalle.

El colector principal 2 inicia sobre la vía Las Marraneras, en un punto de divisoria de aguas localizado aproximadamente en la cota de terreno 2.695 m.s.n.m., y continúa por gravedad hasta conectarse con el colector principal 1, en una cota de terreno aproximada de 2.606 m.s.n.m. Este componente presenta una longitud cercana a 1,10km y una diferencia altimétrica

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 104 de 148

de aproximadamente 89m, correspondiente a una pendiente media del terreno del orden del 8,09%. La configuración topográfica permite prever su funcionamiento por gravedad, aunque las pendientes definitivas deberán establecerse de manera variable para controlar las velocidades, mantener profundidades razonables y evitar que la tubería quede con recubrimientos insuficientes o que se generen excavaciones excesivas.

En los tramos de mayor inclinación de los colectores principales deberá evaluarse la incorporación de pozos de caída, caídas escalonadas o estructuras de disipación de energía, con el propósito de controlar las velocidades y proteger las tuberías, banquetas y estructuras de inspección frente a condiciones de turbulencia o desgaste. En los sectores localmente más planos deberán verificarse la velocidad mínima, el esfuerzo cortante, la relación de llenado y las condiciones de autolimpieza, especialmente durante las etapas iniciales de operación, cuando los caudales transportados pueden ser inferiores a los correspondientes al horizonte de diseño.

La EBAR Ojo de Agua conserva la función prevista dentro de las alternativas evaluadas, recolectando las aguas residuales provenientes de las viviendas que, por su localización y configuración topográfica, no pueden incorporarse directamente por gravedad. La estación se ubica preliminarmente en una cota de terreno cercana a 2.695 m.s.n.m. y descarga mediante una línea de impulsión de aproximadamente 0,52km al colector principal 2. Para esta conducción se considera preliminarmente tubería de PEAD de 3 pulgadas, cuyo diámetro deberá verificarse en la ingeniería de detalle a partir del caudal de bombeo, la velocidad de transporte, las pérdidas de energía, el tiempo de permanencia del agua residual y la altura dinámica total del sistema.

La descarga de la impulsión al colector principal 2 deberá realizarse mediante una cámara especial de llegada y transición, diseñada para incorporar de manera controlada el flujo presurizado al sistema por gravedad, disipar la energía, reducir la turbulencia y evitar condiciones de retorno hacia la línea de impulsión. El colector receptor deberá verificarse para transportar simultáneamente los aportes recibidos por gravedad y el caudal bombeado por la EBAR, sin generar remansos, sobrecarga hidráulica o incrementos excesivos de nivel en los pozos de inspección. Durante el diseño hidraulico deberán determinarse el caudal de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 105 de 148

operación, el volumen útil del pozo húmedo, los niveles de arranque y parada, la frecuencia de encendido de los equipos, la potencia requerida, la redundancia del sistema y los elementos de control, protección y respaldo energético.

La red de colectores secundarios presenta una longitud total aproximada de 2,45km y tiene como función recolectar por gravedad las aguas residuales generadas en las viviendas localizadas a lo largo de las vías internas, camellones y corredores prediales del sector Ojo de Agua. Los ramales se plantean siguiendo las direcciones naturales de drenaje identificadas preliminarmente, conectándose progresivamente entre sí hasta concentrar los caudales en el sector localizado al final del camellón Quiroga, en una cota de terreno aproximada de 2.680 m.s.n.m.

En este punto se presenta la confluencia de la red secundaria con otro colector proveniente del costado opuesto de la quebrada Ojo de Agua. La unión deberá realizarse mediante una cámara especial de confluencia que permita recibir los aportes de los diferentes ramales, controlar los cambios de dirección y orientar el flujo hacia el tramo de salida. Deberán verificarse las cotas de batea de las tuberías de entrada y salida, los ángulos de incorporación, las posibles diferencias de nivel y la capacidad hidráulica del tramo localizado aguas abajo.

Después de la confluencia en el camellón Quiroga, el colector continúa por gravedad durante aproximadamente 220m por un corredor próximo a la quebrada Ojo de Agua, hasta conectarse con el colector principal 1 en una cota de terreno aproximada de 2.670 m.s.n.m. La diferencia de terreno de aproximadamente 10m en este tramo representa una pendiente topográfica media cercana al 4,55%, condición favorable preliminarmente para mantener la continuidad del flujo por gravedad. No obstante, la cercanía al cauce obliga a verificar la estabilidad de la margen, las zonas potencialmente inundables, la posible socavación, el nivel freático, la saturación del suelo y la accesibilidad para construcción y mantenimiento.

La alternativa contempla dos cruces de la quebrada Ojo de Agua: uno en el sector del camellón Quiroga y otro antes de la conexión de los dos colectores principales. Estos cruces deberán diseñarse como pasos especiales, con base en la topografía, el estudio hidrológico e hidráulico del cauce y la caracterización geotécnica del sector. Para cada cruce será necesario analizar

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 106 de 148

los niveles máximos de agua, la profundidad potencial de socavación, la estabilidad de las márgenes, el recubrimiento de la tubería, el control de flotación, la flexibilidad de las uniones y las obras de protección requeridas. Dependiendo de la solución constructiva seleccionada, deberán adelantarse los permisos y autorizaciones ambientales aplicables, entre ellos la ocupación de cauce.

Los pozos próximos a la quebrada deberán ubicarse por fuera de zonas inundables y de sectores expuestos a erosión, socavación o pérdida de soporte. En caso de que el estudio hidrológico e hidráulico obligue a desplazar las estructuras hacia terrenos de mayor pendiente, deberán analizarse las condiciones de acceso, la estabilidad de las excavaciones y la posible necesidad de entibados, plataformas temporales, excavaciones manuales u obras de protección y mitigación del riesgo.

Para los colectores principales y secundarios se adopta preliminarmente tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, aproximadamente DN 200, con una profundidad inicial de instalación del orden de 1,50m. Estos valores son conceptuales y deberán confirmarse durante la ingeniería de detalle mediante la delimitación de las áreas tributarias, la proyección de la población, el cálculo de los caudales sanitarios, la infiltración, las conexiones erradas, los factores de mayoración, la modelación hidráulica y la verificación de los criterios mínimos establecidos en la normativa técnica aplicable.

La profundidad de 1,50m deberá ajustarse en función de las cotas de las conexiones domiciliarias, los perfiles de las vías, las interferencias existentes y las condiciones de los cruces. En los sectores de alta pendiente podrá ser necesario seguir parcialmente el perfil del terreno o incorporar estructuras de caída para evitar profundidades excesivas. En las proximidades de la quebrada deberán emplearse tuberías, uniones y pozos con condiciones adecuadas de hermeticidad, con el propósito de reducir el ingreso de aguas superficiales o subterráneas al sistema sanitario.

Para los 5,71km de colectores por gravedad se considera preliminarmente una separación aproximada de 70m entre pozos de inspección. Aplicando este criterio se obtiene un orden de magnitud cercano a 85 estructuras, antes de incorporar los ajustes derivados de la distribución

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 107 de 148

ramificada de la red secundaria. La cantidad definitiva podrá incrementarse por los cambios de dirección y pendiente, las conexiones entre ramales, la cámara de descarga de la EBAR, las confluencias, los cruces de la quebrada y las estructuras de caída que resulten necesarias. En la línea de impulsión no se proyectan pozos de inspección convencionales, sino cámaras para válvulas de aislamiento y retención, purgas, accesorios para el manejo de aire y demás elementos requeridos por el perfil definitivo.

Desde el componente predial, la alternativa presenta afectación sobre aproximadamente 19 predios privados, principalmente como consecuencia del trazado de los colectores secundarios. La intervención requiere la constitución de servidumbres permanentes para la instalación de las tuberías, la localización de pozos y el acceso futuro durante las actividades de inspección, limpieza, reparación y mantenimiento. En la definición definitiva del alineamiento deberá procurarse el aprovechamiento de linderos y corredores existentes, con el fin de reducir la fragmentación predial y la afectación sobre viviendas, cultivos, pastos, invernaderos y demás actividades productivas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 109 de 148

Desde el componente constructivo, el colector principal 1 se desarrolla sobre la vía Cogua–La Plazuela, la cual presenta pavimento en asfalto flexible. Su intervención requerirá corte y reposición de la estructura del pavimento, manejo temporal del tránsito, compactación controlada de los rellenos y coordinación con las redes de servicios existentes. El punto de conexión de los colectores deberá evaluarse cuidadosamente, dado que podría requerir una excavación de mayor profundidad o la implementación de metodologías constructivas especiales para reducir la afectación sobre la movilidad y la infraestructura vial.

Las vías internas del centro poblado presentan sectores en placa huella, por lo que la construcción de los colectores secundarios implicará demoliciones localizadas y la posterior restitución de las placas, vigas y elementos de confinamiento intervenidos. La vía Las Marraneras y los camellones presentan superficie en afirmado, condición que facilita preliminarmente la excavación, pero exige mantener el funcionamiento de las cunetas y drenajes y realizar una adecuada reposición del material granular para evitar asentamientos, erosión o pérdida de transitabilidad.

En términos generales, la alternativa presenta como principales ventajas una alta proporción de funcionamiento por gravedad, la utilización de una única EBAR, la posibilidad de recolectar una parte significativa de las aguas residuales del centro poblado y la utilización del colector de la vía Cogua–La Plazuela como eje final de transporte hacia la STAR. Asimismo, la configuración permite organizar los aportes de los colectores secundarios en función de la topografía y concentrarlos antes de su incorporación al sistema principal.

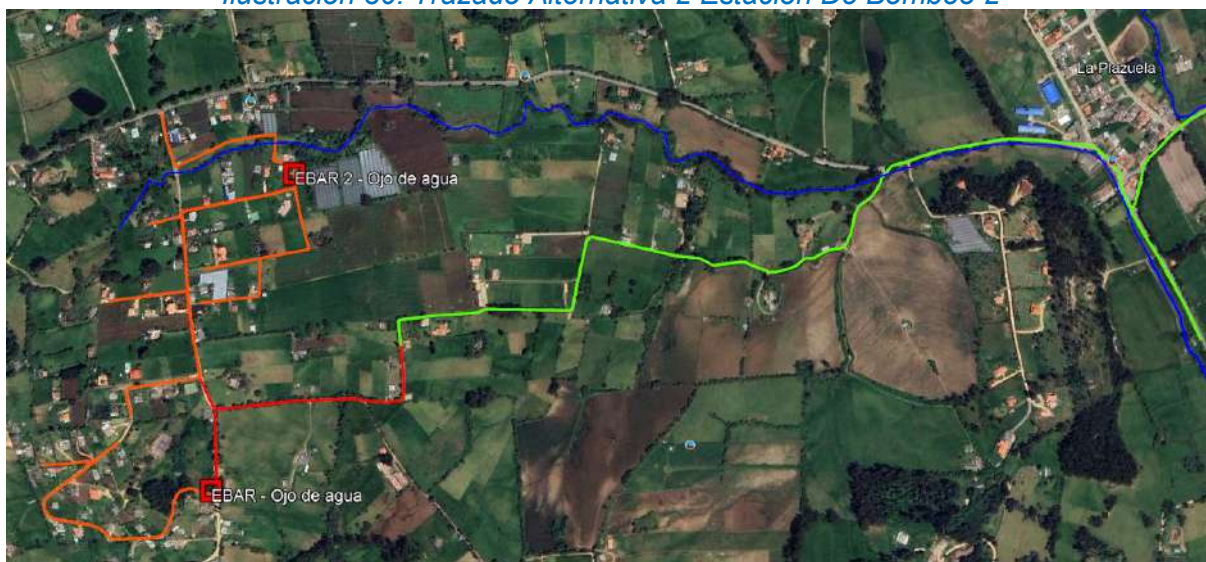
Sus principales condicionantes corresponden a la afectación de 19 predios privados, la longitud y ramificación de la red secundaria, la necesidad de aproximadamente 85 pozos de inspección, los dos cruces de la quebrada Ojo de Agua, el tramo próximo al cauce, la intervención de vías con diferentes tipos de superficie y la necesidad de verificar la capacidad hidráulica en las cámaras de confluencia y en los tramos que reciben los caudales acumulados. En consecuencia, la alternativa se considera técnicamente viable a nivel conceptual, pero su conveniencia final dependerá de los resultados de la topografía de detalle, la modelación hidráulica, el estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada, la definición de las obras de cruce y protección y la viabilidad de la gestión predial requerida.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 110 de 148

7.2 ALTERNATIVA 2 ESTACIÓN DE BOMBEO 2

La Alternativa 2 contempla un sistema integrado de recolección y transporte de aguas residuales conformado por un colector principal con funcionamiento por gravedad, una red de colectores secundarios, la EBAR Ojo de Agua y una segunda estación de bombeo denominada EBAR 2. En esta configuración, los colectores secundarios recolectan por gravedad los aportes de las viviendas localizadas en las vías internas, camellones y corredores prediales del sector Ojo de Agua, concentrándolos en el punto bajo localizado al final del camellón Quiroga, donde se proyecta la construcción de la EBAR 2. Desde esta estación, las aguas residuales serían impulsadas hasta el sector del antiguo salón comunal, lugar en el cual la conducción se uniría con la línea de impulsión proveniente de la EBAR Ojo de Agua y continuaría mediante una tubería común hasta descargar en el colector principal proyectado sobre la vía Las Marraneras.

Ilustración 30. Trazado Alternativa 2 Estación De Bombeo 2



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El colector principal corresponde al mismo eje denominado colector principal 2 en la alternativa anterior. Su trazado inicia en un punto alto o divisoria de aguas localizado sobre la vía Las Marraneras, en una cota de terreno aproximada de 2.695 m.s.n.m., y continúa por gravedad a lo largo de esta vía hasta incorporarse al corredor Cogua–La Plazuela. Posteriormente sigue

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 111 de 148

por la vía principal hasta su llegada a la STAR La Plazuela, localizada en una cota de terreno aproximada de 2.595 m.s.n.m. Este colector presenta una longitud preliminar cercana a 1,90km y una diferencia altimétrica aproximada de 100m entre sus extremos, equivalente a una pendiente topográfica media del orden del 5,26%, condición que permite prever preliminarmente la continuidad del transporte por gravedad.

La pendiente media del terreno no deberá trasladarse directamente a la rasante de la tubería, debido a que el perfil presenta variaciones locales que deberán definirse mediante el levantamiento topográfico de detalle. En los sectores de mayor inclinación podrán requerirse pendientes variables, pozos de caída o estructuras de disipación de energía para controlar las velocidades y conservar profundidades de instalación razonables. En los sectores localmente más planos deberán verificarse la velocidad mínima, el esfuerzo cortante, la relación de llenado y las condiciones de autolimpieza, particularmente durante los primeros años de operación, cuando los caudales transportados pueden ser inferiores a los correspondientes al horizonte de diseño.

La red de colectores secundarios que confluye hacia la EBAR 2 presenta una longitud preliminar aproximada de 2,11km y opera por gravedad, recolectando los aportes de las viviendas de acuerdo con la configuración topográfica del centro poblado. A esta red se incorpora un colector adicional de aproximadamente 0,32km, localizado en la margen derecha de la quebrada Ojo de Agua, el cual inicia aproximadamente en la cota de terreno 2.700 m.s.n.m., cruza el cuerpo de agua en un sector cuya cota de terreno es cercana a 2.684 m.s.n.m. y continúa hasta descargar en la EBAR 2. De esta manera, la longitud total de redes secundarias a gravedad sería del orden de 2,43km.

Los ramales secundarios deberán conectarse progresivamente mediante pozos o cámaras de confluencia, procurando orientar los flujos en el sentido de la conducción principal y evitando encuentros frontales que puedan generar turbulencias, pérdidas localizadas o depósitos de sólidos. La capacidad de los tramos localizados aguas abajo de cada confluencia deberá verificarse con el caudal acumulado de los ramales conectados, incluyendo los aportes domésticos, la infiltración, las conexiones erradas y los factores de mayoración que se definan en la ingeniería de detalle.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 112 de 148

Para los colectores principal y secundarios se contempla preliminarmente tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, aproximadamente DN 200, con una profundidad inicial de instalación del orden de 1,50m. Estos valores tienen carácter conceptual y deberán confirmarse mediante la delimitación de las áreas tributarias, el cálculo de los caudales de diseño, la topografía y la modelación hidráulica. La profundidad deberá ajustarse en función de las cotas de las conexiones domiciliarias, las interferencias con otras redes, los cruces viales y de quebrada y la necesidad de mantener recubrimientos adecuados bajo las cargas vehiculares.

La EBAR 2 se localizaría al final del camellón Quiroga, en una cota de terreno aproximada entre 2.685 y 2.686 m.s.n.m., y recibiría la totalidad de los caudales transportados por los colectores secundarios. Esta estación tendría un pozo húmedo con una profundidad conceptual entre 3 y 4m y dispondría de acceso para vehículos y equipos de operación y mantenimiento. La ubicación definitiva deberá verificar la disponibilidad del predio, la estabilidad del terreno, la cercanía a las viviendas, el nivel freático, las condiciones de inundación, el drenaje superficial y la posibilidad de ampliación futura.

Desde la EBAR 2 se proyecta una línea de impulsión exclusiva de aproximadamente 0,51km, la cual retornaría por el camellón Quiroga, continuaría por la vía interna del centro poblado y llegaría hasta el punto de unión localizado frente al antiguo salón comunal, en una cota de terreno aproximada de 2.710 m.s.n.m. La diferencia entre las cotas de terreno de la estación y el punto de unión es del orden de 24 a 25m. Al considerar la profundidad del pozo húmedo, la altura estática medida desde los niveles inferiores de operación podría encontrarse preliminarmente entre 27 y 29m, antes de adicionar las pérdidas por fricción, accesorios, válvulas y condiciones de descarga. La altura dinámica total deberá calcularse en el diseño definitivo mediante el perfil topográfico de la impulsión y la curva hidráulica del sistema.

La EBAR Ojo de Agua conserva la misma función, ubicación y configuración definida en la alternativa anterior, recolectando los aportes de las viviendas que, por su posición topográfica, no pueden incorporarse por gravedad. Su línea de impulsión exclusiva tendría una longitud aproximada de 0,14km hasta el punto de unión frente al antiguo salón comunal. En este lugar las impulsiones de las dos estaciones se conectarían mediante una tee o múltiple de impulsión

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 113 de 148

y continuarían a presión a través de una única tubería durante aproximadamente 0,38km, hasta descargar en el colector principal localizado en la cota de terreno 2.695 m.s.n.m.

La unión de las dos impulsiones constituye uno de los puntos hidráulicamente más importantes de la alternativa. Cada ramal deberá contar con válvula de retención y válvula de aislamiento antes de su incorporación al múltiple, con el propósito de impedir el retorno del flujo hacia la estación que se encuentre fuera de servicio y permitir el mantenimiento independiente de los equipos. También deberán contemplarse facilidades para medición de presión, drenaje, desmontaje de accesorios y aislamiento del tramo común.

Debido a que las dos estaciones podrán operar simultáneamente, el tramo común deberá verificarse para transportar la suma de los caudales de bombeo sin generar velocidades excesivas, pérdidas de carga elevadas, sobrepresiones o desplazamientos desfavorables de los puntos de operación de las bombas. Aunque preliminarmente se plantea mantener un diámetro de 3 pulgadas en PEAD para las impulsiones exclusivas y el tramo común, este valor deberá considerarse estrictamente conceptual. La ingeniería de detalle deberá establecer si dicho diámetro resulta suficiente para la operación simultánea o si es necesario incrementar el diámetro del tramo compartido.

La conexión presión–presión también exige analizar la interacción entre las curvas de las dos bombas y la curva del sistema común. El arranque de una estación puede modificar la contrapresión observada por la otra, por lo que deberán evaluarse escenarios de funcionamiento individual, simultáneo, arranque y parada. Dependiendo de los resultados, podrá ser necesario implementar variadores de frecuencia, secuencias de arranque escalonadas o una lógica de control coordinada que garantice que ambas estaciones operen dentro de rangos adecuados de eficiencia y sin interferirse hidráulicamente.

El tramo común parte aproximadamente desde la cota de terreno 2.710 m.s.n.m. y finaliza en la cota 2.695 m.s.n.m., presentando una tendencia descendente hacia el colector principal. Esta condición obliga a verificar la presencia de puntos altos, la acumulación de aire, la generación de presiones negativas durante las paradas y los transientes hidráulicos asociados a cierres de válvulas o interrupciones de energía. De acuerdo con el perfil definitivo, deberán

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 114 de 148

incorporarse ventosas, purgas, elementos de protección contra golpe de ariete y las demás obras requeridas para garantizar la seguridad de la conducción.

La descarga de la impulsión común al colector principal deberá realizarse mediante una cámara especial de llegada y transición, y no mediante una conexión directa convencional. Esta estructura deberá disipar la energía del flujo presurizado, controlar la turbulencia, facilitar la ventilación e inspección y evitar condiciones de retorno hacia la tubería de impulsión. El colector receptor deberá verificarse para transportar el caudal conjunto descargado por las dos EBAR, además de los aportes incorporados directamente por gravedad, sin producir sobrecargas, remansos o incrementos excesivos del nivel hidráulico.

Para la EBAR 2 deberá contemplarse una configuración de bombeo con redundancia operativa, como mínimo mediante un esquema de bomba en servicio y bomba de reserva, además de válvulas de retención y aislamiento, sistemas de alarma, medición de niveles, ventilación, control de olores y almacenamiento temporal ante contingencias. La estación deberá disponer de capacidad suficiente para atender una interrupción breve del bombeo sin producir reboses hacia el terreno o la quebrada.

En el sector existe disponibilidad de red eléctrica; no obstante, podrá evaluarse la incorporación de un sistema solar fotovoltaico para reducir el consumo de energía convencional. Debido al carácter continuo y crítico del servicio de alcantarillado, la generación fotovoltaica no deberá asumirse preliminarmente como la única fuente de alimentación, salvo que se demuestre la disponibilidad de almacenamiento y respaldo suficiente para atender los periodos sin radiación solar y los arranques de las bombas. En consecuencia, resulta más conveniente evaluar una solución híbrida compuesta por red eléctrica, generación fotovoltaica y un sistema de respaldo o emergencia, cuya configuración definitiva dependerá de la demanda energética, el área disponible y el análisis de confiabilidad.

Para los aproximadamente 4,33km de colectores a gravedad se considera una separación preliminar de 70m entre pozos de inspección, de acuerdo con el criterio utilizado en la alternativa anterior. Bajo este supuesto se obtiene un orden de magnitud cercano a 63 estructuras, antes de adicionar pozos o cámaras especiales por cambios de dirección,

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 115 de 148

confluencias de ramales, llegada a la EBAR 2, cambios de pendiente y cruces de la quebrada. La cantidad definitiva será probablemente superior debido al carácter ramificado de la red secundaria. En las líneas de impulsión no se proyectan pozos de inspección convencionales, sino cámaras para válvulas, purgas, ventosas y accesorios especiales.

La alternativa contempla dos cruces de la quebrada Ojo de Agua. El primero corresponde al colector secundario proveniente de la margen derecha antes de su llegada a la EBAR 2, y el segundo se localiza sobre el trazado del colector principal antes de su salida hacia la vía Cogua–La Plazuela. Ambos cruces deberán diseñarse como pasos especiales, con base en los resultados de la topografía, el estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada y la caracterización geotécnica del sector.

Para cada cruce deberán verificarse los niveles máximos del agua, la socavación potencial, la estabilidad de las márgenes, la profundidad de instalación, el recubrimiento, el anclaje, la flotación y la necesidad de obras de protección o restauración. Los pozos próximos al cauce deberán ubicarse fuera de las zonas inundables y de sectores expuestos a erosión o pérdida de soporte. Dependiendo de la solución constructiva, deberán tramitarse las autorizaciones ambientales aplicables, incluyendo la ocupación de cauce.

Desde el componente predial, la alternativa afecta aproximadamente 17 predios privados, incluyendo las servidumbres requeridas para los colectores secundarios, los corredores de las impulsiones y el área necesaria para la implantación de la EBAR 2. Aunque representa una reducción frente a los 19 predios identificados en la alternativa anterior, la estación introduce una afectación puntual de alta relevancia, dado que requiere un predio con área suficiente, disponibilidad permanente, acceso vehicular, conexión eléctrica y condiciones adecuadas frente a inundación, estabilidad y cercanía a las viviendas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 116 de 148

Ilustración 31. Afectación predial de la Alternativa 2



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

El hecho de que la impulsión de la EBAR 2 utilice parte del mismo corredor de servidumbre previsto para los colectores no implica necesariamente la ausencia total de afectación adicional. La instalación de una tubería a presión puede requerir ampliar la franja disponible, incorporar cámaras de válvulas, establecer restricciones adicionales al uso del suelo y garantizar espacio para reparaciones futuras. Estas condiciones deberán quedar incorporadas en la constitución de las servidumbres y en los acuerdos con los propietarios.

Desde el componente constructivo se mantienen las condiciones generales de los corredores evaluados. La vía Cogua–La Plazuela presenta pavimento en asfalto flexible, por lo que cualquier intervención deberá contemplar corte, excavación, relleno, compactación y

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 117 de 148

reposición de la estructura vial, además del manejo temporal del tránsito. Las vías internas de Ojo de Agua presentan sectores en placa huella, cuya intervención exige demoliciones localizadas y reposición integral de los elementos afectados. La vía Las Marraneras y los camellones presentan superficie en afirmado, facilitando preliminarmente las excavaciones, aunque deberán conservarse las cunetas y drenajes y restituirse las condiciones de transitabilidad.

En términos generales, la Alternativa 2 presenta como ventajas la reducción de la afectación predial frente a la alternativa anterior, la concentración de los colectores secundarios en una estación localizada en el punto bajo y la disminución de las profundidades de excavación que podrían requerirse para conservar una conducción completamente por gravedad. Asimismo, la impulsión permite superar los controles topográficos del sector y conectarse con el colector principal sin prolongar un colector profundo por las vías internas.

Sus principales condicionantes corresponden a la incorporación de una segunda estación de bombeo, la operación simultánea de las dos EBAR, la utilización de un tramo común de impulsión de 3 pulgadas, la dependencia energética, el mantenimiento especializado, la necesidad de almacenamiento ante contingencias, los dos cruces de la quebrada y la gestión predial asociada a 17 predios. En consecuencia, la alternativa se considera técnicamente viable a nivel conceptual, pero presenta una mayor complejidad operativa y electromecánica que una solución predominantemente por gravedad. Su conveniencia deberá determinarse mediante la comparación multicriterio, una vez se definan los caudales, la capacidad de las impulsiones, las curvas de bombeo, el consumo energético, las obras de cruce, los costos del ciclo de vida y la viabilidad del predio requerido para la EBAR 2.

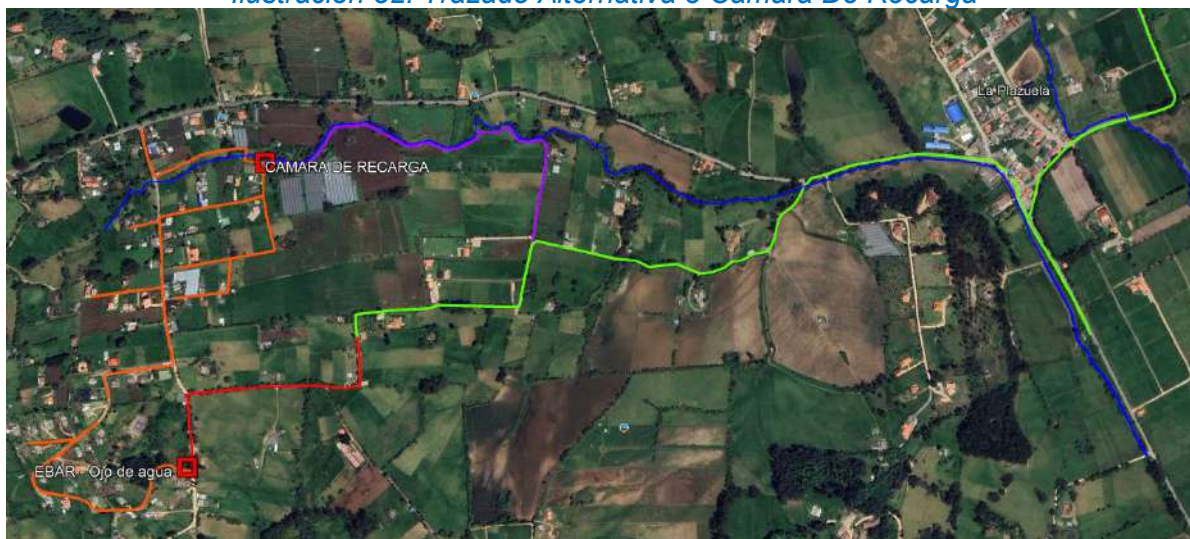
7.3 ALTERNATIVA 3 CAMARA DE CARGA

La Alternativa 3 contempla un sistema mixto de recolección y transporte de aguas residuales, conformado por un colector principal con funcionamiento por gravedad, una red de colectores secundarios, la EBAR Ojo de Agua y una cámara de carga desde la cual se inicia una conducción cerrada que operaría a presión por efecto de la diferencia de nivel disponible, sin requerir equipos de bombeo adicionales. Esta configuración busca aprovechar la energía

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 118 de 148

potencial generada por la topografía para transportar los caudales recolectados en el centro poblado hasta el colector principal ubicado aguas abajo.

Ilustración 32. Trazado Alternativa 3 Cámara De Recarga



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

El colector principal corresponde al mismo eje previsto en la alternativa anterior. Su trazado inicia sobre la vía Las Marraneras, en una cota de terreno aproximada de 2.695 m.s.n.m., continúa por gravedad hasta incorporarse a la vía Cogua–La Plazuela y posteriormente sigue hasta la STAR La Plazuela, localizada en una cota de terreno aproximada de 2.595 m.s.n.m. Este colector presenta una longitud cercana a 1,90km y una diferencia altimétrica del orden de 100m entre sus extremos, condición que permite prever preliminarmente una conducción continua por gravedad.

La pendiente media del terreno no deberá adoptarse directamente como pendiente de diseño de la tubería. Durante la ingeniería de detalle será necesario establecer una rasante con pendientes variables, controlar las velocidades en los sectores de mayor inclinación y evitar profundidades de excavación excesivas. Cuando las condiciones topográficas lo requieran, deberán evaluarse pozos de caída, caídas escalonadas o estructuras de disipación de energía. En los sectores de menor pendiente deberán verificarse la velocidad mínima, el esfuerzo cortante, la relación de llenado y las condiciones de autolimpieza.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 119 de 148

La red de colectores secundarios que conduce las aguas residuales hacia la cámara de carga presenta una longitud aproximada de 1,54km. Estos ramales funcionarían por gravedad y recolectarían los aportes de las viviendas localizadas en las vías internas, camellones y corredores prediales del sector Ojo de Agua, de acuerdo con las direcciones naturales de drenaje identificadas preliminarmente.

A esta red se incorpora un colector adicional de aproximadamente 0,30km, proveniente de la margen derecha de la quebrada Ojo de Agua. Este componente deberá cruzar el cauce antes de llegar a la cámara de carga y deberá diseñarse como un paso especial, considerando las condiciones hidráulicas de la quebrada, la estabilidad de sus márgenes, la socavación potencial, el recubrimiento de la tubería, la flotación y las obras de protección que resulten necesarias.

En conjunto, los colectores secundarios presentan una longitud aproximada de 1,84km y confluyen en la cámara de carga localizada en una cota de terreno cercana a 2.681 m.s.n.m. Esta estructura reemplaza la EBAR 2 planteada en la alternativa anterior y tiene como función recibir los caudales transportados por gravedad, proporcionar el nivel hidráulico requerido para alimentar la conducción cerrada y permitir la transición entre el régimen de flujo libre de los colectores secundarios y el régimen presurizado de la tubería de salida.

La cámara se proyecta como una estructura cerrada para reducir la propagación de olores hacia la comunidad. No obstante, no deberá configurarse como un tanque completamente hermético, dado que la entrada y salida de caudales produciría compresión o depresión del aire contenido en su interior. En consecuencia, deberá contar con un sistema de ventilación controlada, acompañado, cuando resulte necesario, de filtros de carbón activado, biofiltros u otros mecanismos de control de olores.

La cámara deberá disponer de acceso para inspección y limpieza, fondo con pendientes que reduzcan la acumulación de sólidos, mecanismos de lavado, elementos de seguridad y facilidades para el aislamiento de la conducción. La entrada a la tubería presurizada deberá permanecer adecuadamente sumergida y contar con condiciones que eviten la formación de vórtices y el ingreso de aire. También deberá preverse una estructura de alivio o contingencia

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 120 de 148

que permita manejar situaciones excepcionales sin generar reboses no controlados hacia el terreno o la quebrada.

Desde la cámara se proyecta una conducción a presión de aproximadamente 0,78km, construida preliminarmente en tubería de Pead de 4 pulgadas. Esta conducción se desarrolla por un corredor próximo a la quebrada Ojo de Agua y continúa hasta su conexión con el colector principal, en una cota de terreno aproximada de 2.638 m.s.n.m.

Entre la cámara y el punto de conexión existe una diferencia de cotas de terreno cercana a 43m, equivalente a una pendiente media del corredor del orden del 5,5%. Esta diferencia evidencia preliminarmente la disponibilidad de energía potencial para transportar los caudales sin bombeo. Sin embargo, la carga hidráulica real deberá calcularse a partir del nivel mínimo de agua dentro de la cámara y de la cota piezométrica requerida en la descarga, descontando las pérdidas de energía por fricción, accesorios, cambios de dirección, válvulas y estructuras de entrada y salida.

El perfil preliminar señala que la conducción presenta una tendencia continuamente descendente, con un punto alto aproximado en la cota de terreno 2.679 m.s.n.m. y un punto bajo cercano a 2.638 m.s.n.m. Esta condición reduce preliminarmente el riesgo de pérdida de continuidad hidráulica por contrapendientes; no obstante, la topografía deberá verificar que la cota de la tubería en el punto más alto quede por debajo del nivel mínimo de operación de la cámara. De no cumplirse esta condición, podrían presentarse acumulación de aire, interrupción del flujo o necesidad de operar el sistema bajo condiciones de sifón.

El diámetro de 4 pulgadas debe considerarse conceptual y deberá verificarse mediante el cálculo de los caudales aportados por los colectores secundarios y de la carga disponible. Un diámetro reducido puede favorecer velocidades suficientes para transportar sólidos y disminuir la sedimentación, pero aumenta las pérdidas de energía y las presiones requeridas. Un diámetro mayor disminuye las pérdidas hidráulicas, pero puede generar velocidades bajas, tiempos de permanencia elevados y acumulación de sólidos durante los periodos de menor caudal.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 121 de 148

La modelación deberá evaluar el comportamiento del sistema para los caudales mínimos, medios y máximos, verificando la velocidad, las pérdidas de carga, las presiones máximas y mínimas, el tiempo de permanencia de las aguas residuales y la capacidad de reiniciar el flujo después de una suspensión temporal. También deberá comprobarse la presión nominal requerida para la tubería y sus accesorios, especialmente en los puntos bajos donde se podrían presentar las mayores presiones internas.

Aunque la conducción no cuenta con equipos de bombeo, seguirá siendo necesario analizar los fenómenos transitorios asociados al llenado, vaciado, cierre de válvulas y posible ingreso o expulsión de aire. Dependiendo del perfil definitivo, deberán incorporarse válvulas de admisión y expulsión de aire, purgas en los puntos bajos, válvulas de aislamiento y puntos para limpieza y lavado de la tubería. La localización de estos elementos deberá garantizar el acceso permanente para operación y mantenimiento.

Uno de los principales condicionantes sanitarios corresponde al transporte de aguas residuales crudas a través de una conducción de diámetro relativamente reducido. La presencia de sólidos, grasas y materiales no biodegradables puede generar obstrucciones si no se mantienen velocidades adecuadas. Por esta razón, la cámara deberá facilitar la inspección y el retiro de materiales acumulados, y la conducción deberá contar con mecanismos que permitan realizar lavados hidráulicos, limpieza mecánica o mantenimiento periódico.

Durante los periodos de bajo aporte, la tubería podría operar con velocidades reducidas o permanecer temporalmente con agua residual en su interior, favoreciendo condiciones sépticas, generación de gases y liberación de olores en la estructura de descarga. Estos aspectos deberán ser evaluados mediante el cálculo del tiempo de retención y la definición de medidas de ventilación, limpieza y control de corrosión.

La descarga de la conducción presurizada al colector principal deberá realizarse mediante una cámara especial de llegada, transición y quiebre de presión. Esta estructura deberá transformar de manera controlada el flujo presurizado en flujo a superficie libre, disipar la energía disponible, evitar turbulencias excesivas y facilitar la ventilación e inspección. La

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 122 de 148

descarga directa de la tubería de presión dentro de un pozo convencional podría ocasionar deterioro de las banquetas, salpicaduras, liberación de gases, remansos o sobrecarga del colector receptor.

Aguas abajo de esta cámara deberá verificarse que el colector principal tenga capacidad suficiente para transportar el caudal proveniente de la conducción presurizada, sumado a los aportes que reciba directamente por gravedad y a la descarga de la EBAR Ojo de Agua. La modelación deberá comprobar los niveles hidráulicos, la relación de llenado, las velocidades y la ausencia de condiciones de remanso o sobrecarga en el tramo que continúa hacia la STAR La Plazuela.

La EBAR Ojo de Agua mantiene la misma función definida para las alternativas anteriores y constituye la única estación de bombeo de esta configuración. Su línea de impulsión presenta una longitud aproximada de 0,50km y descarga al inicio del colector principal. Para esta conducción se mantienen preliminarmente las características conceptuales consideradas previamente, incluyendo el uso de tubería de PEAD y la verificación posterior del diámetro, la altura dinámica total, la potencia requerida y las condiciones de operación.

La Alternativa 3 comprende aproximadamente 3,74km de colectores por gravedad, correspondientes a 1,90km del colector principal y 1,84km de colectores secundarios. Adicionalmente, presenta aproximadamente 0,78 km de la tubería alimentada por la cámara de carga y 0,50 km de la impulsión de la EBAR Ojo de Agua. En consecuencia, la longitud total de infraestructura lineal es cercana a 4,97 km.

Para los colectores por gravedad se contempla preliminarmente tubería de PVC para alcantarillado sanitario de 8 pulgadas, aproximadamente DN 200, con una profundidad inicial del orden de 1,50m y una separación aproximada de 70m entre pozos de inspección. Aplicando este criterio a los 3,74km de redes por gravedad se obtiene un orden de magnitud cercano a 55 pozos, antes de adicionar estructuras por cambios de dirección, pendiente, conexiones de ramales, cruces de quebrada, llegada a la cámara y descarga de la EBAR.

La cantidad definitiva podrá ser superior debido al carácter ramificado de la red secundaria. En la conducción a presión no se proyectarán pozos de inspección convencionales, sino

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 123 de 148

cámaras para válvulas de aislamiento, admisión y expulsión de aire, purgas y elementos de limpieza. Estas estructuras deberán ubicarse fuera de zonas inundables y contar con acceso permanente.

La alternativa contempla dos cruces de la quebrada Ojo de Agua, los cuales deberán diseñarse con base en el levantamiento topográfico, el estudio hidrológico e hidráulico y la caracterización geotécnica del cauce. Para cada cruce deberán analizarse los niveles máximos del agua, las velocidades, la socavación potencial, la estabilidad de las márgenes, el recubrimiento de las tuberías, el anclaje, la flotación y la necesidad de obras de protección o restauración.

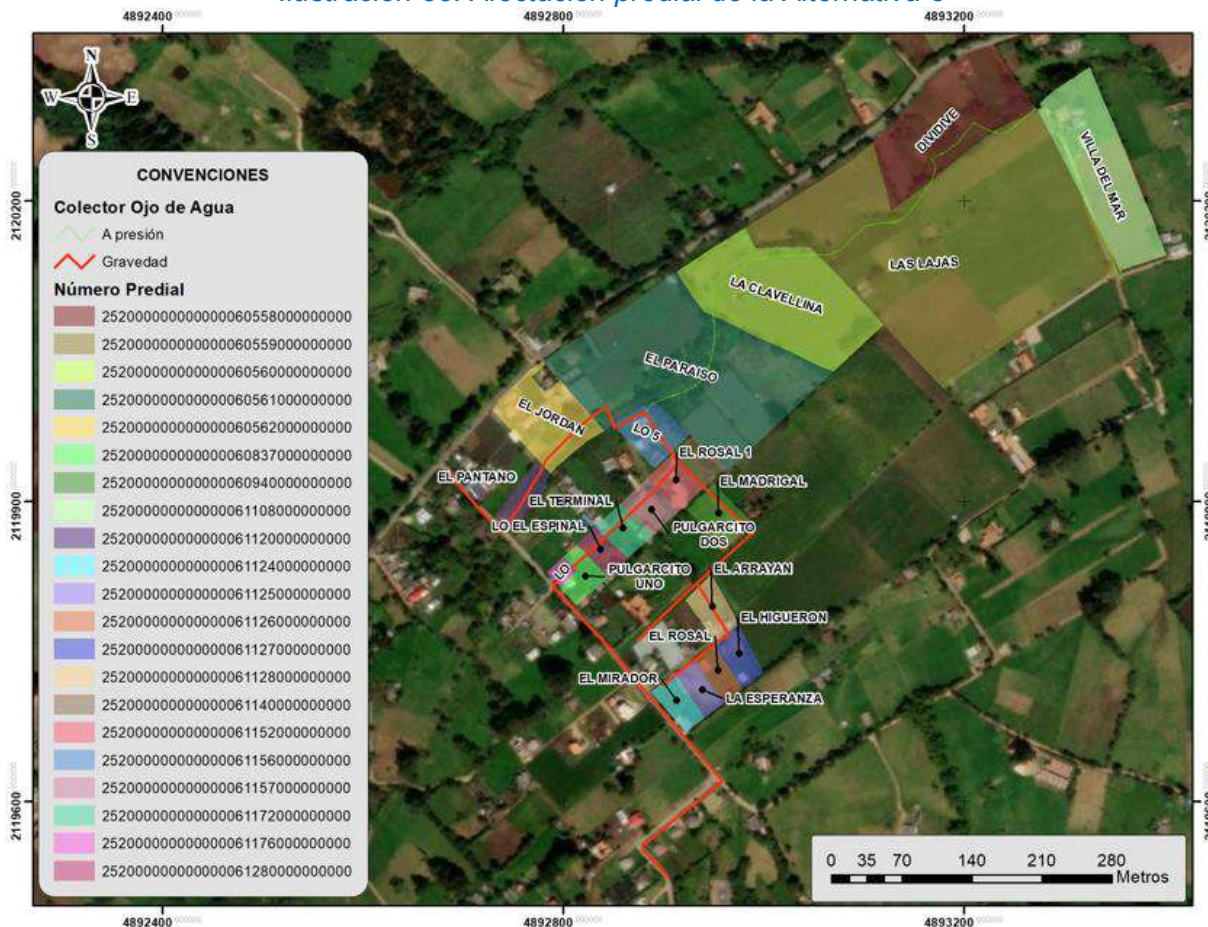
El tramo de la conducción a presión localizado próximo a la quebrada también deberá verificar su posición respecto de la ronda hídrica, las zonas inundables y los sectores expuestos a erosión o pérdida de soporte. Aunque se trate de una tubería cerrada, una falla estructural o pérdida de hermeticidad podría generar una descarga directa de aguas residuales al suelo o al cuerpo de agua. Por esta razón, deberán seleccionarse uniones herméticas, una clase de presión adecuada y medidas de protección frente a movimientos del terreno y socavación.

Dependiendo de la ubicación definitiva de los cruces y del corredor paralelo al cauce, deberán adelantarse las autorizaciones ambientales correspondientes, incluyendo los permisos de ocupación de cauce y las medidas de manejo, restauración o compensación que determine la autoridad ambiental.

Desde el componente predial, la alternativa presenta afectación sobre aproximadamente 22 predios privados, constituyéndose preliminarmente en la configuración con mayor intervención predial entre las alternativas planteadas en el capítulo. Las afectaciones se relacionan con los colectores secundarios, la conducción a presión, la ubicación de la cámara de carga, las cámaras de válvulas y los accesos requeridos para construcción y mantenimiento.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 124 de 148

Ilustración 33. Afectación predial de la Alternativa 3



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

La gestión predial deberá contemplar servidumbres permanentes para las tuberías y estructuras, así como corredores de acceso que permitan realizar inspecciones, reparaciones, lavados y reposiciones durante la vida útil del sistema. La instalación de una conducción presurizada dentro de predios privados puede generar restricciones adicionales al uso del suelo, debido a la necesidad de protegerla frente a construcciones, excavaciones futuras o cargas externas.

Desde el componente constructivo se mantienen las condiciones generales identificadas para las alternativas anteriores. El colector principal interviene corredores con pavimento en asfalto flexible, las vías internas de Ojo de Agua presentan sectores en placa huella y los camellones

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 125 de 148

y vías rurales cuentan con superficie en afirmado. Cada intervención deberá incluir el manejo de tránsito, la protección de las redes existentes y la adecuada reposición de pavimentos, placas, cunetas y materiales granulares.

En términos generales, la Alternativa 3 presenta como principal ventaja la eliminación de la EBAR 2, sustituyéndola por una cámara de carga que permitiría aprovechar la diferencia topográfica para transportar los caudales sin consumo adicional de energía eléctrica ni equipos electromecánicos. Esta condición reduciría la dependencia energética, el número de bombas, los costos recurrentes de operación y el riesgo de interrupciones asociado a fallas electromecánicas.

No obstante, la alternativa introduce una mayor complejidad hidráulica frente a una solución convencional completamente por gravedad o mediante bombeo. Su funcionamiento depende de que el nivel de agua disponible en la cámara proporcione carga suficiente para vencer las pérdidas hidráulicas y mantener condiciones adecuadas de presión y velocidad. También deberán resolverse los riesgos asociados a la entrada de aire, sedimentación, generación de gases, obstrucciones, presiones internas y transición del flujo a la llegada.

A lo anterior se suman la afectación de 22 predios, los dos cruces de la quebrada, la proximidad de la conducción presurizada al cauce y la necesidad de construir y mantener una estructura cerrada con ventilación y control de olores. En consecuencia, la alternativa se considera hidráulicamente posible a nivel conceptual, pero altamente condicionada a la comprobación de la línea piezométrica, los niveles operativos de la cámara, las pérdidas de carga y la capacidad de autolimpieza de la conducción. Su conveniencia deberá establecerse mediante la comparación multicriterio y mediante los estudios topográficos, hidráulicos, geotécnicos, ambientales y prediales desarrollados en la ingeniería de detalle.

7.4 SOCIALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

El 25 de abril de 2026 se llevó a cabo, en el salón comunal del sector Ojo de Agua, una jornada de socialización de las alternativas planteadas para la recolección y conducción de las aguas residuales del centro poblado hacia el sistema principal y la STAR La Plazuela. La actividad contó con la participación aproximada de 50 personas, entre habitantes del sector, propietarios

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 126 de 148

de predios potencialmente afectados, la presidenta de la Junta de Acción Comunal de Ojo de Agua, representantes de la Secretaría de Servicios Públicos, la Interventoría y el equipo de la Consultoría.

El objetivo principal de la jornada fue presentar a la comunidad las tres alternativas inicialmente formuladas para la configuración de los colectores principal y secundarios del sector Ojo de Agua, explicar de manera general su funcionamiento hidráulico y exponer las principales implicaciones técnicas, prediales, ambientales, constructivas y operativas asociadas a cada trazado. De igual manera, el espacio tuvo como propósito recibir las observaciones de los habitantes y propietarios, identificar corredores, caminos, servidumbres y condiciones particulares del territorio que pudieran incidir en la definición de las redes, así como reconocer posibles restricciones o soluciones que no hubieran sido identificadas durante la formulación preliminar.

Ilustración 34. Socialización de alternativas



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 127 de 148

Durante la socialización se presentaron imágenes satelitales y trazados elaborados sobre la plataforma Google Earth, mediante los cuales se explicó la localización de los colectores principales, la distribución preliminar de los colectores secundarios, los puntos de concentración de los caudales, las estaciones o estructuras especiales consideradas y las conexiones previstas con el sistema que conduce las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela. La presentación permitió mostrar espacialmente la relación de cada alternativa con las viviendas, vías internas, camellones, predios privados, la quebrada Ojo de Agua y los corredores viales existentes.

La primera alternativa presentada contempló una configuración predominantemente por gravedad, mediante la cual los colectores secundarios confluyen y continúan hasta conectarse con el colector principal proyectado sobre la vía Cogua–La Plazuela. La segunda alternativa incorporó una segunda estación de bombeo —EBAR 2—, localizada al final del camellón Quiroga, para recibir los aportes de los colectores secundarios e impulsarlos hasta el colector principal. La tercera alternativa planteó la sustitución de dicha estación por una cámara de carga, desde la cual las aguas residuales continuarían mediante una conducción cerrada a presión, aprovechando la diferencia topográfica disponible y sin requerir un sistema adicional de bombeo.

La jornada se desarrolló mediante una presentación técnica inicial, seguida de la explicación detallada de los trazados sobre Google Earth y de un espacio abierto de preguntas, respuestas y observaciones. Esta metodología permitió que los participantes identificaran la ubicación aproximada de las conducciones respecto de sus predios y aportaran información relacionada con accesos, linderos, caminos existentes, condiciones topográficas, posibles zonas de paso y restricciones conocidas por la comunidad. Los aportes recibidos fueron considerados como información complementaria para la revisión de las alternativas, teniendo en cuenta que el conocimiento local constituye un insumo relevante para disminuir afectaciones, anticipar dificultades prediales y constructivas y reconocer corredores potencialmente favorables.

	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025</p>	
<p>VERSIÓN 2</p>	<p>ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA</p>	<p>Página 128 de 148</p>

Ilustración 35. Socialización de alternativas



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Ilustración 36. Socialización de alternativas



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 129 de 148

Durante la actividad se aclaró que los trazados presentados correspondían a una fase conceptual y comparativa, elaborada a partir de recorridos preliminares, imágenes satelitales, perfiles de elevación e información disponible, y que su presentación no constituía la definición definitiva de servidumbres, localización de tuberías o adquisición de predios. La configuración finalmente seleccionada deberá ser verificada y ajustada mediante el levantamiento topográfico, la definición de las áreas tributarias, los cálculos hidráulicos y los estudios prediales, ambientales y geotécnicos correspondientes.

Como resultado de la socialización se reconoció la necesidad de verificar directamente en campo algunos de los corredores señalados por la comunidad y evaluar alternativas que permitieran reducir las afectaciones sobre predios privados, mantener el funcionamiento predominantemente por gravedad y mejorar la conexión de la red secundaria con el colector principal. En consecuencia, se estableció el compromiso de realizar un recorrido técnico con participación de la comunidad el día 2 de mayo de 2026, con el propósito de inspeccionar los posibles trazados, validar las condiciones de acceso y revisar nuevas posibilidades de conexión.

En cumplimiento del compromiso establecido durante la jornada de socialización, el 2 de mayo de 2026 se llevó a cabo el recorrido de campo por el sector Ojo de Agua, con el propósito de verificar directamente las condiciones de los trazados presentados, reconocer los corredores sugeridos por la comunidad y complementar la información técnica disponible. Durante la visita se revisaron las vías internas, los camellones, los accesos a los predios, las condiciones generales del terreno, la relación de los trazados con la quebrada Ojo de Agua y los posibles puntos de conexión con el colector principal proyectado sobre la vía Cogua–La Plazuela. Como resultado del reconocimiento se identificó una nueva posibilidad de conexión desde el punto de confluencia de los colectores secundarios, localizado al final del camellón Quiroga, mediante un paso elevado sobre la quebrada y la posterior ejecución de un tramo con tecnología sin zanja hasta alcanzar el colector principal. Esta configuración permitió formular una cuarta alternativa orientada a conservar el funcionamiento predominantemente por

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 130 de 148

gravedad, reducir la intervención superficial y disminuir la afectación predial respecto de los trazados inicialmente socializados.

Ilustración 37. Recorrido de campo con la comunidad



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Ilustración 38. Recorrido de campo con la comunidad



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 131 de 148

Ilustración 39. Recorrido de campo con la comunidad



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Ilustración 40. Recorrido de campo con la comunidad



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

La socialización no tuvo como finalidad aprobar de manera definitiva una de las tres alternativas presentadas, sino incorporar la participación comunitaria dentro del proceso de formulación y obtener información territorial que contribuyera a una toma de decisiones más

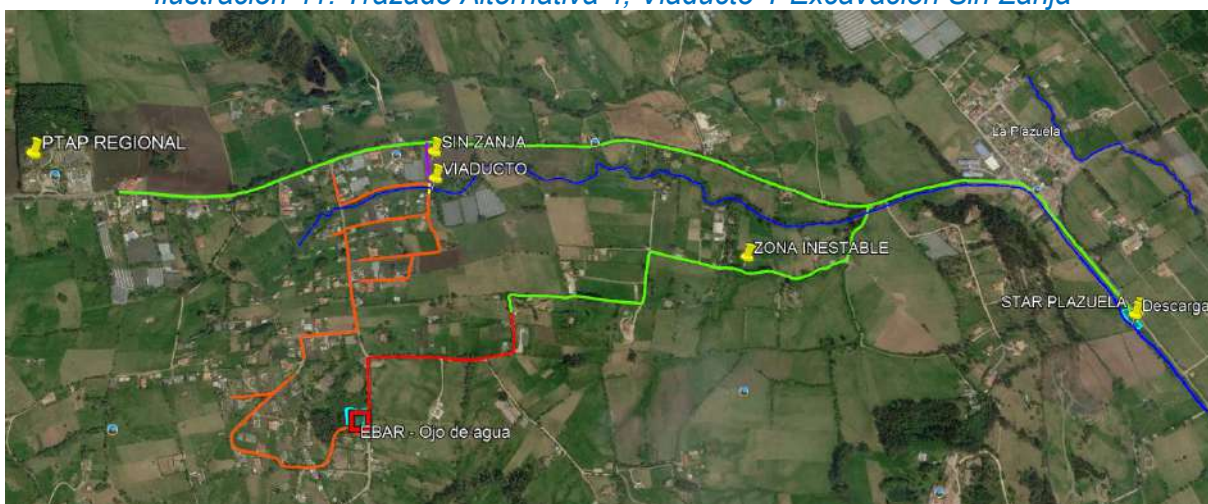
	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 132 de 148

integral. Los resultados del recorrido de campo efectuado posteriormente permitieron complementar el análisis técnico e identificar una nueva configuración, la cual se presenta en el numeral siguiente como una cuarta alternativa para los colectores principal y secundarios de Ojo de Agua.

7.5 ALTERNATIVA 4, VIADUCTO Y EXCAVACIÓN SIN ZANJA

La Alternativa 4 surge como resultado de la socialización de las soluciones previamente planteadas con la comunidad y del recorrido técnico efectuado posteriormente en el sector Ojo de Agua. Durante estas actividades se identificó un corredor que permite conectar la red interna del centro poblado con el colector principal proyectado sobre la vía Cogua–La Plazuela, manteniendo el transporte predominantemente por gravedad y reduciendo la intervención superficial sobre predios privados. La solución está conformada por la red de colectores secundarios, una cámara de confluencia localizada al final del camellón Quiroga, un paso aéreo sobre la quebrada Ojo de Agua, un tramo construido mediante tecnología sin zanja, los colectores principales que conducen los caudales hacia la STAR La Plazuela y la EBAR Ojo de Agua, correspondiente al único sistema de bombeo de esta configuración.

Ilustración 41. Trazado Alternativa 4, Viaducto Y Excavación Sin Zanja



Fuente: Google Earth, modificado por AquaPlanet Ingeniería SAS

Los colectores secundarios se desarrollan por las vías internas, los camellones y los corredores prediales del centro poblado, recolectando por gravedad las aguas residuales de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 133 de 148

las viviendas de acuerdo con la configuración topográfica y las direcciones naturales de drenaje. Los diferentes ramales se conectan progresivamente hasta concentrar sus aportes al final del camellón Quiroga, donde se proyecta una cámara especial de confluencia. Esta estructura deberá recibir el caudal acumulado de la red secundaria, organizar hidráulicamente los flujos de entrada y establecer la cota de salida necesaria para conservar una rasante continua hacia el colector principal. Su diseño considerará las cotas de batea, los ángulos de incorporación, las pérdidas localizadas, la relación de llenado, la velocidad y la eventual necesidad de una caída controlada entre las conducciones afluentes y el tramo de salida.

Desde la cámara de confluencia se proyecta un cruce elevado sobre la quebrada Ojo de Agua mediante una cercha metálica portatubería o viaducto sanitario. Este paso especial permitirá conservar la conducción por gravedad y evitar la excavación directa dentro del lecho del cauce. La tubería se instalará sobre apoyos estructurales que garanticen la pendiente longitudinal, la estabilidad y la continuidad hidráulica del colector. La estructura será dimensionada para soportar el peso propio de la conducción, el agua residual transportada y las acciones sísmicas, térmicas y de viento, incorporando apoyos, anclajes y juntas flexibles que permitan absorber movimientos sin afectar la hermeticidad del sistema.

El nivel del paso aéreo se definirá a partir del estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada, de manera que se mantenga por encima de los niveles de creciente y no se reduzca la sección disponible para el flujo. Los apoyos y estribos se localizarán preferiblemente por fuera del cauce activo, disminuyendo la interferencia con la corriente y la exposición a procesos de socavación. La solución permitirá realizar la inspección visual de la conducción y ejecutar actividades de mantenimiento desde las márgenes, sin intervenir directamente el cuerpo de agua. Para este tramo se evaluará una tubería con propiedades mecánicas y de durabilidad adecuadas para instalación aérea, como PEAD, acero protegido o hierro dúctil, de acuerdo con la luz del cruce, la disposición de apoyos y las condiciones estructurales definitivas.

Una vez superada la quebrada, el colector continuará por gravedad hasta el corredor de la vía Cogua–La Plazuela mediante una conducción instalada con tecnología sin zanja. Esta solución permite atravesar el sector comprendido entre la quebrada y la vía principal sin ejecutar una excavación abierta continua, reduciendo la ocupación superficial, la intervención

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 134 de 148

de cultivos, la fragmentación predial y las afectaciones sobre accesos y actividades productivas. El tramo se conectará directamente con el colector principal mediante una cámara de empalme que garantice la continuidad de las cotas de batea y la incorporación hidráulica adecuada del caudal proveniente del sector Ojo de Agua.

La tecnología constructiva se seleccionará durante la ingeniería de detalle con base en la longitud del cruce, el diámetro, la profundidad, el tipo de suelo, el nivel freático y la precisión requerida en la pendiente. Para este tipo de colector sanitario por gravedad podrán evaluarse la microtunelación, el hincado guiado de tubería, la perforación horizontal dirigida u otros métodos equivalentes. Cuando el control de la rasante sea determinante, la microtunelación o el hincado guiado permiten mantener con mayor precisión el alineamiento vertical y reducir la posibilidad de generar puntos bajos. La conducción podrá estar conformada por una camisa estructural y una tubería sanitaria portadora, o por una tubería hincada diseñada para funcionar directamente como colector, según la tecnología finalmente adoptada.

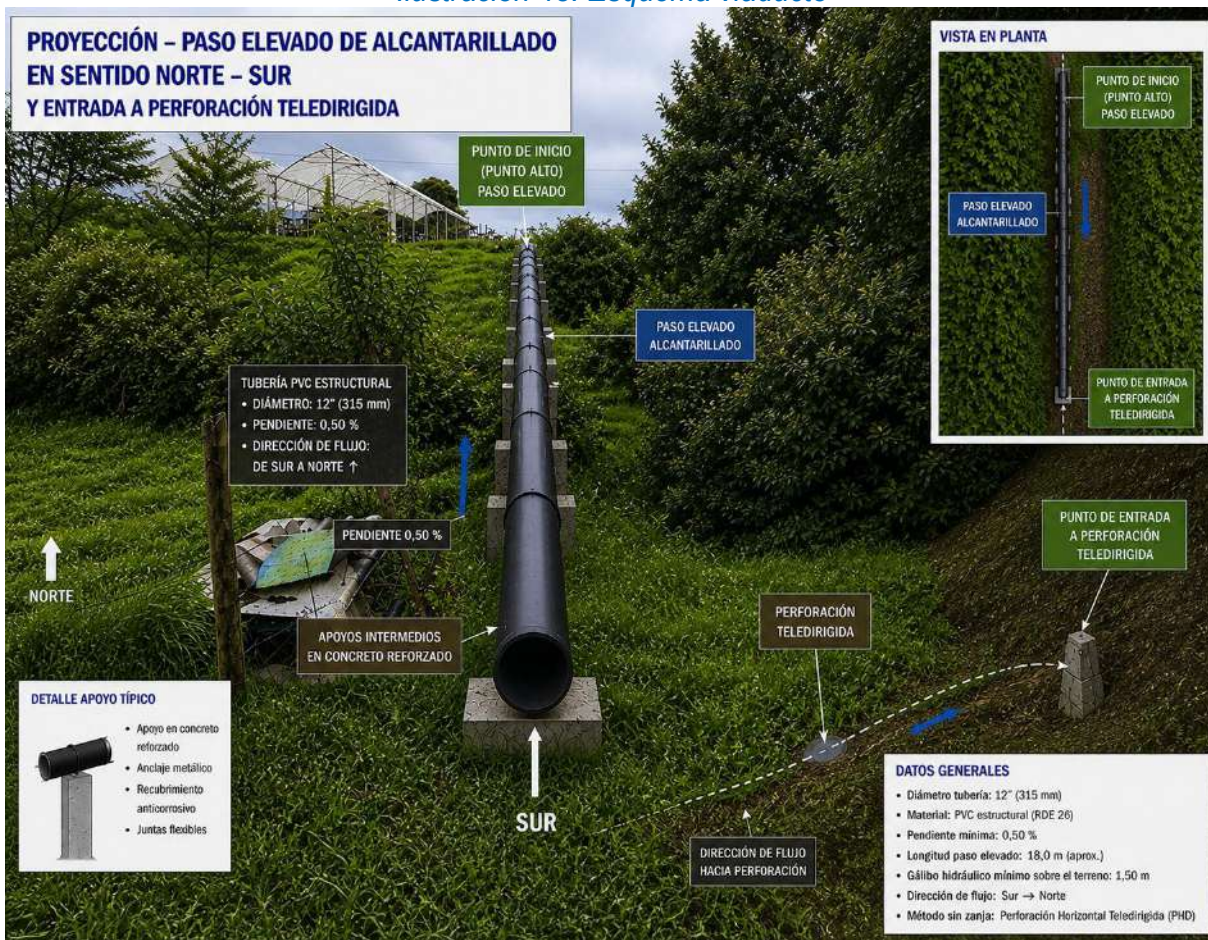
Ilustración 42. Zona donde se ubicaría el Viaducto



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 135 de 148

Ilustración 43. Esquema viaducto



Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

En los extremos del tramo sin zanja se dispondrán cámaras o pozos de ataque y recibo, los cuales servirán posteriormente como estructuras de inspección y mantenimiento. Estas cámaras permitirán verificar el colector mediante equipos de circuito cerrado de televisión, ejecutar procesos de limpieza hidráulica o mecánica y acceder a la conducción en caso de mantenimiento. La tubería y sus uniones deberán garantizar hermeticidad, resistencia frente a las cargas externas y compatibilidad con las fuerzas generadas durante el procedimiento constructivo. La rasante deberá mantener una pendiente continua desde el viaducto hasta el colector receptor, evitando depresiones que favorezcan la sedimentación de sólidos.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 136 de 148

Desde el componente hidráulico, la alternativa concentra el transporte en redes que operan principalmente por gravedad. En la ingeniería de detalle se comprobarán los caudales acumulados, las velocidades mínimas y máximas, el esfuerzo cortante, la relación de llenado, las pérdidas localizadas en la cámara de confluencia y las condiciones de llegada al colector de la vía Cogua–La Plazuela. También se verificará que el tramo receptor tenga capacidad para conducir conjuntamente los aportes provenientes de los colectores secundarios, de la EBAR Ojo de Agua y de las conexiones directas al sistema, sin generar remansos ni sobrecarga hidráulica.

La EBAR Ojo de Agua continuará atendiendo las viviendas que, por su localización y condiciones topográficas, no pueden conectarse directamente por gravedad a la red secundaria. Su línea de impulsión descargará mediante una cámara de transición al sistema gravitacional, donde se disipará la energía del flujo bombeado y se facilitará su incorporación controlada. De esta manera, la dependencia energética de la alternativa se concentra en una única estación, mientras que el resto de los caudales se transporta aprovechando la pendiente natural del terreno.

Para los colectores secundarios y principales enterrados se considera preliminarmente tubería de PVC sanitario de 8 pulgadas, aproximadamente DN 200, con pozos de inspección en las conexiones de ramales, cambios de dirección, cambios de pendiente y transiciones entre métodos constructivos. El diámetro definitivo se establecerá con base en los caudales proyectados y la modelación hidráulica. En el paso aéreo y en el tramo sin zanja podrán emplearse materiales y clases de tubería diferentes, seleccionados específicamente para responder a las cargas estructurales, condiciones de instalación y requerimientos de durabilidad de cada obra especial.

La alternativa presenta una afectación aproximada de 17 predios privados, correspondiente a dos predios menos que la configuración con conexión convencional. Esta reducción se obtiene al sustituir parte del trazado mediante excavación abierta por un cruce directo sobre la quebrada y una conducción subterránea sin zanja. La solución disminuye la longitud de servidumbres superficiales, reduce la intervención sobre cultivos y accesos y concentra las estructuras permanentes en puntos específicos. La gestión predial deberá contemplar los

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 138 de 148

Las obras se coordinarán con el estudio hidrológico e hidráulico y con los permisos ambientales aplicables al cruce de la quebrada.

La presencia de un sector identificado preliminarmente como zona inestable deberá incorporarse al estudio geotécnico y a la definición definitiva del alineamiento. La utilización de tecnología sin zanja permite evaluar profundidades de instalación que atraviesen estratos con mejores condiciones de estabilidad y reduce la alteración superficial del terreno. El diseño geotécnico establecerá las características de los pozos de trabajo, la capacidad portante, el manejo del nivel freático y las medidas de estabilización requeridas.

En términos generales, la Alternativa 4 presenta una configuración técnicamente favorable, debido a que mantiene el transporte predominantemente por gravedad, utiliza una sola EBAR, establece una conexión directa con el colector de la vía Cogua–La Plazuela y reduce la afectación predial y superficial mediante la implementación de dos obras especiales claramente localizadas. El paso aéreo garantiza la continuidad hidráulica sobre la quebrada y facilita la inspección del cruce, mientras que la tecnología sin zanja permite atravesar el corredor posterior con precisión y mínima intervención en superficie. Estas características proporcionan una solución con alta confiabilidad operativa, menor dependencia energética, buena accesibilidad para mantenimiento y una adecuada articulación entre la red secundaria de Ojo de Agua y el sistema principal que conduce las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela.

7.6 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Con el propósito de seleccionar la configuración más conveniente para la integración de los colectores principal y secundarios del sector Ojo de Agua, se realizó una evaluación multicriterio de las cuatro alternativas desarrolladas en el presente capítulo. El análisis considera de manera conjunta el comportamiento hidráulico previsto, los requerimientos de operación y mantenimiento, la interacción con la quebrada Ojo de Agua, la afectación predial, la complejidad constructiva, la cobertura del sistema y la viabilidad social de cada solución

La aplicación de una metodología multicriterio permite comparar las alternativas bajo condiciones homogéneas y evita que la selección se sustente únicamente en una variable

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 139 de 148

individual, como el número de predios afectados, la longitud de las redes o la cantidad de estaciones de bombeo. En este caso, la decisión debe responder al equilibrio entre la confiabilidad técnica del sistema, su sostenibilidad durante la operación, la posibilidad real de ejecutar las obras y la aceptación de los corredores por parte de la comunidad y de los propietarios involucrados.

El componente social se incorporó expresamente dentro de la evaluación, teniendo en cuenta que las tres primeras alternativas fueron presentadas a la comunidad y que, como resultado de las observaciones recibidas y del recorrido de campo realizado el 2 de mayo de 2026, se identificó la posibilidad de formular la Alternativa 4. Durante la revisión posterior, esta configuración presentó una mayor receptividad por parte de la comunidad, principalmente porque permite disminuir la intervención superficial sobre los predios mediante un paso elevado sobre la quebrada y un tramo construido con tecnología sin zanja. Esta preferencia no reemplaza la evaluación técnica ni constituye por sí sola la aprobación del diseño definitivo, pero representa un factor relevante para la gestión de servidumbres, la concertación con los propietarios y la viabilidad de ejecución del proyecto.

Para la evaluación se adoptó una escala de calificación de uno a cinco, en la cual los valores más altos representan condiciones más favorables.

Tabla 14. Escala de calificación de alternativas

Calificación	Condición	Descripción
5	Muy favorable	Presenta condiciones adecuadas y restricciones menores o fácilmente manejables.
4	Favorable	Presenta condiciones técnicamente convenientes, con restricciones moderadas.
3	Aceptable o condicionada	Es viable, pero requiere estudios, diseños u obras especiales de importancia.
2	Poco favorable	Presenta restricciones relevantes que incrementan la complejidad o el riesgo.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 140 de 148

Calificación	Condición	Descripción
1	Desfavorable	Presenta condicionantes críticos para su implementación u operación.

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

Los criterios fueron ponderados de acuerdo con su incidencia en la construcción, puesta en funcionamiento y sostenibilidad futura del sistema. La mayor ponderación se asignó a la viabilidad hidráulica, debido a que la solución debe garantizar la adecuada recolección y conducción de los caudales hacia la STAR La Plazuela. También se otorgó una participación significativa a la operación y mantenimiento, la gestión ambiental, la afectación predial y la aceptación social.

Tabla 15. Criterios y ponderaciones para la selección de la alternativa

Criterio	Aspectos considerados	Ponderación
Viabilidad hidráulica	Continuidad por gravedad, confiabilidad del transporte, transiciones hidráulicas, necesidad de bombeos adicionales y conexión con el colector principal.	25 %
Operación y mantenimiento	Número de EBAR, dependencia energética, equipos electromecánicos, accesibilidad y facilidad de inspección, limpieza y reparación.	15 %
Viabilidad ambiental y gestión del riesgo	Cruces de la quebrada, intervención del cauce, exposición a inundación o socavación y necesidad de obras de protección.	15 %
Viabilidad predial	Número de predios afectados, longitud de servidumbres, requerimientos de adquisición y restricciones sobre los usos existentes.	15 %
Facilidad constructiva	Tipo de corredores, profundidades, acceso de maquinaria, intervención de vías y necesidad de métodos constructivos especiales.	10 %

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 141 de 148

Criterio	Aspectos considerados	Ponderación
Aceptación social	Receptividad comunitaria, facilidad de concertación y correspondencia con las observaciones obtenidas durante la socialización y el recorrido.	10 %
Cobertura y expansión futura	Capacidad para atender las viviendas del sector e incorporar usuarios adicionales durante la vida útil del proyecto.	5 %
Complejidad de inversión preliminar	Longitud de redes, estaciones de bombeo, estructuras especiales, reposiciones y métodos de construcción requeridos.	5 %
Total		100 %

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

El puntaje ponderado se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Puntaje ponderado} = \frac{\text{Calificación} * \text{Ponderación}}{5}$$

El resultado total corresponde a la suma de los puntajes ponderados de cada criterio y se expresa sobre un máximo de cien puntos.

Tabla 16. Matriz multicriterio para la selección de la alternativa

Criterio	Peso	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Viabilidad hidráulica	25 %	5	3	3	5
Operación y mantenimiento	15 %	5	2	3	5
Viabilidad ambiental y gestión del riesgo	15 %	3	3	3	4
Viabilidad predial	15 %	3	4	2	4
Facilidad constructiva	10 %	3	4	3	3
Aceptación social	10 %	3	2	2	5

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 142 de 148

Criterio	Peso	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Cobertura y expansión futura	5 %	5	5	5	5
Complejidad de inversión preliminar	5 %	3	2	3	2
Resultado ponderado	100 %	78	61	57	87
Orden de elegibilidad		2	3	4	1

Fuente: AquaPlanet Ingeniería SAS

La Alternativa 1 – Conexión a la vía Cogua–La Plazuela presenta un comportamiento hidráulico favorable, debido a que aproximadamente el 92 % de su infraestructura operaría por gravedad y el bombeo se concentraría en la EBAR Ojo de Agua. Asimismo, ofrece alta confiabilidad operativa y evita la incorporación de una segunda estación de bombeo. Sin embargo, requiere una red extensa de colectores, presenta afectación sobre aproximadamente 19 predios y puede generar profundidades importantes en algunos sectores. También contempla cruces de la quebrada y una conexión sobre la vía principal que podría requerir procedimientos constructivos especiales. En consecuencia, aunque obtiene una calificación favorable, su afectación predial y la intervención mediante excavación abierta reducen su conveniencia frente a la Alternativa 4.

La Alternativa 2 – Estación de Bombeo 2 reduce la afectación predial a aproximadamente 17 predios y permite limitar las profundidades de excavación de los colectores secundarios. No obstante, incorpora una segunda EBAR y una configuración de impulsiones que debe permitir la operación simultánea de las dos estaciones. Esta condición aumenta la dependencia energética, el número de equipos electromecánicos, los requerimientos de redundancia, el mantenimiento especializado y el riesgo de interrupción del servicio ante fallas de las bombas o del suministro eléctrico. Aunque constructivamente presenta ventajas para superar los controles topográficos, su sostenibilidad operativa es menor que la de las soluciones predominantemente gravitacionales.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 143 de 148

La Alternativa 3 – Cámara de carga elimina la necesidad de construir la EBAR 2 y aprovecha la diferencia de nivel disponible para transportar las aguas residuales mediante una conducción cerrada a presión. Sin embargo, su funcionamiento depende de la correcta definición de los niveles de operación de la cámara, la línea piezométrica, las pérdidas de carga, el manejo del aire, las velocidades y las condiciones de autolimpieza. Adicionalmente, afecta aproximadamente 22 predios, constituyéndose en la configuración con mayor intervención predial. La combinación de una mayor complejidad hidráulica, una conducción presurizada próxima a la quebrada y una gestión predial más extensa reduce su calificación integral.

La Alternativa 4 – Viaducto y excavación sin zanja mantiene el transporte predominantemente por gravedad y utiliza únicamente la EBAR Ojo de Agua para atender las viviendas que no pueden incorporarse directamente a los colectores. La red secundaria concentra sus aportes al final del camellón Quiroga, desde donde el flujo cruza la quebrada mediante un paso elevado y continúa hasta el colector de la vía Cogua–La Plazuela mediante una conducción construida con tecnología sin zanja. Esta configuración conserva la confiabilidad hidráulica de una solución gravitacional y evita la incorporación de una segunda estación de bombeo o de una conducción a presión alimentada por una cámara de carga.

Desde el componente predial, la Alternativa 4 afecta aproximadamente 17 predios, es decir, dos predios menos que la Alternativa 1. La combinación del viaducto y la construcción sin zanja reduce la excavación abierta, disminuye la intervención superficial sobre cultivos, accesos y áreas productivas y concentra las obras especiales en puntos localizados. Aunque la ejecución del paso elevado y del tramo sin zanja requiere métodos constructivos especializados y puede representar una mayor inversión inicial, esta condición se compensa con una menor afectación superficial, una mayor confiabilidad operativa y menores costos recurrentes frente a una solución con una segunda EBAR.

Desde el componente ambiental, el paso elevado permite cruzar la quebrada sin instalar la tubería mediante excavación directa dentro del lecho, mientras que la tecnología sin zanja disminuye los movimientos de tierra en el corredor posterior. De esta manera, la intervención

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 144 de 148

puede concentrarse en los estribos, cámaras de ataque y recibo y accesos temporales, facilitando el control de las obras y la restauración de las áreas intervenidas.

La Alternativa 4 también obtuvo la mayor valoración en el componente social. Su formulación surgió de las observaciones recibidas durante el proceso de participación comunitaria y del reconocimiento conjunto efectuado en campo. La comunidad manifestó una mayor receptividad frente a esta configuración, al considerar favorable la disminución de las excavaciones abiertas y de la afectación directa sobre los predios. Esta condición mejora preliminarmente la posibilidad de concertar las servidumbres requeridas y de mantener una comunicación favorable durante las etapas posteriores del proyecto.

Como resultado de la evaluación multicriterio, la Alternativa 4 – Viaducto y excavación sin zanja obtuvo el mayor puntaje, con 87 puntos sobre 100, seguida por la Alternativa 1 con 78 puntos, la Alternativa 2 con 61 puntos y la Alternativa 3 con 57 puntos. La alternativa seleccionada no presenta la condición más favorable en todos los criterios individuales, dado que requiere estructuras y procedimientos constructivos especiales; sin embargo, ofrece el mejor equilibrio entre confiabilidad hidráulica, sostenibilidad operativa, afectación predial, intervención ambiental, aceptación comunitaria y cobertura del sector.

En consecuencia, se selecciona la Alternativa 4 – Viaducto y excavación sin zanja como la configuración preferente para continuar con el levantamiento topográfico y la ingeniería de detalle de los colectores principal y secundarios del sector Ojo de Agua. La selección se sustenta en su funcionamiento predominantemente por gravedad, la utilización de una sola EBAR, la reducción de la afectación predial y superficial, la conexión directa con el colector de la vía Cogua–La Plazuela y la mayor receptividad manifestada por la comunidad.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 145 de 148

8 CONCLUSIONES

El sistema de alcantarillado sanitario proyectado para el sector Ojo de Agua requiere una solución integral que articule los colectores secundarios encargados de captar los aportes de las viviendas con los colectores principales que conducirán los caudales hacia la STAR La Plazuela. Las condiciones topográficas del sector permiten aprovechar de manera importante el transporte por gravedad, aspecto que resulta favorable para la confiabilidad y sostenibilidad futura del sistema.

Desde el punto de vista hidráulico, las alternativas con mayor participación de flujo por gravedad presentan ventajas frente a aquellas que requieren sistemas adicionales de bombeo o conducciones presurizadas de mayor complejidad. La reducción del número de estaciones de bombeo disminuye la dependencia energética, los requerimientos electromecánicos, las necesidades de redundancia y los riesgos asociados a interrupciones del servicio, por lo que se considera conveniente concentrar el bombeo únicamente en los sectores donde las condiciones topográficas no permitan una conexión gravitacional.

La EBAR Ojo de Agua constituye una infraestructura necesaria para atender las viviendas que, por su localización y configuración topográfica, no pueden descargar directamente por gravedad hacia la red proyectada. Mantener una única estación de bombeo dentro de la configuración seleccionada representa una condición favorable desde el punto de vista operativo, al reducir los equipos electromecánicos y los requerimientos permanentes de energía, inspección y mantenimiento.

La configuración de los colectores secundarios permite aprovechar las direcciones naturales de drenaje del centro poblado y concentrar progresivamente los aportes hacia estructuras de confluencia. Esta disposición contribuye a brindar una cobertura amplia al sector Ojo de Agua y permite organizar hidráulicamente la recolección de las aguas residuales provenientes de las vías internas, camellones y sectores localizados en diferentes condiciones topográficas.

El componente predial representa uno de los factores determinantes para la materialización del proyecto. La evaluación evidenció que no resulta suficiente seleccionar una alternativa únicamente por sus condiciones hidráulicas, debido a que la cantidad de predios intervenidos,

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 146 de 148

la longitud de las servidumbres, la ubicación de estructuras permanentes y la necesidad de garantizar accesos para operación y mantenimiento pueden condicionar significativamente su ejecución. En este sentido, la solución seleccionada reduce la afectación a aproximadamente 17 predios privados, frente a configuraciones que alcanzaban hasta 22 predios potencialmente intervenidos.

La Alternativa 4 – Viaducto y excavación sin zanja presenta una configuración favorable al combinar un sistema predominantemente gravitacional con obras especiales localizadas para superar las principales restricciones del corredor. El paso elevado proyectado sobre la quebrada Ojo de Agua permite mantener la continuidad hidráulica sin desarrollar una excavación convencional dentro del cauce, mientras que el tramo mediante tecnología sin zanja permite establecer una conexión directa con el colector de la vía Cogua–La Plazuela reduciendo la intervención superficial sobre los predios.

Desde el componente constructivo, la utilización de tecnología sin zanja constituye una alternativa adecuada para sectores donde una excavación abierta generaría mayores afectaciones prediales, ambientales o sobre la infraestructura existente. La selección definitiva entre microtunelación, hincado guiado, perforación horizontal dirigida u otra tecnología deberá realizarse durante la ingeniería de detalle, considerando especialmente la precisión requerida para conservar la pendiente de un colector sanitario que funcionará por gravedad.

La interacción con la quebrada Ojo de Agua deberá constituir un componente específico de los diseños definitivos. La solución seleccionada permite concentrar la intervención en un cruce localizado mediante una estructura elevada, evitando desarrollar largos tramos de colector próximos al cauce. La definición de la cota, geometría, apoyos y cimentaciones del paso deberá sustentarse posteriormente en el estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada, así como en la caracterización geotécnica de las márgenes.

La participación comunitaria constituyó un criterio relevante para evaluar la viabilidad territorial de las soluciones. La configuración seleccionada presentó una mayor receptividad por parte de la comunidad, principalmente por la disminución de excavaciones abiertas y de la afectación directa sobre los predios. Esta condición favorece preliminarmente los procesos de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025	
VERSIÓN 2	ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA	Página 147 de 148

concertación y gestión de servidumbres, aunque la selección final se sustenta conjuntamente en los componentes técnicos, hidráulicos, prediales, ambientales, constructivos y operativos evaluados.

La evaluación multicriterio confirmó que la Alternativa 4 presenta el mejor equilibrio integral entre las variables consideradas, obteniendo 87 puntos sobre 100, frente a 78 puntos de la Alternativa 1, 61 puntos de la Alternativa 2 y 57 puntos de la Alternativa 3. Su mayor valoración se relaciona principalmente con la confiabilidad de una configuración predominantemente por gravedad, la utilización de una sola EBAR, la reducción de la afectación predial y superficial, la conexión directa con el colector de la vía Cogua–La Plazuela y su favorable aceptación social.

En términos generales, la solución seleccionada permite plantear para Ojo de Agua un sistema de saneamiento con alta participación del transporte por gravedad, una única estación de bombeo, adecuada cobertura de la red secundaria, menor intervención superficial y una conexión técnicamente favorable con el sistema que conduce las aguas residuales hacia la STAR La Plazuela. Estas características proporcionan una base técnicamente sólida para continuar con la ingeniería de detalle y optimizar el trazado a partir de información topográfica, hidráulica, geotécnica, ambiental y predial de mayor precisión.

	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA CONSTRUCCIÓN DE EMISARIOS FINALES SANITARIOS EN LOS SECTORES CARDONAL ESCUELA Y OJO DE AGUA DE LAS VEREDAS CARDONAL Y NEUSA, COLECTORES EN LOS SUBSECTORES OLIVO AUTOPISTA Y LA QUINTA DE LAS VEREDAS NEUSA Y MORTIÑO Y PARA LA OPTIMIZACIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA PLAZUELA Y EL OLIVO AUTOPISTA DEL MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN EL CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. CAR-CONV-INT-2030-2025</p>	
<p>VERSIÓN 2</p>	<p>ALTERNATIVAS COLECTOR SECTOR OJO DE AGUA</p>	<p>Página 148 de 148</p>

9 ANEXOS

1. Recorrido de campo 27 de octubre 2025
2. Planos prediales
3. Socialización
4. Recorrido Comunidad