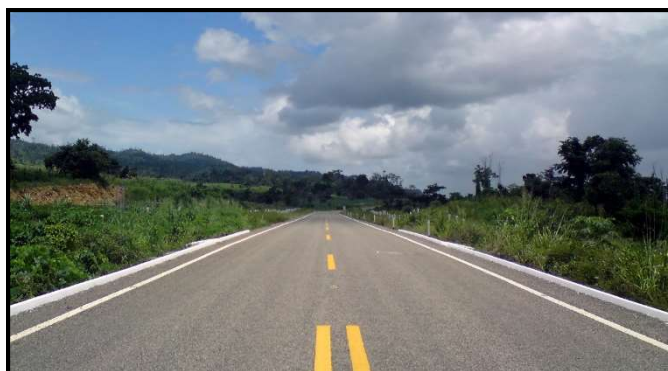

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL
Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA**

**CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE
RECURSOS NATURALES**



sacyr
INGENIERÍA E
INFRAESTRUCTURAS

**Unión Vial
Río Pamplonita**
Una Compañía de Sacyr Concesiones

ANi
Agencia Nacional de
Infraestructura

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
7.1 AGUAS SUPERFICIALES	3
7.1.1 Demanda de agua para el proyecto	4
7.1.2 Fuente de abastecimiento	4
7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar	5
7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución	7
7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos ..	9
7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS	25
7.3 VERTIMIENTOS	25
7.3.1 Vertimientos en cuerpos de agua	25
7.3.2 Vertimiento en suelo	71
7.4 OCUPACIONES DE CAUCE	71
7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras	73
7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL	73
7.5.1 Área de aprovechamiento forestal	74
7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales	86
7.5.3 Censo forestal de ecosistemas antrópicos	94
7.5.4 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal	104
7.5.5 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura) ..	104
7.5.6 Destinación de Productos	108
7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES	108
7.6.1 Justificación	108

7.6.2	Metodologías de recolección	109
7.6.3	Perfil de los profesionales.....	123
7.7	EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	124
7.7.1	Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción.....	124
7.8	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	126
7.8.1	Cantidades estimadas por la obra	127
7.8.2	Balance de masas para materiales de construcción	127
7.8.3	Localizacion de fuentes e materiales a utilizar en la UF1.....	127

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos	1
Tabla 7.2 Demanda de agua UF1	4
Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones	4
Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua	5
Tabla 7.5 Franja propuesta para la captación y caudal a solicitar	5
Tabla 7.6 Características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF1	8
Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua	9
Tabla 7.8 Características generales de la estación IDEAM, Don Juana Automática – 16017020.....	10
Tabla 7.9 Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno sobre el Río Pamplonita.....	14
Tabla 7.10 Caudales mínimos en el río Pamplonita para diferentes periodos de retorno .	15
Tabla 7.11 Estimación de caudales máximos (m ³ /s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento	16
Tabla 7.12 Estimación de caudales mínimos (m ³ /s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento	17
Tabla 7.13 Estación hidrométrica de la zona de estudio	19
Tabla 7.14 Características morfométricas de la cuenca objeto de aprovechamiento	20
Tabla 7.15 Resumen de oferta de agua superficial en la franja objeto de aprovechamiento	22
Tabla 7.16 Inventario de vertimientos puntuales sobre el río Pamplonita.....	24
Tabla 7.17 Sitios Propuestos para Vertimientos.....	26
Tabla 7.18 Métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales máximos, medios y mínimos - Cuenca San Antonio (sector aferente a punto de vertimiento V13)	28
Tabla 7.19 Caudal máximo Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)	29
Tabla 7.20 Caudal medio (l/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)	29
Tabla 7.21 Caudal mínimo (l/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)	29
Tabla 7.22 Caudal Ambiental (l/s) Quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13	30
Tabla 7.23 Vertimientos UF1	37
Tabla 7.24 Características de la trampa de grasa.....	38

Tabla 7.25 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción).....	43
Tabla 7.26 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra	44
Tabla 7.27 Parámetros in Situ en corriente receptora	44
Tabla 7.28 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos	46
Tabla 7.29 Resultados de laboratorio Río Pamplonita	47
Tabla 7.30 Resultados de Parámetros Adicionales para el Punto de Vertimiento	49
Tabla 7.31 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1 Pamplona	54
Tabla 7.32 Escenarios de modelación	55
Tabla 7.33 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico.....	57
Tabla 7.34 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del río Pamplonita.....	57
Tabla 7.35 Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores.....	58
Tabla 7.36 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada Cesp aguas abajo del vertimiento	59
Tabla 7.37 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita	60
Tabla 7.38 Resultados de longitud de influencia del vertimiento sobre el río Pamplonita.	60
Tabla 7.39 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita.....	65
Tabla 7.40 Listado de obras menores – UF1	71
Tabla 7.41 Infraestructura proyectada	74
Tabla 7.42 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto	76
Tabla 7.43 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes.....	77
Tabla 7.44 Ecosistemas intervenidos por Área de almacenamiento	78
Tabla 7.45 Ecosistemas intervenidos por Área de Bahía	78
Tabla 7.46 Ecosistemas intervenidos por Diseño de vía	80
Tabla 7.47 Ecosistemas intervenidos por Polvorín.....	80
Tabla 7.48 Ecosistemas intervenidos en Portales.....	81
Tabla 7.49 Ecosistemas intervenidos por Vías industriales.....	81
Tabla 7.50 Ecosistemas intervenidos por Zodmes.....	82
Tabla 7.51 Ecosistemas intervenidos por Zonas de lavado	82
Tabla 7.52 Área de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura por tipo de ecosistema	83
Tabla 7.53 Parámetros estadísticos.....	86
Tabla 7.54 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto	87
Tabla 7.55 Unidades de parcelas de muestreo	87
Tabla 7.56 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Oroboma Andino Altoandino Cordillera Oriental	89
Tabla 7.57 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso bajo del Oroboma Andino Altoandino Cordillera Oriental	90
Tabla 7.58 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería del Oroboma Andino Altoandino Cordillera Oriental	91
Tabla 7.59 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustal denso alto del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	92

Tabla 7.60 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	93
Tabla 7.61 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención.....	94
Tabla 7.62 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados.....	95
Tabla 7.63 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes	96
Tabla 7.64 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento	97
Tabla 7.65 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía.....	98
Tabla 7.66 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín	99
Tabla 7.67 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales	99
Tabla 7.68 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales	99
Tabla 7.69 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes.....	100
Tabla 7.70 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía	101
Tabla 7.71 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado.....	101
Tabla 7.72 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles de aprovechamiento forestal	102
Tabla 7.73 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto	103
Tabla 7.74 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre.....	109
Tabla 7.75 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación.....	111
Tabla 7.76 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular	118
Tabla 7.77 Especies de flora epífita, terrestre y/o rupícola en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado	119
Tabla 7.78 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares	122
Tabla 7.79 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes.....	123
Tabla 7.80 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción	124
Tabla 7.81 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo con la legislación colombiana	125
Tabla 7.82 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo....	126
Tabla 7.83 Cantidades estimadas para la unidad funcional	127
Tabla 7.84 Balance de masas fuentes de materiales de terceros	127

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque.....	7
Figura 7.2 Ubicación de áreas de almacenamiento temporal del agua y tratamiento.....	8
Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas	11
Figura 7.4 Caudales máximos en el río Pamplonita para diferentes Tr	14
Figura 7.5 Caudales mínimos en el río Pamplonita para diferentes Tr	15
Figura 7.6 Caudales máximos para diferentes Tr -sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita.....	17
Figura 7.7 Caudales máximos para diferentes Tr – sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita.....	18
Figura 7.8 Curva de duración de caudales de corrientes	19
Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana.....	20
Figura 7.10 CDC sitio de aprovechamiento sobre río Pamplonita	21
Figura 7.11 Localización de los puntos de vertimiento UF1	27
Figura 7.12 Cuenca aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio).....	29
Figura 7.13 Tramo asociado a punto de vertimiento V13 (1 y 2) – Quebrada San Antonio	31
Figura 7.14 Caudales (m³/s) para los escenarios de caudal mínimo, medio y máximo (Tr.100años) con y sin vertimiento, Quebrada San Antonio – Punto de vertimiento V13..	31
Figura 7.15 Sección transversal "20"	32
Figura 7.16 Sección transversal "19"	32
Figura 7.17 Sección transversal "16"	33
Figura 7.18 Sección transversal "12"	33
Figura 7.19 Sección transversal "10"	34
Figura 7.20 Sección transversal "4"	34
Figura 7.21 Sección transversal "2"	35
Figura 7.22 Lámina de agua y profundidad Escenario: Qmax(Tr100) + Caudal V13.....	36
Figura 7.23 Esquema de secado de lodos	38
Figura 7.24 Sitio de tratamiento del vertimiento V10.....	39
Figura 7.25 Sitio de Tratamiento del agua de industriales de túnel- V13.....	41
Figura 7.26 Unidades Sanitarias Portátiles	42
Figura 7.27 Segmentación del Cuerpo de Agua.....	53
Figura 7.28 Esquemización del modelo hidráulico de Manning	55
Figura 7.29 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Río Pamplonita.....	61
Figura 7.30 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita.....	62
Figura 7.31 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita.....	62
Figura 7.32 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	63

Figura 7.33 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	64
Figura 7.34 Detritus para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	66
Figura 7.35 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita	67
Figura 7.36 DBO ultima para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	68
Figura 7.37 Nitrogeno total kjeldahl para dominio de modelación sobre Río Pamplonita..	69
Figura 7.38 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita.....	70
Figura 7.39 Área de intervención del proyecto	75

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C11

Pág.
6

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En el presente capítulo se relacionan los permisos, autorizaciones y/o concesiones que se requieren para construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona. Los respectivos permisos serán tramitados por la Concesión Unión Vial Río pamplonita S.A.S ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Adicionalmente y de acuerdo con la Ley 373 de 1997, “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico” y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, en el presente Estudio de Impacto Ambiental se presenta el programa de ahorro y uso eficiente del agua, teniendo en cuenta que se solicitaran concesiones de agua superficial para el proyecto (Ver Anexo 7, A - Captaciones - Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua – PAUEA).

La Tabla 7.1 muestra el resumen de los permisos por uso o aprovechamiento de recursos que requiere la construcción de la doble calzada Pamplona Cúcuta. En el desarrollo de este capítulo se presenta una caracterización detallada de los recursos naturales que demandará el proyecto y los cuales serán utilizados, aprovechados o afectados durante todas las fases de este, con el fin de solicitar los respectivos permisos, los cuales se presentan diligenciados en el Anexo 7 Permisos ambientales.

Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos

Tabla 11. Demanda y aprovechamiento de recursos						
ID	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte				
Captación del recurso hídrico						
C11	1159590,269	1307799,218	Alcaparral	Lote el Naranjo	Río Pamplonita	2,57
	1159593,987	1307796,500				
	1159592,450	1307794,503				
	1159588,108	1307788,464				
	1159584,653	1307790,887				
	1159589,421	1307797,914				
	1159590,269	1307799,218				
Vertimientos en cuerpos de agua						
ID	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte				
V10	1159590,60	1307798,65	Alcaparral	Lote el Naranjo	Río Pamplonita	0,6
V13-1	1159173,78	1309627,90	Alcaparral	Alcaparral	Quebrada San Antonio	0,7
V13-2	1159161,94	1309618,69	Alcaparral	Alcaparral	Quebrada San Antonio	23,0
Ocupaciones de cauce						

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Predio	Fuente	Caudal (l/s)	
	Este	Norte					
Tipo de obra: Alcantarilla							
ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		PK	Vereda	Predio	Fuente	Caudal adoptado (l/s)
	Este	Norte					
OC_00+100	1159615,94	1307972,55	K0+100	Alcaparral	Predio Rural Lote No 2	NN-25	1,442
	1159615,67	1307972,22					
	1159624,77	1307964,6					
	1159625,01	1307964,89					
	1159628,61	1307961,87					
	1159628,48	1307961,71					
	1159626,4	1307961,11					
	1159626,28	1307960,95					
	1159623,6	1307963,2					
	1159623,84	1307963,5					
	1159614,74	1307971,12					
	1159614,46	1307970,79					
	1159612,93	1307972,07					
	1159614,41	1307973,83					
OC_56+325	1159707,51	1308028,26	K56+325	Alcaparral	Los Adioses	NN-25-1	0,449
	1159707,12	1308028,04					
	1159717,35	1308009,83					
	1159717,7	1308010,03					
	1159720,4	1308005,23					
	1159718,73	1308004,29					
	1159716,04	1308009,09					
	1159716,39	1308009,29					
	1159706,15	1308027,5					
	1159705,77	1308027,29					
	1159704,79	1308029,03					
	1159706,54	1308030,01					
OC_57+030	1159649,87	1308639,95	K57+030	Alcaparral	El Pedregal Alcaparral	NN-27-1-1	1,894
	1159650,07	1308640,27					
	1159652,78	1308638,57					
	1159651,62	1308636,7					
	1159648,91	1308638,39					
	1159649,11	1308638,72					
	1159638,08	1308645,61					
	1159638,03	1308645,34					
	1159636,06	1308645,7					
	1159636,47	1308647,96					
	1159638,44	1308647,61					

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda		Predio	Fuente	Caudal (l/s)
	Este	Norte					
	1159638,35	1308647,14					
OC_56+840	1159700,99	1308473,13	K56+840	Alcaparral	El Pedregal Alcaparral	NN-27	2,261
	1159700,76	1308473,43					
	1159705,83	1308477,25					
	1159707,06	1308475,42					
	1159702,09	1308471,68					
	1159701,86	1308471,99					
	1159684,00	1308458,54					
	1159684,23	1308458,23					
	1159684,07	1308458,11					
	1159683,73	1308457,17					
	1159683,55	1308457,24					
	1159680,74	1308459,58					
	1159680,72	1308459,78					
	1159682,72	1308459,91					
	1159682,88	1308460,03					
1159683,13	1308459,69						
OC_V156	1155899,32	1311068,14	-	Pamplona	Sabaneta Baja	Sabanetas- 14	1,417
TIPO DE ÁREA						Aprovechamiento Forestal (m³)	
Áreas Naturales							
Área (Ha)			2,48			55,69	
Áreas Antrópicas						Aprovechamiento Forestal (m³)	
No árboles			1269			690,24	
TOTAL						745,93	

Fuente: Sacyr, 2018

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

Las actividades por desarrollar en el proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, requieren del aprovechamiento del recurso hídrico para el abastecimiento de agua de consumo industrial, así:

Riego de vías en época de sequía, compactación de terraplenes, obras civiles, lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto.

Es importante aclarar que durante la etapa constructiva no se prevé la instalación de zonas de campamentos, plantas de trituración/asfalto, por lo tanto, no se relaciona consumo de agua para uso doméstico y/o para otros usos industriales de origen superficial. Se utilizarán sanitarios portátiles.

Teniendo en cuenta lo anterior, se solicita permiso de captación el cual se describirá en el numeral 7.1.1 y siguientes.

7.1.1 Demanda de agua para el proyecto

El recurso hídrico captado para obras civiles no será empleado en aquellas actividades u obras en las que la calidad influya. Es de anotar que las obras serán ejecutadas bajo especificaciones técnicas aplicables.

Con base en la información relacionada en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto del presente estudio, se realizó el cálculo de la demanda de agua para el proyecto, tal como se presenta en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Demanda de agua UF1

Unidad Funcional	Demanda de agua			
	Tipo	Uso	m³/s	l/s
UF1 36 meses de etapa constructiva	Industrial	Riego de vías, compactación de terraplenes, uso industrial (obras civiles), lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto, obras civiles relacionadas con el túnel.	0,00257	2,57

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

La captación de agua se solicita para la etapa constructiva que tendrá una duración de 3 años aproximadamente, por lo tanto, el consumo de agua para uso industrial será de 2,57 l/s, teniendo en cuenta que se prevé captar durante 18 horas del día y por 25 días al mes.

A continuación, se especifica la destinación del uso del agua solicitada a captar por el proyecto, en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones

Tipo de uso	Caudal destinado (l/seg)	Porcentaje de destinación
Riego de vías y humectación de material vegetal	1,67	75 %
Compactación de Terraplenes	0,22	10 %
Obras civiles	0,33	15%
Obras civiles relacionadas con el Túnel UF 1	0,35	100%
Total	2,57	100%

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.1.2 Fuente de abastecimiento

Se estima captar del río Pamplonita, el volumen de agua necesario para uso industrial; por lo cual, en el marco del presente estudio de impacto ambiental, se solicita permiso de captación según la información que se presenta en los siguientes numerales.

En la Tabla 7.4 se presenta la información relacionada con la fuente de abastecimiento de agua y la cuenca a la cual pertenece.

Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica
Caribe (1)	Catatumbo (16)	Río Pamplonita (1601)

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar

Como se mencionó anteriormente, se solicita captación del río pamplonita para uso industrial, en una franja de 0,004961 ha. En la Tabla 7.5 se especifica el polígono de captación.

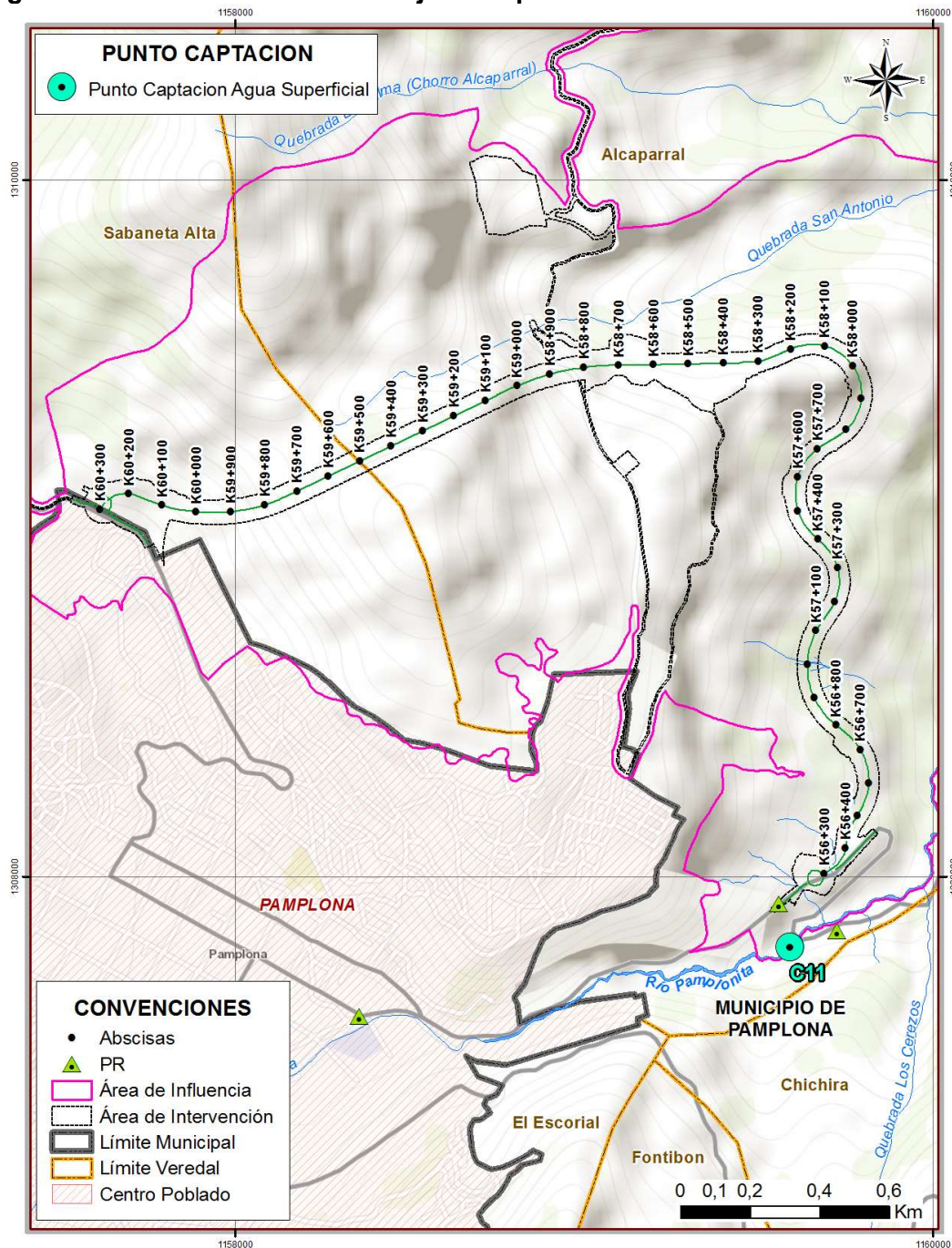
Tabla 7.5 Franja propuesta para la captación y caudal a solicitar

Id	Nombre de la fuente pues	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Municipio	Uso	Caudal a Solicitar (l/s)
		Este	Norte		Industrial	Industrial
C11	Río Pamplonita	1159590,269	1307799,218	Pamplona	X	2,57
		1159593,987	1307796,500			
		1159592,450	1307794,503			
		1159588,108	1307788,464			
		1159584,653	1307790,887			
		1159589,421	1307797,914			
		1159590,269	1307799,218			

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El acceso a la franja de captación C11 (Fotografía 7.1), localizada sobre el río Pamplonita, se hará a través del predio Lote El Naranjo, propiedad de Belsy Contreras Parada, localizado en la vereda Alcaparral del municipio de Pamplona.

Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C11

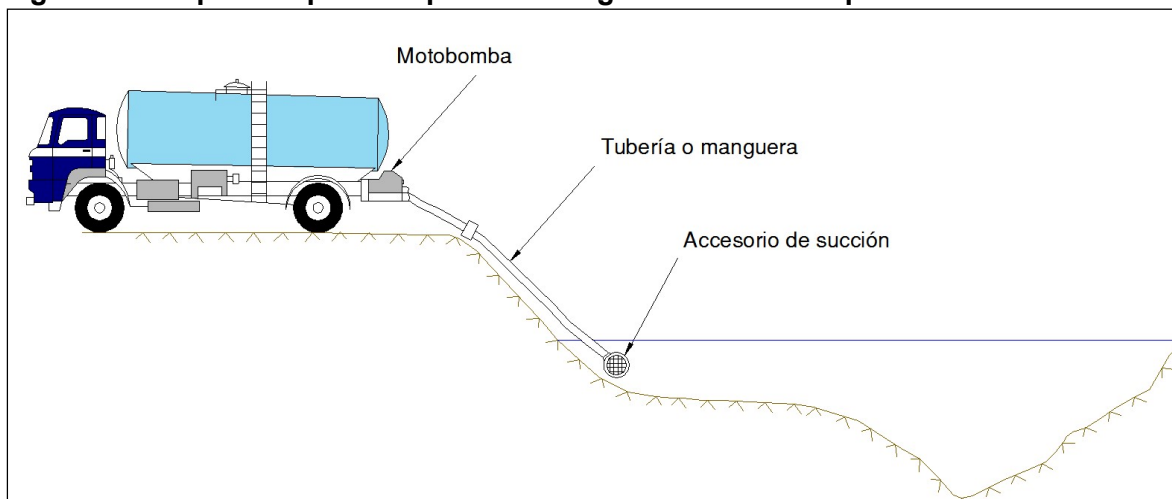


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución

La captación de agua se realizará a través de carrotanque y/o cisterna (Figura 7.1), el cual tendrá una motobomba instalada y una manguera o tubería, la cual irá directamente a la corriente de agua. Dicha tubería o manguera contará con un accesorio en el extremo de succión que impedirá la entrada de material de arrastre.

Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque



Fuente: Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los carrotanques que se usen para el transporte de agua hasta los sitios de utilización o frentes de obra no ingresarán por ningún motivo a la fuente superficial en la cual se solicita el permiso. Durante el proceso de captación, los vehículos se ubicarán fuera del cauce con el fin de prevenir la alteración de las características del recurso hídrico y afectación del talud de cauce (ver Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-9 Manejo de Fuentes Hídricas).

Los sistemas de conducción o transporte llevarán el agua directamente a los frentes de trabajo que requieran su uso y al punto de almacenamiento temporal que se ubicará en la zona de lavado y parqueo y/o área de almacenamiento (Figura 7.2).

Prevía a la iniciación de actividades de captación se deberá realizar la limpieza correspondiente al tanque, una vez limpio se procederá al llenado para hacer el transporte hasta el almacenamiento temporal.

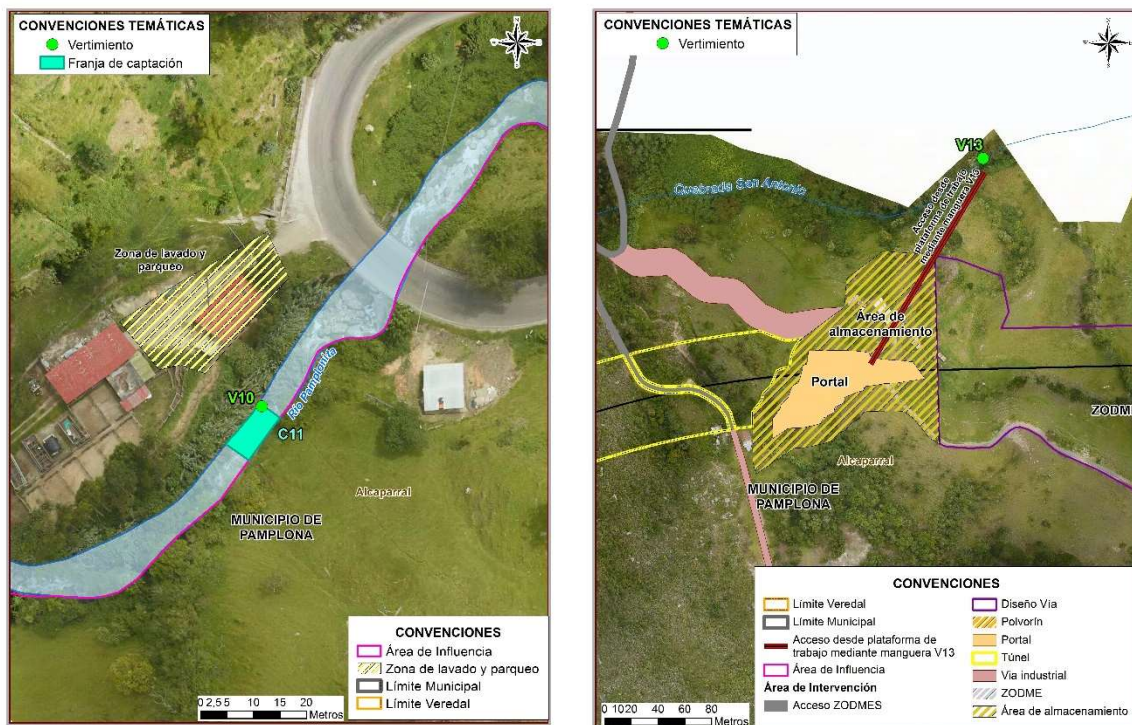
Los carrotanques utilizados para el transporte de agua no podrán realizar cargue de otras sustancias (químicos, agua residual doméstica y no domésticos, combustibles, entre otros), que pueda causar deterioro de la calidad del agua o contaminación de esta.

Se captará estrictamente el caudal requerido para cada actividad. Esto se realizará a través de una bitácora en la cual se registrará el volumen captado por día. Cabe anotar que el agua que no sea utilizada se almacenará para posterior uso.

A continuación, en la Figura 7.2 se presenta la ubicación de las áreas establecidas para el almacenamiento temporal del agua. En la figura se visualizan en achurado amarillo.

De esta manera, el tanque de almacenamiento de la C11 tiene prevista su localización dentro de la zona de lavado y parqueo y el tanque asociado a las aguas producto de la infiltración del túnel estará localizado dentro del área de almacenamiento del portal norte del túnel. También en estas áreas están ubicados los sistemas de tratamiento.

Figura 7.2 Ubicación de áreas de almacenamiento temporal del agua y tratamiento



Zona de lavado y parqueo en el V10
Fuente: Sacyr, 2018.

Área de almacenamiento en el V13

Para el almacenamiento temporal del agua se instalarán tanques de almacenamiento debidamente señalizados y cumplirán las siguientes características.

Tabla 7.6 Características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF1

Característica	Descripción
Seguridad	El tanque debe estar localizado en terrenos no susceptibles de deslizamientos o inundaciones. Además, debe ser estable con respecto a la calidad del suelo de cimentación y a fallas de origen geotécnico o geológico.

Facilidad de mantenimiento	El tanque debe estar de tal forma que se puedan realizar labores de mantenimiento con el mínimo de interrupciones, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Para el nivel bajo de complejidad puede tener un solo compartimiento. • El tanque debe estar provisto de válvulas para el cierre de las tuberías de entrada, de las tuberías de salida. • Los dispositivos para el cierre de las tuberías de entrada y salida deben estar señalizados de acuerdo con el código de colores para tubería y válvulas. • El tanque debe prever la forma y facilidad de mantenimiento
Restricción de acceso	Deben tomarse las medidas de seguridad necesarias mediante cercados, vías de acceso restringidas, vigilancia o cualquier otra forma, para evitar el acceso de personas extrañas.
Localización del tanque	La ubicación de los tanques debe tener en cuenta lo siguiente: Si el tanque es enterrado o semienterrado, debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, tales como tanques sépticos, depósitos de basuras, letrinas, sumideros, entre otros. Todos los tanques deben tener cubierta.
Materiales	El material del tanque debe resistir las fuerzas causadas por el empuje de tierra y de flotación, en el caso de tanques enterrados o semienterrados, cuando el tanque se encuentre desocupado.
Impermeabilización	Las paredes y el fondo deben ser impermeables y el material expuesto al agua debe ser resistente a los ataques químicos y a la corrosión.
Ventilación	Deben proveerse ductos de ventilación que permitan la entrada y salida fuente de aire, con una malla de 5 mm para evitar la entrada de insectos; en caso de que éstos sean de PVC, debe usarse la norma técnica NTC 1260.

Fuente: (Sacyr, 2016)

Los tanques de almacenamiento que se usarán corresponden a tanques multiuso que permitirán tener constante flujo de agua, de fácil limpieza, resistentes a la exposición solar y a impactos. A continuación, se presentan algunas características del tanque mencionado.

Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua

Características	Tanque agua industrial
Capacidad	5000 L
Diámetro	228 cm
Altura	174 cm
Peso	113,6 kg

Fuente: (Sacyr, 2016)

7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos

Análisis de caudales máximos y mínimos para diferentes periodos de retorno en el punto y franja donde se realizará el vertimiento y la captación para el desarrollo de las actividades de la UF1

Las características físicas de las cuencas hidrográficas condicionan, junto con las variables hidroclimatológicas el comportamiento de su régimen de esorrentía, que se manifiesta en las características de los hidrogramas anuales y de crecientes. En consecuencia, el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que

gobiernan las relaciones entre precipitación y escorrentía en una cuenca en particular (Chow, et al, 1988). Los modelos empleados en las estimaciones hidrológicas se apoyan en esta relación causal y por consiguiente en los parámetros morfométricos de las cuencas. Estas características están referidas a la forma, relieve y red de drenaje de la corriente principal que drena la zona los que permiten conocer la variación en el espacio del régimen hidrológico de las quebradas en estudio.

Dando cumplimiento a los lineamientos de los términos de referencia para elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, para el sitio propuesto para la captación de agua y vertimiento en el río Pamplonita, fueron determinadas las características necesarias para definir los caudales mínimos y máximos de la cuenca hasta el punto para los periodos de retorno (1.33, 2 y 5, 10, 25, 50 y 100 años). La cuenca hasta el sitio propuesto no cuenta con instrumentación. La estación hidrológica más cercana corresponde a Don Juana Automática, código 16017020 ubicadas aguas abajo en el río Pamplonita a una distancia aproximada de 36,85 km, cuenta con registros desde el año 1972 hasta la actualidad, las características generales de la estación se muestran en la Tabla 7.8

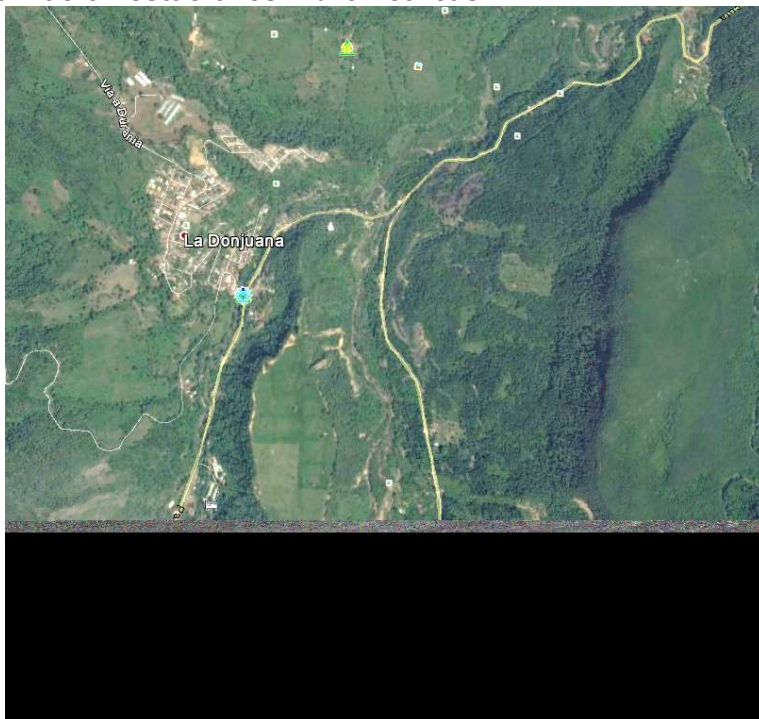
Tabla 7.8 Características generales de la estación IDEAM, Don Juana Automática – 16017020

Nombre	LA DONJUANA AUTOMATICA
Altitud	730
Tipo	AUT
Clase	HMT
Categoría	HA
Estado	ACT
Corriente	PAMPLONITA
Departamento	NORTE DE SANTANDER
Municipio	CHINÁCOTA
Fecha instalación	15/08/1972
Este	1162420,394
Norte	1342189,712

Fuente: Aecom - ConCol. 2018, Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá

En la Figura 7.3 se muestra la localización de las estaciones hidrométricas de la zona de estudio.

Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas



Fuente: Google Earth. 2018

7.1.5.1 Análisis de frecuencia de eventos extremos

Este método está basado en el hecho de que la magnitud de un evento hidrológico puede expresarse como la media de la serie de observaciones realizadas más un cierto valor el cual está en función de la desviación estándar de la serie, es decir:

$$x_T = \mu + K_T \sigma$$

Donde,

x_T = magnitud del evento hidrológico

μ = media de la serie hidrológica

σ = desviación estándar de la serie hidrológica

K_T = factor de frecuencia

De esta forma se puede determinar fácilmente la magnitud x_T de un evento hidrológico extremo y su periodo de retorno asociado T .

El factor de frecuencia K_T depende del periodo de retorno T y de la distribución que sigue la serie hidrológica. A continuación, se describe como se debe calcular dicho parámetro.

– *Distribución Normal*

El valor de K_T correspondiente a una probabilidad de excedencia de p ($p = \frac{1}{T}$) puede calcularse encontrando el valor de una variable intermedia w :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

y luego calculando K_T utilizando la aproximación

$$K_T = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Cuando $p > 0.5$, $1-p$ es utilizado en lugar de p y al valor de K_T se le asigna un signo negativo.

– *Distribución LogNormal*

Para la distribución LogNormal, se aplica el mismo procedimiento excepto que este se aplica a los logaritmos de la serie hidrológica.

$$y_T = \mu_y + K_T \sigma_y$$

Donde:

$$y_T = \log x_T$$

μ_y = media de la serie hidrológica de logaritmos

σ_y = desviación estándar de la serie hidrológica de logaritmos

K_T = factor de frecuencia

El factor de frecuencia se calcula de la misma manera que para la distribución normal.

Una vez se conozca el valor de y_T , este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– *Distribución Log Pearson Tipo III*

En esta distribución también se trabaja con los logaritmos de la serie original.

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Con

$$k = \frac{C_s}{6}$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

$$p = \frac{1}{T}$$

Donde

C_s = coeficiente de asimetría de la serie hidrológica de logaritmos
 T = Periodo de retorno en consideración (años)

Una vez se conozca el valor de y_T , este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– *Distribución de Valor Extremo o Gumbel*

Para este tipo de distribución se tiene lo siguiente:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

Donde

T = Periodo de retorno en consideración (años) (Chow et al., 1994)

7.1.5.1.1 Análisis de frecuencia de caudal máximo y mínimo

La información de caudales máximos anuales de cada estación fue procesada mediante software especializado, con los resultados que se indican en la Tabla 7.9 y Tabla 7.10.

De acuerdo con los resultados de la prueba Chi-cuadrado, la función teórica de probabilidad que más se ajustó para los caudales máximos fue la distribución Gumbel, cuyos resultados

para los periodos de retorno de 1,33, 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años se resumen en la Tabla 7.9.

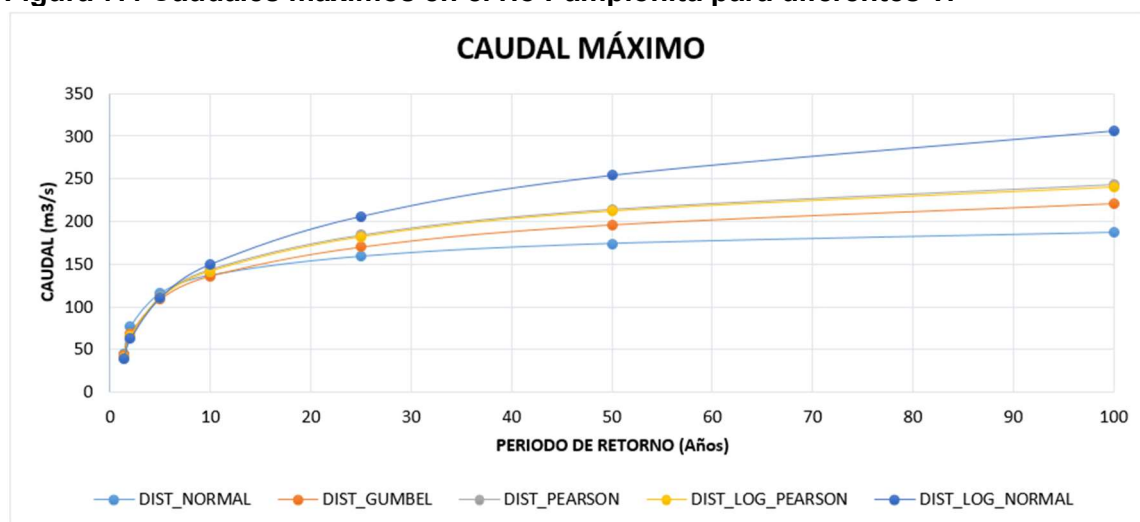
Tabla 7.9 Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno sobre el Río Pamplonita

Periodo de retorno - Tr	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1.33	44,5	43,1	39,5	39,3
2	76,6	68,3	64,7	62,5
5	116	109	112	111
10	137	136	144	150
25	159	170	184	206
50	174	196	214	254
100	187	221	243	306
PRUEBA CHI CUADRADO	10	4,68	5,09	5,91

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Con base en los resultados obtenidos, se graficaron los caudales máximos calculados según la distribución de probabilidad de mayor ajuste versus el tiempo de retorno (T) para cada una de las estaciones de la zona de estudio. En la Figura 7.4 se muestran las gráficas de los caudales máximos calculados.

Figura 7.4 Caudales máximos en el río Pamplonita para diferentes Tr



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

De igual manera para los caudales mínimos, el procedimiento generó los resultados que se indican en la Tabla 7.10. En este caso el método finalmente adoptado corresponde al que

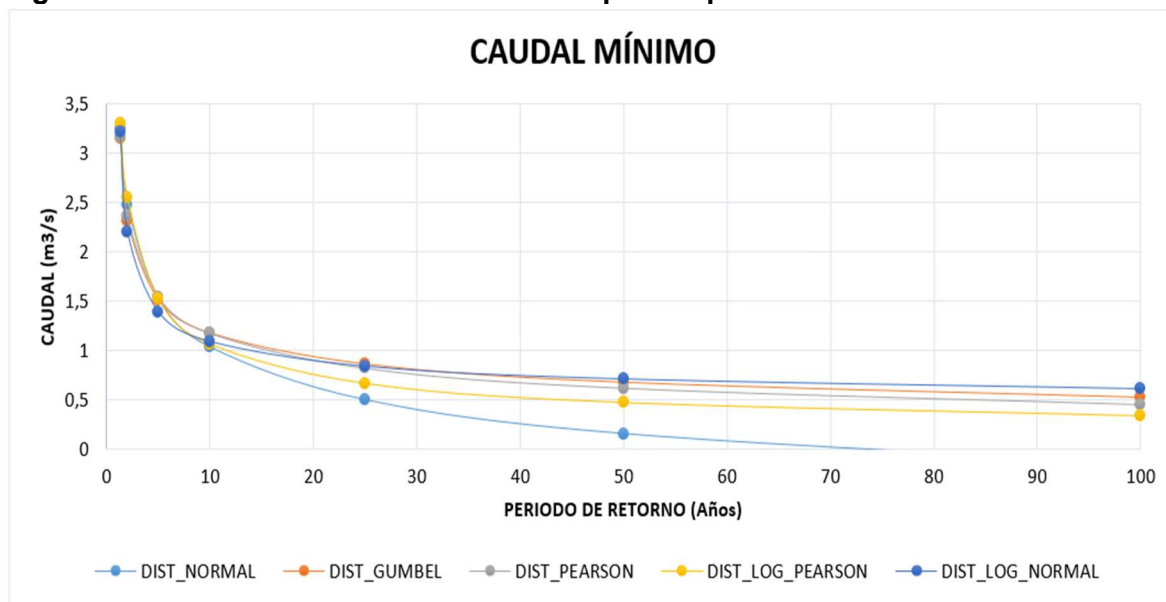
genera resultados con la distribución Tipo Gumbel, la representación gráfica se muestra en la Figura 7.5.

Tabla 7.10 Caudales mínimos en el río Pamplonita para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1,33	3,25	3,15	3,16	3,3
2	2,48	2,31	2,36	2,55
5	1,53	1,51	1,54	1,52
10	1,03	1,17	1,17	1,06
25	0,495	0,855	0,816	0,661
50	0,151	0,67	0,615	0,467
100	-0,158	0,516	0,449	0,332
PRUEBA CHI CUADRADO	6,73	5,5	5,91	11,23

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.5 Caudales mínimos en el río Pamplonita para diferentes Tr



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.2 Estimación de caudales en los sitios de captación y vertimiento

En la mayoría de los proyectos que se requiere evaluar variables hidrológicas no se tiene un buen cubrimiento de la red hidrometereológica, por lo que es necesario recurrir a métodos de proyección o extensión de caudales a partir de información pluviométrica e hidrométrica.

- **Transposición de caudales (INVIAS, 2009)**

Es posible que la estación hidrométrica sobre la corriente objeto de aprovechamiento no se encuentre exactamente en el sitio de proyecto de la obra de drenaje vial, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación. Se pueden transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje, así:

$$Q_{SP} = Q_{EH} \times \left(\frac{A_{SP}}{A_{EH}} \right)^x$$

Donde:

Q_{SP}: Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

Q_{EH}: Caudal en la estación hidrométrica, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

A_{SP}: Área hoya hidrográfica hasta el sitio de proyecto, en kilómetros cuadrados (km²).

A_{EH}: Área hoya hidrográfica hasta la estación hidrométrica, en kilómetros cuadrados (km²).

El exponente x es un valor que fluctúa usualmente entre 0.5 y 0.75. A falta de datos de investigación, se toma un valor igual a 0.5.

- **Cálculo de caudales - Transposición**

Aplicando el método anteriormente descrito, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 7.11 y Tabla 7.12, para caudales máximos y caudales mínimos en el sitio de captación y vertimiento sobre el río Pamplonita respectivamente. De igual manera las Figura 7.6 y Figura 7.7 representan los resultados de probabilidad transpuestos para el sitio de captación y vertimiento en esta corriente.

Tabla 7.11 Estimación de caudales máximos (m³/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación (Km ²)	Estación	Área (Km ²)	Transposición de caudales (Tr, años)						
				1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1-C11	38.22	La Donjuana	422	13,01	20,61	32,90	41,05	51,31	59,16	66,70

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.6 Caudales máximos para diferentes Tr -sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita



Franja 1 – C11

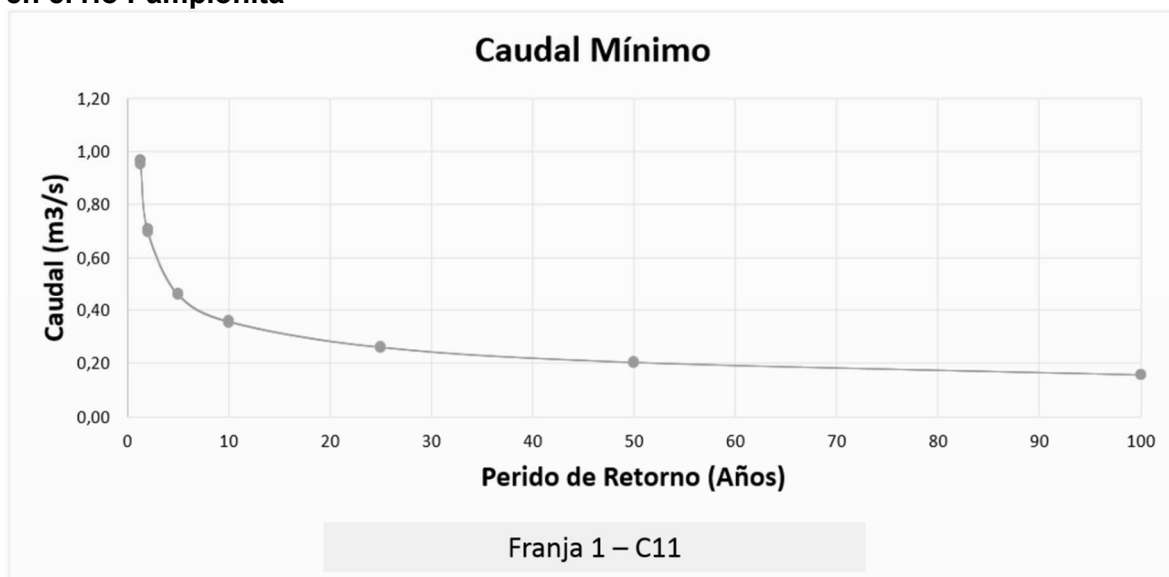
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.12 Estimación de caudales mínimos (m³/s) en la cuenca del río Pamplonita – sitio de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación (Km2)	Estación	Área (KM2)	Transposición de caudales (Tr, años)						
				1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1 – C11	38.22	La Donjuana	422	0,95	0,70	0,46	0,35	0,26	0,20	0,16

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.7 Caudales máximos para diferentes Tr – sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.3 Método de la curva de duración de caudales

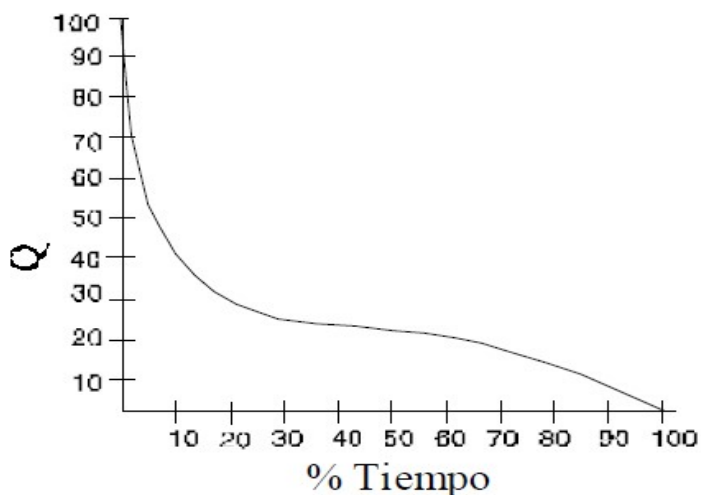
La curva de duración de caudales CDC resulta del análisis de frecuencias de la serie histórica de caudales medios diarios en un sitio determinado de una cuenca. La curva de duración (CDC) es un procedimiento gráfico para el análisis de la frecuencia de los datos de caudales y representa la frecuencia acumulada de ocurrencia de un caudal determinado. Es una gráfica que tiene el caudal, Q, como ordenada y el número de días del año (generalmente expresados en % de tiempo) en que ese caudal, Q, es excedido o igualado, como abscisa. La ordenada Q para cualquier porcentaje de probabilidad, representa la magnitud del flujo en un año promedio, que espera que sea excedido o igualado un porcentaje, P, del tiempo.

Los datos de caudal medio anual, mensual o diario se pueden usar para construir la curva. Los caudales se disponen en orden descendente, usando intervalos de clase si el número de valores es muy grande. Si N es el número de datos, la probabilidad de excedencia, P, de cualquier descarga (o valor de clase), Q, es:

$$P = \frac{m}{N} * 100$$

Siendo m el número de veces que se presenta en ese tiempo el caudal. Si se dibuja el caudal contra el porcentaje de tiempo en que éste es excedido o igualado se tiene una gráfica como la mostrada en la figura siguiente.

Figura 7.8 Curva de duración de caudales de corrientes



A lo largo del trazado de la línea se identificó una estación de hidrometría, que reportan registros de caudales medios a lo largo de un período mayor a los 25 años.

La estación empleada para el análisis es la que se indica en la Tabla 7.13.

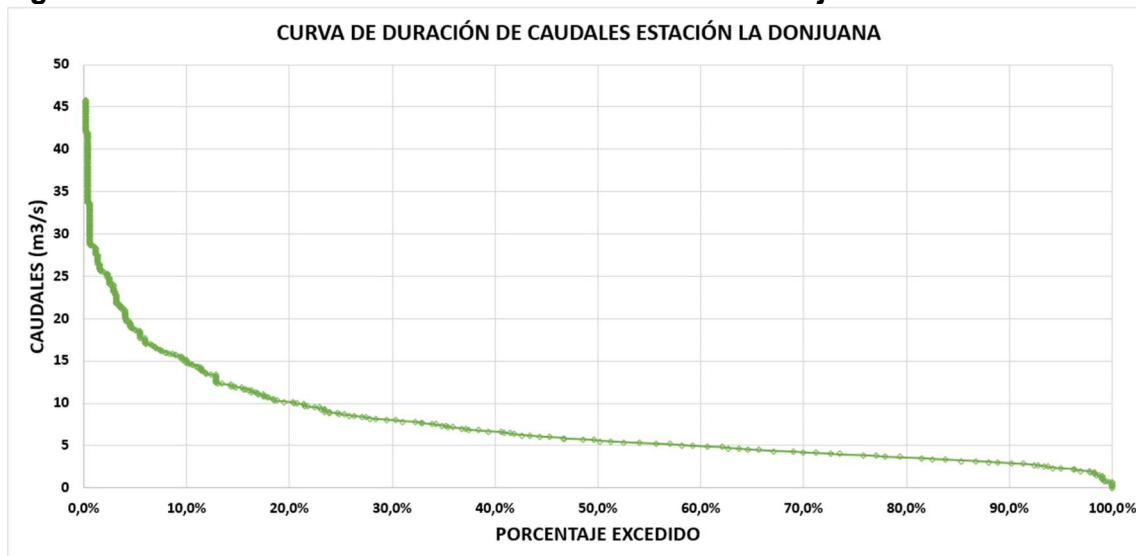
Tabla 7.13 Estación hidrométrica de la zona de estudio

Estación					Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		elev. m.s.n.m.
Código	Estación	Municipio	Depto.	Corriente	Norte	Este	
16017020	La Donjauna	La Donjuana	N. Santander	Río Pamplonita	1162420,39	1342189,71	730

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de los registros de esta estación se elaboró la Curva de Duración de Caudales medios mensuales, como se ilustra en la Figura 7.9.

Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir la información del registro de la estación limnimétrica, se procedió a realizar un proceso de extensión de la curva de duración de caudales (CDC) de estaciones pivote, en función del área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de toma de agua y vertimiento para el proyecto. La aplicación de la Curva de Duración se hace según criterios de proximidad y/o que correspondan a cuencas con rendimiento hídrico similar.

En la Tabla 7.14 se indica el área de la cuenca aferente al punto objeto de aprovechamiento; se incluye la CDC aplicada este punto.

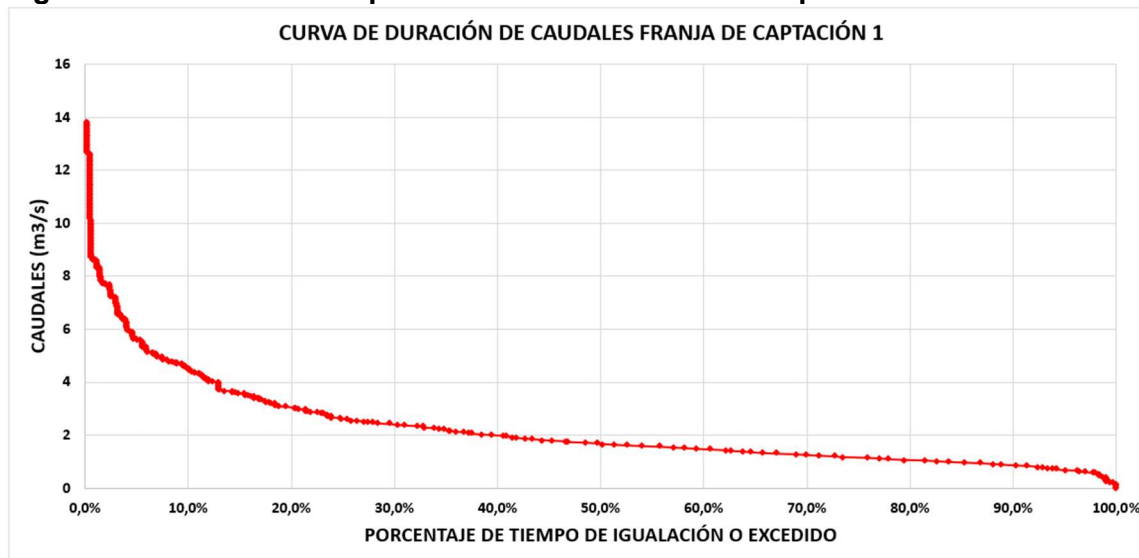
Tabla 7.14 Características morfométricas de la cuenca objeto de aprovechamiento

ID	Nombre	Estación Pivote CDC	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Área Cuenca De Captación (Km²)
			ESTE	NORTE	
C11	Franja 1 captación río Pamplonita	La Donjuana	1159590	1307799	38,22
			1159593	1307796	
			1159592	1307794	
			1159588	1307788	
			1159584	1307790	
			1159589	1307797	
			1159590	1307799	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de las estimaciones hidrológicas anteriores y mediante técnicas de extensión de la Curva de Duración de Caudales (CDC) se obtuvieron los datos de caudal en el sitio requerido, como se presenta en la Figura 7.10.

Figura 7.10 CDC sitio de aprovechamiento sobre río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.3.1 Estimación de caudales ecológicos

En Colombia, la metodología para la estimación del caudal ecológico de cuencas se encuentra definida en la Resolución No. 0865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el cual el caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Este método fue desarrollado por el IDEAM y acogido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como procedimiento general en el territorio nacional.

Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos:

- i. Hidrológicas: Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
- ii. Hidráulicas: Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.
- iii. Simulación de los hábitats: Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.
- iv. Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el **97,5%** del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2,33 años.
- v. Método de Descuento del IDEAM. El caudal mínimo ecológico estimado mediante este procedimiento corresponde al caudal medio mínimo mensual multianual.

Para el caso se aplicará el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de duración de caudales.

7.1.5.3.2 Oferta hídrica disponible

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Para efectos de establecer un margen adecuado de conservación en la microcuenca de las corrientes objeto de captación, observando las condiciones de cada una y los usos económicos predominantes de tipo agrícola y pecuario que tiene en la actualidad.

Método Estudio Nacional de Agua

Caudal medio de CDC extendida para la cuenca del Río Pamplonita, Franja 1 = 6.92 m³/s

Caudal del 97,5% de la CDC extendida (Caudal ecológico) = 0.59 m³/s

Caudal ofertado (Método ENA) = Caudal medio – Caudal ecológico

Caudal ofertado (Método ENA) = 6.92 m³/s – 0.59 l/s

Caudal ofertado (Método ENA) = 6.33 m³/s

Tabla 7.15 Resumen de oferta de agua superficial en la franja objeto de aprovechamiento

Captación	Vereda	Municipio	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA- SIRGAS Origen Bogotá (Coordenadas polígono)		Caudal medio		Oferta de agua			
							Caudal ecológico		Caudal disponible	
							Método ENA			
			Este	Norte	m³/l	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s
Franja 1 – Captación C11	Alcaparral	Pamplona	1159590	1307799	6,92	6920	0,59	590	6,33	6330
			1159593	1307796						
			1159592	1307794						
			1159588	1307788						
			1159584	1307790						
			1159589	1307797						
	1159590	1307799								

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El caudal solicitado para las actividades del proyecto en la UF 1 es de 2,57 L/s; y el caudal disponible en el río Pamplonita es de 633 L/s (tomando el caudal más bajo disponible del río debido a que el punto de captación y vertimiento se encuentra cerca). Con esta captación, aún quedaría disponible 630,78 L/s.




7.1.5.4 Inventario y Cuantificación de usos y usuarios

Para la identificación de usos y usuarios del agua cercanos al punto propuesto para la captación C11 y vertimiento V10, localizados sobre el río Pamplonita, se realizó un reconocimiento aguas arriba y abajo de la franja propuesta para las captaciones y se tuvo como resultado que no existen captaciones sobre el río Pamplonita ya que según lo expuesto por los habitantes que se entrevistaron en el sector, el agua que requieren para las diferentes actividades es captada directamente de puntos hidrogeológicos cercanos, porque el agua del río Pamplonita no la consideran apta para ningún tipo de consumo, entre ellos, riego de cultivos o consumo de animales.

Respecto a vertimientos sobre este cuerpo lótico se identificaron tres vertimientos (Tabla 7.16), todos sin tratamiento previo a la descarga, ni permiso.

Por otra parte, no se pudo incluir información de usos y usuarios registrados por CORPONOR, ya que la información entregada por la entidad no contenía los datos suficientes para realizar el análisis correspondiente, tal como se expuso en el numeral 5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR.

Tabla 7.16 Inventario de vertimientos puntuales sobre el río Pamplonita

ID	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción	Registro Fotográfico
	Este	Norte		
V_3	1159712,18	1307870,55	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	
V_4	1159787,9	1307899,29	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	
V_5	1159789,68	1307890,65	Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales producto de montallantas y vivienda	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para el desarrollo del proyecto de construcción Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona no se realizará extracción directa de aguas subterráneas.

7.3 VERTIMIENTOS

Se solicita la disposición de aguas residuales industriales sobre el río Pamplonita y la quebrada San Antonio, previamente tratadas y dando cumplimiento a la normatividad vigente (Decreto 1076 de 2015), generadas durante las etapas de construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona.

La selección de los puntos de vertimiento se realizó teniendo en cuenta la proximidad a los sitios de generación, la facilidad de acceso, la mínima afectación a la vegetación existente, la estabilidad en las márgenes de los cauces y la no afectación a la comunidad según inventario de usos y usuarios del recurso.

Los vertimientos se definieron teniendo en cuenta la capacidad de mezcla, transporte y asimilación de los vertimientos (reaireación).

7.3.1 Vertimientos en cuerpos de agua

A continuación, en la Tabla 7.17 se muestra la ubicación georreferenciada de los puntos de vertimiento y adicionalmente en la Figura 7.11 se puede apreciar su ubicación espacial en el área de influencia del proyecto. Es necesario aclarar que el V13 corresponde a una misma zona localizada sobre la quebrada San Antonio que tiene asociado dos caudales de vertimiento, correspondientes por una parte a las aguas residuales del túnel como tal, y por otra parte a las aguas industriales tratadas.

De acuerdo con la tabla descrita, en el punto V10, localizado en el río Pamplonita, se verterán las aguas industriales producto del lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto o lavado de mixer y al mismo lavado de la zona dispuesta para estas actividades.

Por otra parte, en el punto V13 (1 y 2), ubicado en la quebrada San Antonio, se verterán las aguas producto de las aguas de infiltración del túnel. Sin embargo, estas serán divididas durante la etapa constructiva, de manera que se separarán las aguas residuales industriales (las cuales presentan algún grado de aporte de contaminantes a causa de las actividades constructivas del túnel) y las aguas naturales producto de la infiltración del túnel que no presentan ningún grado de contaminación. Ver anexo 7F, estrategia de manejo de separación de aguas del túnel.

Así, el mismo punto V13 recibirá dos vertimientos sobre la quebrada San Antonio. Las aguas industriales dispondrán un caudal de 0,7 L/s y las aguas no contaminadas procedentes de la infiltración verterán 23,0 L/s. Para efectos de ayudar a mantener un caudal de asimilación en la quebrada San Antonio antes de realizar el vertimiento de las

aguas industriales tratadas, se verterán los 23 l/s de aguas de infiltración aproximadamente 15 metros (Punto V13-2) aguas arriba del vertimiento de los 0.7 l/s de aguas industriales tratadas (Punto V13-1).

La base del caudal estimado del V13-2 es la capacidad máxima estimada de extracción de agua subterránea del túnel UF1, el cual establece que, bajo el escenario más desfavorable, el caudal es de 23 L/s, de acuerdo con lo formulado en el Estudio hidrogeológico del túnel (ver caracterización Area de Influencia, Cap. 5.1.8 Hidrogeología).

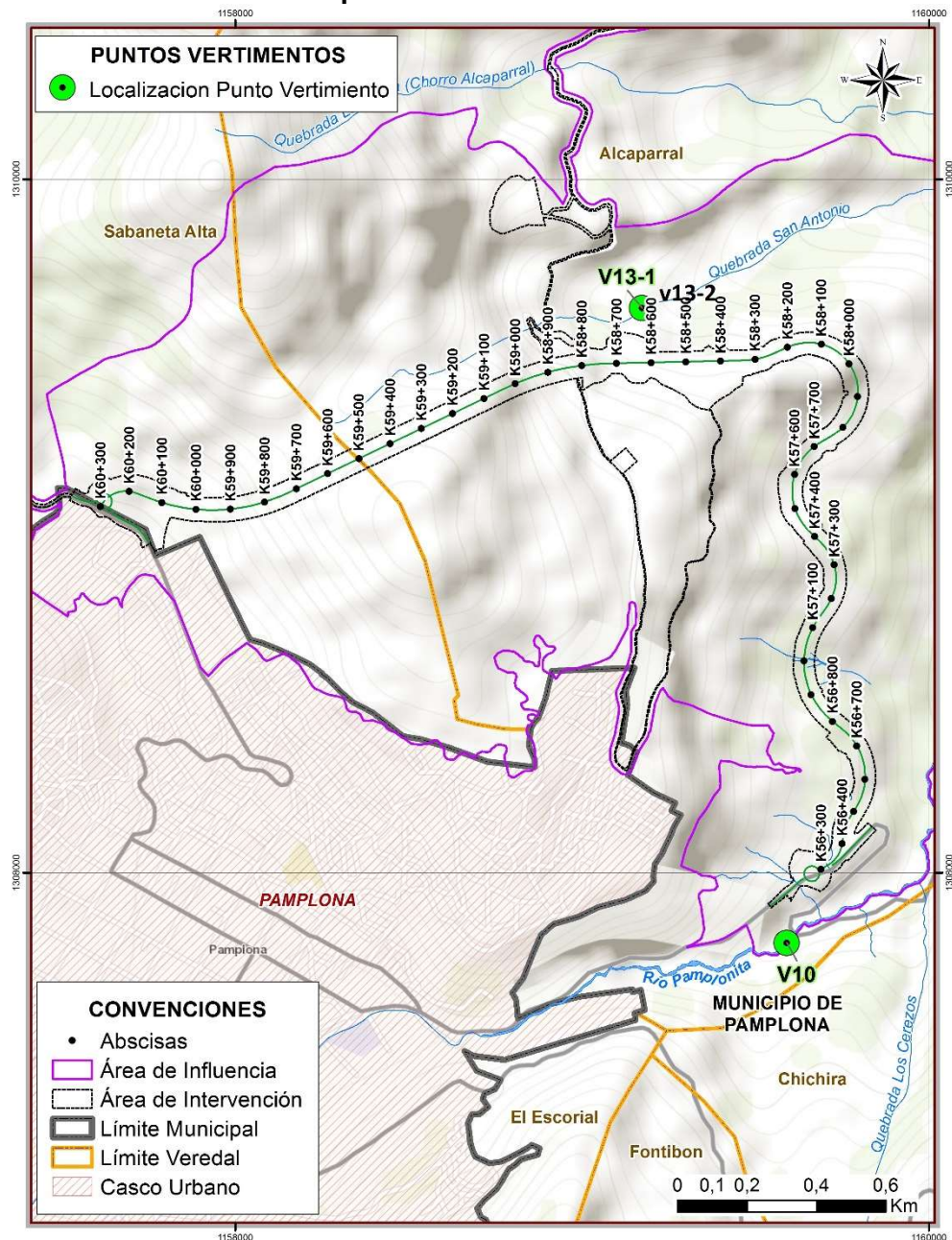
De acuerdo con el manejo propuesto para las obras del túnel, se estima un caudal de 0,7 L/s en aguas industriales asociadas a las actividades constructivas del mismo, las cuales generan algún grado de contaminación en sus aguas remanentes.

Tabla 7.17 Sitios Propuestos para Vertimientos

Id	Nombre fuente	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Municipio	Vereda	Caudal (l/s)	Caudal Total (l/s)
		Este	Norte				
V10	Río Pamplonita	1159590,60	1307798,65	Pamplona	Alcaparral	0,6	0,6
V13-1	Quebrada San Antonio	1159173,78	1309627,90	Pamplona	Alcaparral	0,7	23,70
V13-2	Quebrada San Antonio	1159161,94	1309618,69	Pamplona	Alcaparral	23,0	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.11 Localización de los puntos de vertimiento UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Así, el punto de vertimiento V10 se ubica geográficamente dentro de la franja de captación C11, por lo tanto, los caudales y oferta hídrica del río Pamplonita para ese sector corresponden a los definidos para dicho punto de captación (ver numeral 7.1 Aguas superficiales)

Caudales máximos, medios y mínimos de la quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13

Los caudales fueron definidos mediante diferentes métodos a los aplicados para la caracterización del río Pamplonita (punto de captación – C11 y vertimiento – V10) debido que la cuenca San Antonio cuenta con un área pequeña respecto al sector instrumentado de la cuenca del río Pamplonita, estación La Don Juana (ver Tabla 7.8). De acuerdo con los lineamientos del INVIAS la aplicabilidad de dicho método depende que el área de las cuencas no puede ser mayor ni menor al 50% de la cuenca instrumentada; el área del sector de la cuenca Pamplonita instrumentada es 422 km², el área de la cuenca San Antonio aferente al punto de vertimiento es 0.86 km², por lo tanto, dicha área corresponde al 0.20% de la cuenca instrumentada, por lo tanto, no es viable la aplicación de dicho método.

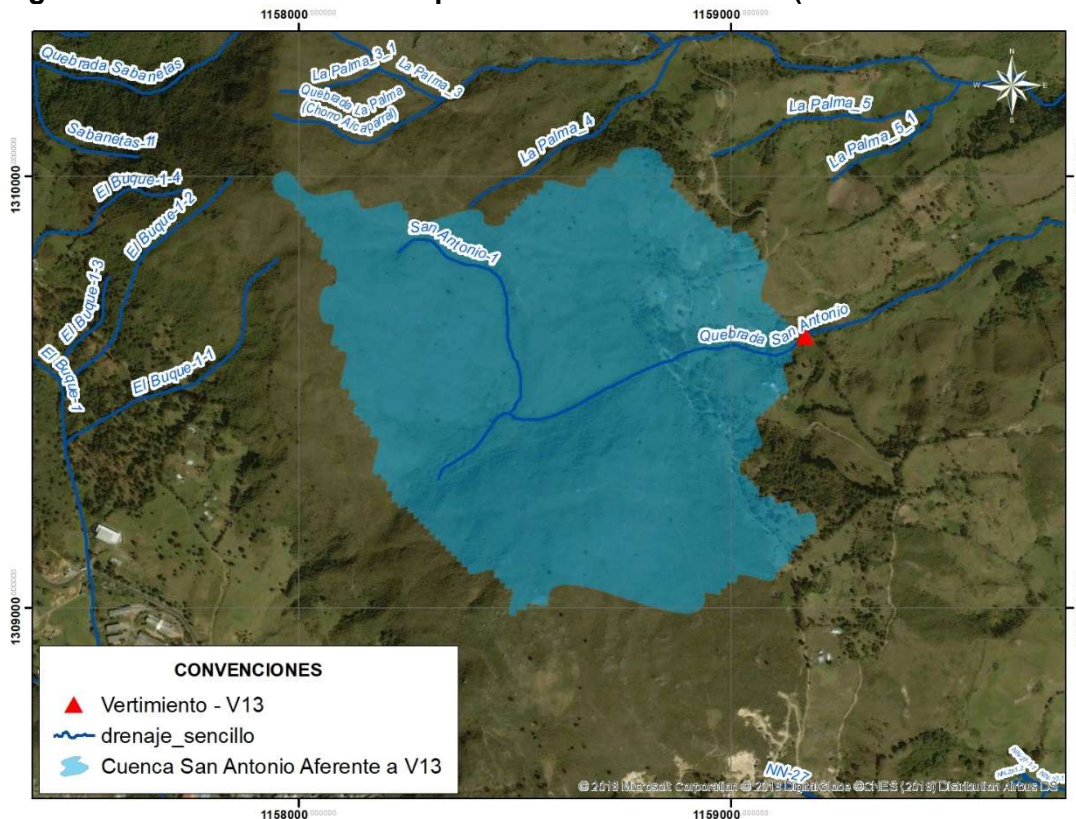
Los métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales fueron los siguientes:

Tabla 7.18 Métodos mediante los cuales fueron definidos los caudales máximos, medios y mínimos - Cuenca San Antonio (sector aferente a punto de vertimiento V13)

Cuenca	Caudal Máximo	Caudal Medio	Caudal Mínimo
San Antonio (sector aferente al punto de vertimiento V13)	Método Racional y SCS de Abstracciones de precipitación	Método SCS de Abstracciones	Método SCS de Abstracciones

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.12 Cuenca aferente al punto de vertimiento V13 (Cuenca San Antonio)



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.19 Caudal máximo Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

Cuenca/ T_r	SCS de Abstracciones (m³/s)				Método Racional (m³/s)				Media (Caudal Máximo) (m³/s)			
	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100
V13	0,67	0,87	1,43	5,23	1,60	2,10	3,11	7,67	1,14	1,48	2,27	6,45

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.20 Caudal medio (l/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
V13	0,00	0,01	1,90	10,02	6,68	1,93	0,64	1,38	4,35	11,15	5,81	0,08	3,66

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.21 Caudal mínimo (l/s) Cuenca Aferente Punto de Vertimiento - V13 (Cuenca San Antonio)

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
V13	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,000	0,000	0,001

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Caudal ambiental

El caudal ambiental o ecológico fue determinado mediante la metodología propuesta por el IDEAM mediante Resolución 865 de 2007 donde “El IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio”. Sin embargo, de acuerdo con el balance hídrico y observaciones en campo la corriente de la Quebrada San Antonio corresponde a una fuente hídrica intermitente (Efecto altamente incrementado por las acciones antrópicas en el área), por lo tanto, el caudal ecológico fue determinado con base al 25% del caudal medio de cada mes, debido que, si se determinaba con base al medio más bajo, este sería de cero.

Tabla 7.22 Caudal Ambiental (l/s) Quebrada San Antonio en el punto de vertimiento V13

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q Medio	0,00	0,01	1,90	10,02	6,68	1,93	0,64	1,38	4,35	11,15	5,81	0,08
(25%)*	0,00	0,00	0,47	2,51	1,67	0,48	0,16	0,35	1,09	2,79	1,45	0,02
OH**	0,00	0,00	1,42	7,52	5,01	1,45	0,48	1,04	3,27	8,36	4,36	0,06

* Caudal ambiental adoptado por el IDEAM – Resolución 865 de 2007 ** Oferta hídrica (l/s)

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

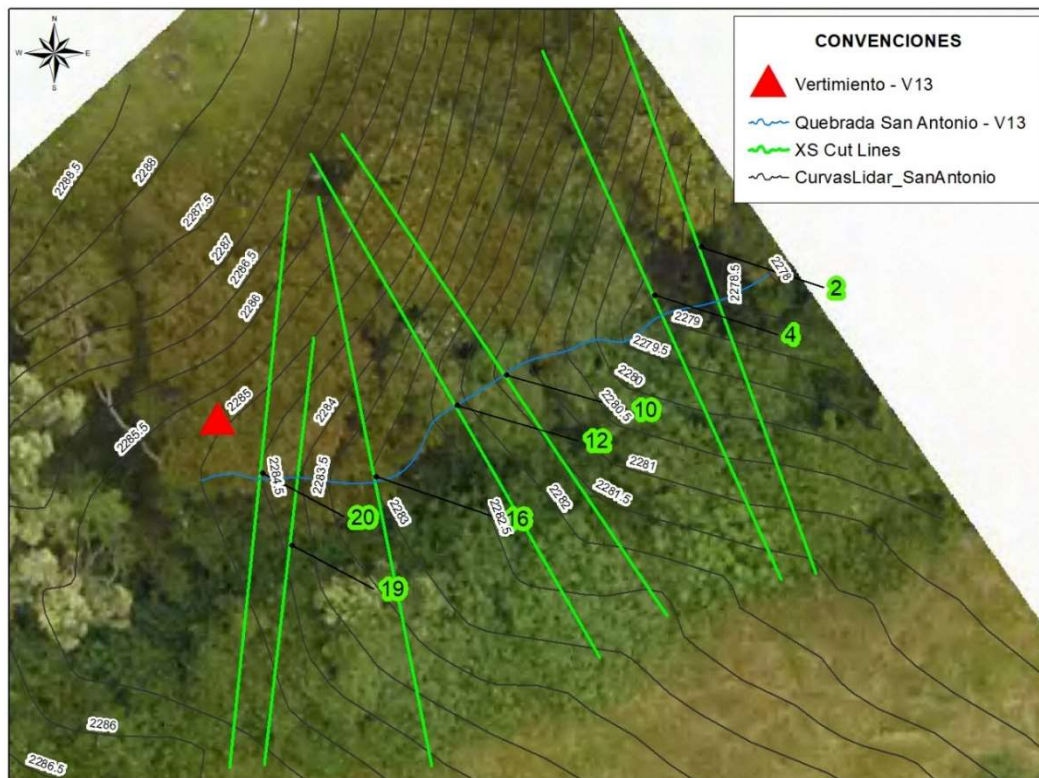
Características hidráulicas de la quebrada San Antonio en el tramo asociado al punto de vertimiento V13 (Estudio de la capacidad hidráulica)

Se definió a partir de la modelación hidráulica teniendo como insumos el caudal medio anual (m^3/s), el mínimo medio anual (m^3/s) y los máximos (m^3/s) para periodos de retorno 1,33, 2, 5 y 100 años, valores tomados como base para posteriormente modelar un segundo escenario, el cual incluye dichos caudales más el caudal de agua de infiltración producto de la perforación del túnel que se pretende verter. Ambos escenarios fueron modelados como flujo permanente, condición del límite “profundidad crítica” y régimen de flujo “subcrítico”.

El objetivo de la modelación pretende valorar la respuesta en el cauce ante el vertimiento, puesto que la quebrada San Antonio es una corriente intermitente y cuyo caudal medio según el balance hídrico es menor al caudal máximo (23 l/s) que puede llegar a generarse tras la perforación del túnel (agua de infiltración). Por lo tanto, se evaluó la quebrada San Antonio en el área del punto V13 para determinar si cuenta con la capacidad hidráulica necesaria para transportar dicho caudal tanto para garantizar su transporte, como para no generar aún en temporada extrema de precipitación (Tr. 100 años) desbordamientos e inundaciones.

El estudio se realizó con base en curvas de nivel cada 25cm producto del vuelo LIDAR; a partir de estas se construyó un modelo de elevación digital y TIN del tramo cubierto por dichas curvas, las cuales cubren un trayecto de 22 m aguas abajo del punto de vertimiento V13. El montaje se realizó en el aplicativo HEC-RAS.

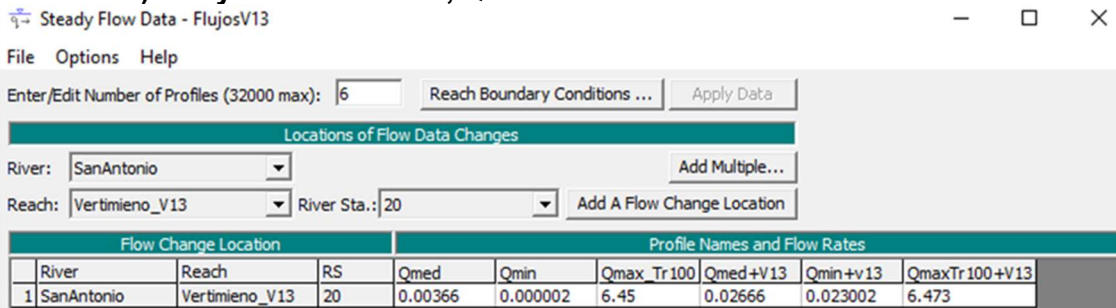
Figura 7.13 Tramo asociado a punto de vertimiento V13 (1 y 2) – Quebrada San Antonio



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

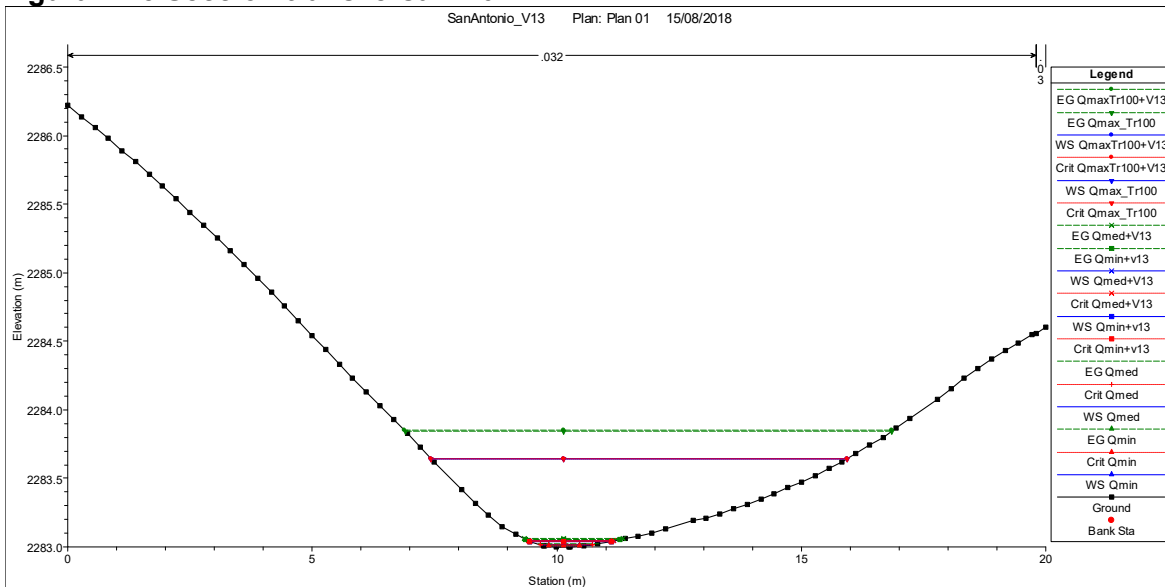
La geometría del cauce se definió a partir del modelo de elevación digital, el ancho cauce y las rutas de flujo se determinaron de acuerdo con observaciones en campo, dichas dimensiones se asumieron para todo el tramo de 22m, posteriormente fueron ajustadas en el software. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 7.14 Caudales (m^3/s) para los escenarios de caudal mínimo, medio y máximo (Tr.100años) con y sin vertimiento, Quebrada San Antonio – Punto de vertimiento V13



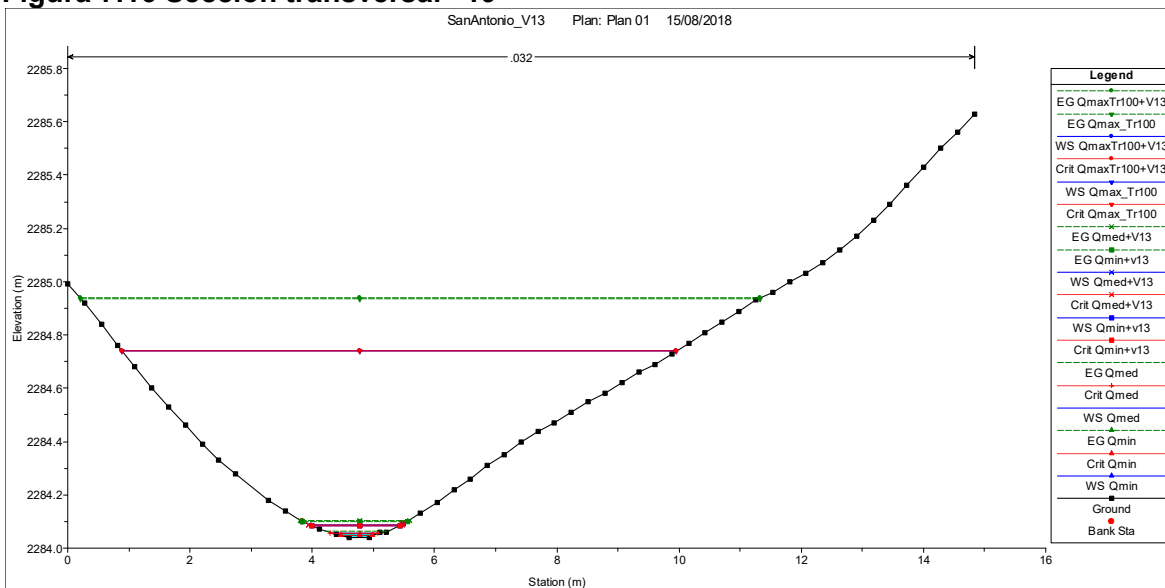
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.15 Sección transversal "20"



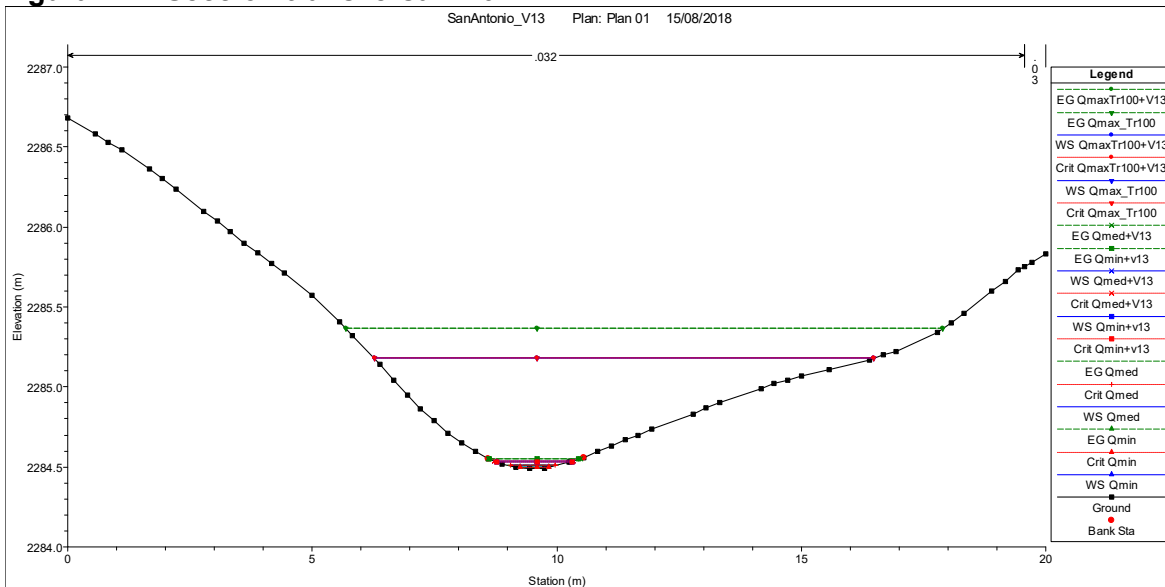
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.16 Sección transversal "19"



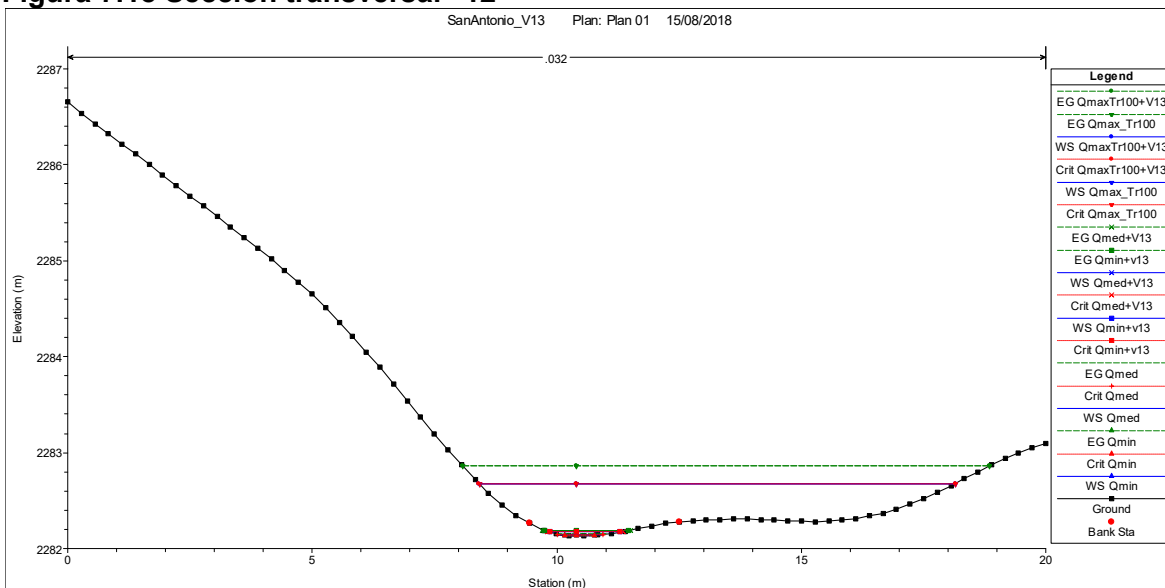
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.17 Sección transversal "16"



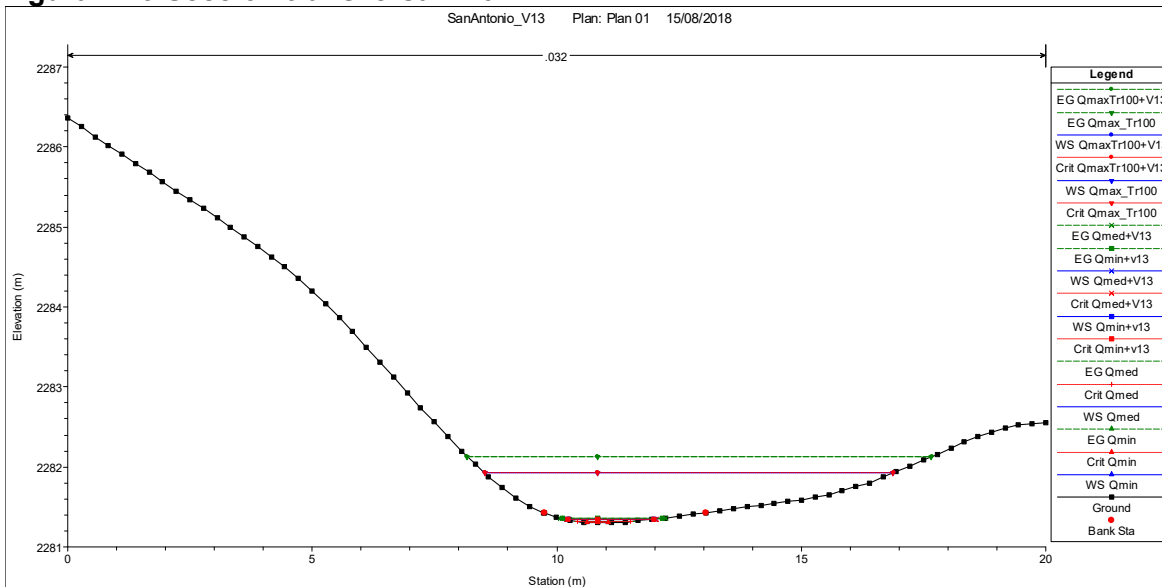
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.18 Sección transversal "12"



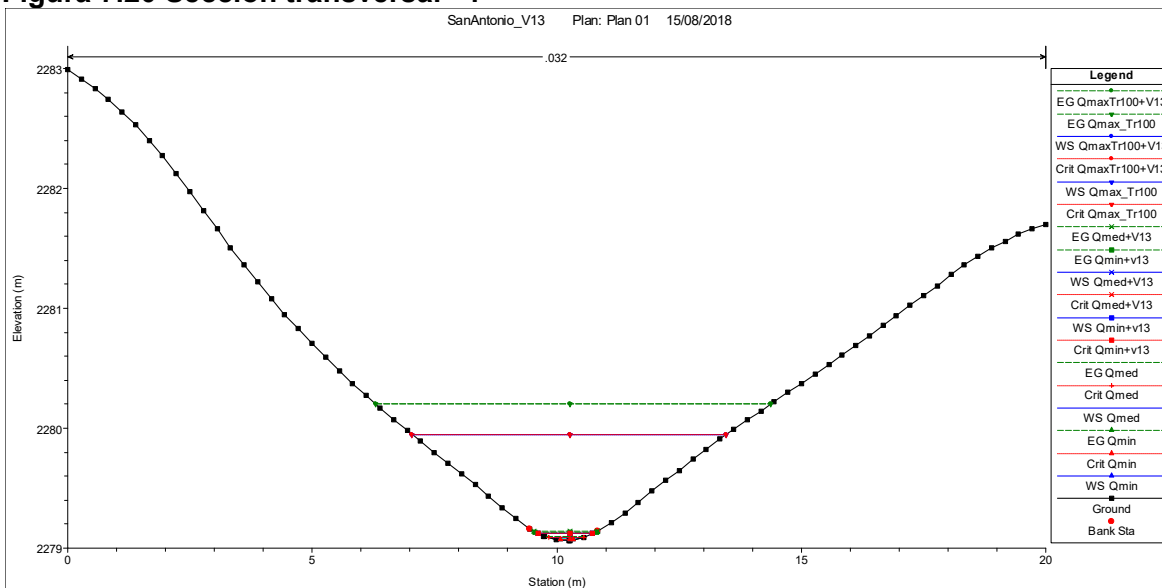
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.19 Sección transversal "10"



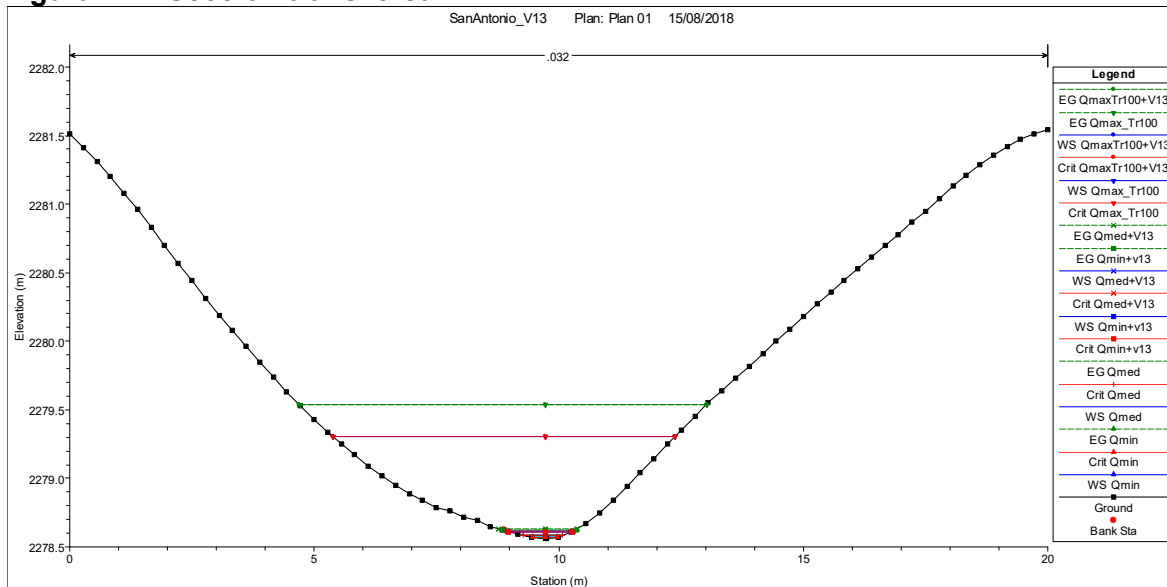
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.20 Sección transversal "4"



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.21 Sección transversal "2"

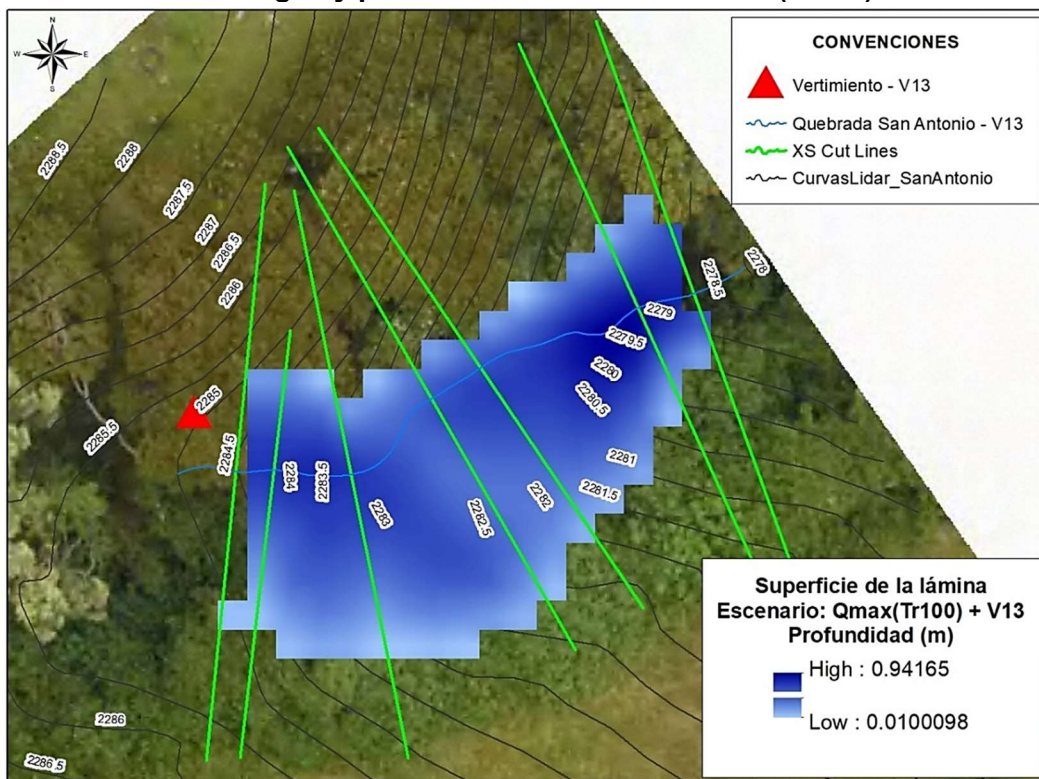


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

De acuerdo con los resultados se observa que los caudales modelados en los dos escenarios, donde se incluye el caudal máximo para un tiempo de retorno de 100 años no logran desbordar el cauce y causar inundación, es decir, que el cauce de la quebrada San Antonio en el tramo estudiado tiene suficiente capacidad para transportar el caudal del vertimiento de aguas de infiltración V13. Sin embargo, se complementó los resultados modelando la superficie de agua para el escenario más crítico el cual es el caudal máximo $Q(\text{Tr. } 100) + 23 \text{ l/s}$ (caudal máximo esperado de aguas de infiltración). En las anteriores gráficas, las capacidades hidráulicas se indican con la línea morada superior y la línea verde superior para los caudales de Tr-100 y de $Q(\text{Tr. } 100)+23 \text{ l/s}$ respectivamente.

En la figura Figura 7.22 se presenta el aspecto del área del espejo de agua para la creciente máxima calculada, correspondiente a la situación más crítica con período de retorno de 100 años.

Figura 7.22 Lámina de agua y profundidad Escenario: Qmax(Tr100) + Caudal V13



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.1 Actividades generadoras

La característica de los vertimientos durante la construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona, está relacionada con las actividades generadoras de estas aguas.

De esta manera, en el punto V10, anteriormente descrito, se verterán las aguas industriales producto del: lavado de tambores, cubetas y/o herramientas impregnadas con mortero o concreto o lavado de mixer y al mismo lavado de la zona dispuesta para estas actividades.

Por otra parte, en el punto V13 (1 y 2), ubicado en la quebrada San Antonio, se verterán las aguas procedentes de la construcción del túnel, que se mantienen separadas en aguas residuales industriales (las cuales presentan algún grado de aporte de contaminantes a causa de las actividades constructivas del túnel) y aguas naturales producto de la infiltración del túnel que no presentan contaminación.

Las características de los vertimientos y las estructuras de tratamiento propuestas para las aguas residuales se sintetizan en la Tabla 7.23.

Tabla 7.23 Vertimientos UF1

Id Vertimiento		V10		V13	
Fuente hídrica		Río Pamplonita		Quebrada San Antonio	
Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	1159590,6 E	1307798,65 N	V13-1	V13-2	
			1159173,78 E, 1309627,90 N	1159161,94 E, 1309618,69 N	
Municipio		Pamplona		Pamplona	
Vereda		Alcaparral		Alcaparral	
Caudal a verter (L/s)	0,6		V13-1	V13-2	
			0,7	23,0	
Actividades generadoras		Lavado de Mixer (concreto / mortero) y el lavado de dichas zonas duras		Aguas industriales asociadas a la operación de maquinaria para la construcción del túnel	Aguas no contaminadas procedentes de la infiltración
Sistema de tratamiento		Trampa de grasas. Sedimentación Secado de lodos		Floculación. Decantación y separación de grasas. Ajuste de pH. Secado de lodos	Ninguno. Condicionado al cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 0631 de 2015
Sistema de conducción		Manguera superficial		Manguera superficial	Manguera

Fuente: (Sacyr, 2018)

Es de destacar que se espera reducir el caudal de vertimiento solicitado en V10 y V13-1 mediante el uso eficiente del agua que sea obtenida durante el proceso, reincorporándolas a los procesos constructivos del proyecto vial.

Con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro de las aguas del río Pamplonita y del cauce de la quebrada San Antonio, se presenta a continuación la descripción del sistema de tratamiento propuesto para cada vertimiento. Asimismo, se describe en el capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-06 Manejo de Residuos Líquidos.

7.3.1.2 Sistema de tratamiento del vertimiento V10

Se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales proveniente de lavados- V10 cuya caracterización se describe a continuación:

i. Trampa de grasas

Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento V10 se determinó que la primera unidad del esquema sería una trampa de grasas, encargada de la retención, separación y posterior remoción de los materiales flotantes. Esta trampa tiene las características establecidas en la Tabla 7.24. Estos mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica. Por lo general se diseñan con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y con un volumen mínimo de 2,8 m³ (Romero, 2002).

Tabla 7.24 Características de la trampa de grasa

Parámetro	Característica
Capacidad de almacenamiento (kg)	$\geq [\text{caudal de diseño (lts/min)}] / 4$
Área (m ²)	= 0,25 m ² por cada lts/seg de caudal
Relación ancho/longitud	1:4 – 1:18
Velocidad ascendente	≥ 4 mm/seg
Ø entrada	≥ 50 mm
Ø salida	≥ 100 mm

Fuente: (Sacyr, 2018)

ii. Sedimentación

La unidad sedimentadora debe permitir una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002).

iii. Secado de lodos

Mediante el secado de los lodos se consigue reducir el peso de los lodos. El secado se crea mediante la evaporación del agua que existe en los lodos. El secado de los lodos es producido de forma natural.

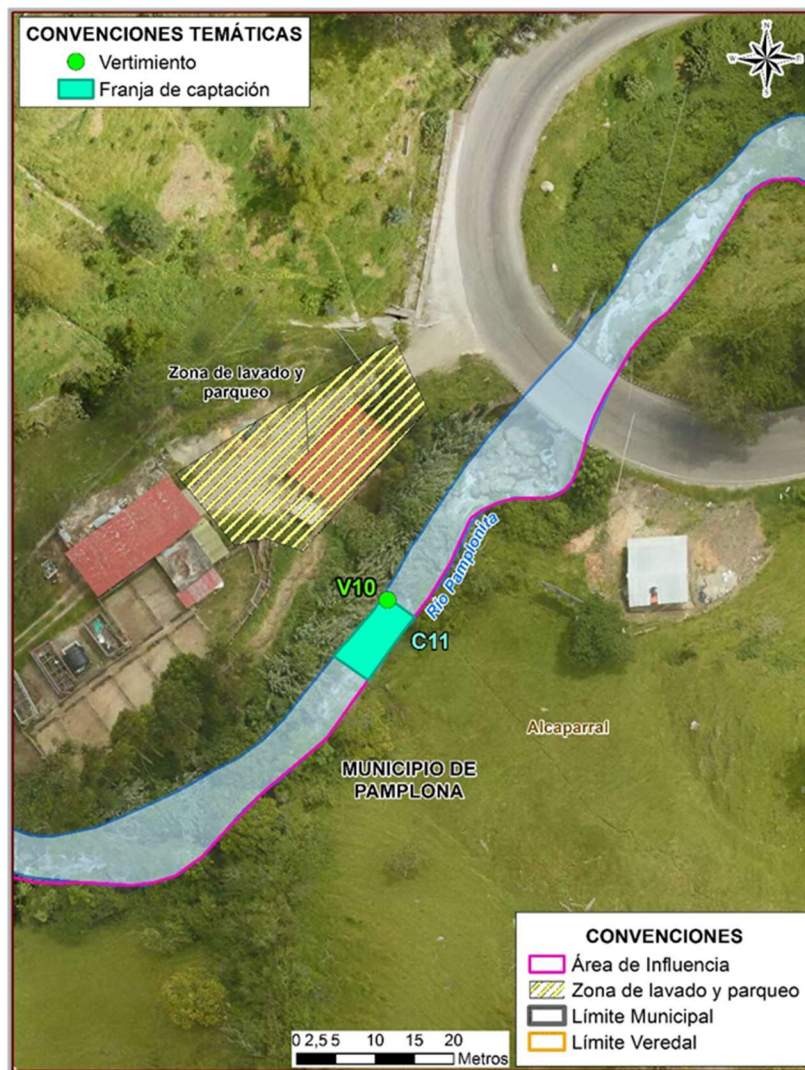
El proceso de deshidratación se produce por la filtración del agua a través de las capas filtrantes de arena y grava y su evacuación se hará mediante tuberías de drenaje de PVC instaladas en el fondo de lecho de secado. De igual manera, la acción de los rayos solares contribuirá al proceso de secado.

Figura 7.23 Esquema de secado de lodos



El sitio de tratamiento se dispone dentro de la zona de lavado y parqueo, definida al lado del río Pamplonita, tal como se ve en la Figura 7.24. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura 7.24 Sitio de tratamiento del vertimiento V10



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.3 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-1

El sistema de tratamiento para las aguas del vertimiento V13-1, producto de las aguas industriales asociadas a la construcción del túnel es el siguiente:

i. Floculación

El tratamiento fisicoquímico proyectado consiste en una dosificación de floculante. En el tratamiento se realizará la adición de un reactivo que desestabilizará y aglomerará la materia coloidal para posteriormente decantar los sólidos producidos.

La preparación del floculante se realiza en un depósito de preparación de 4.000 litros y equipado con un agitador. Se añade por un lado el reactivo puro y por otro, agua a tratar. La dosificación se realiza mediante una bomba dosificadora de tipo pistón. El funcionamiento de dicha bomba se regula mediante una temporización.

Los reactivos requeridos por la instalación no se pueden dosificar en el modo en que son suministrados, y requieren una preparación previa a la dosificación. El floculante dosificado es un producto líquido muy concentrado, este podría ser sulfato de aluminio.

ii. Decantación y separación de grasas

A la decantación llegan las aguas residuales con el floculante ya añadido. Dentro de la balsa de decantación, los fangos van decantando en su fondo mientras que el agua ya clarificada sale por una tubería hacia el ajuste de pH. La balsa está dividida en 5 departamentos, utilizándose los 3 primeros para decantación y separación de grasas. Las aguas entrarán en el primero de ellos e irán pasando sucesivamente por los otros dos, llegando finalmente al departamento de ajuste de pH. En este proceso quedarán los sólidos acumulados en la parte inferior de la balsa, mientras que las grasas se acumularán en la parte superior, pasando a la siguiente fase únicamente las aguas clarificadas.

iii. Ajuste de pH

La regulación de pH se realizará mediante la adición de sustancias ácidas, la dosificación se controlará a través de pH-metro.

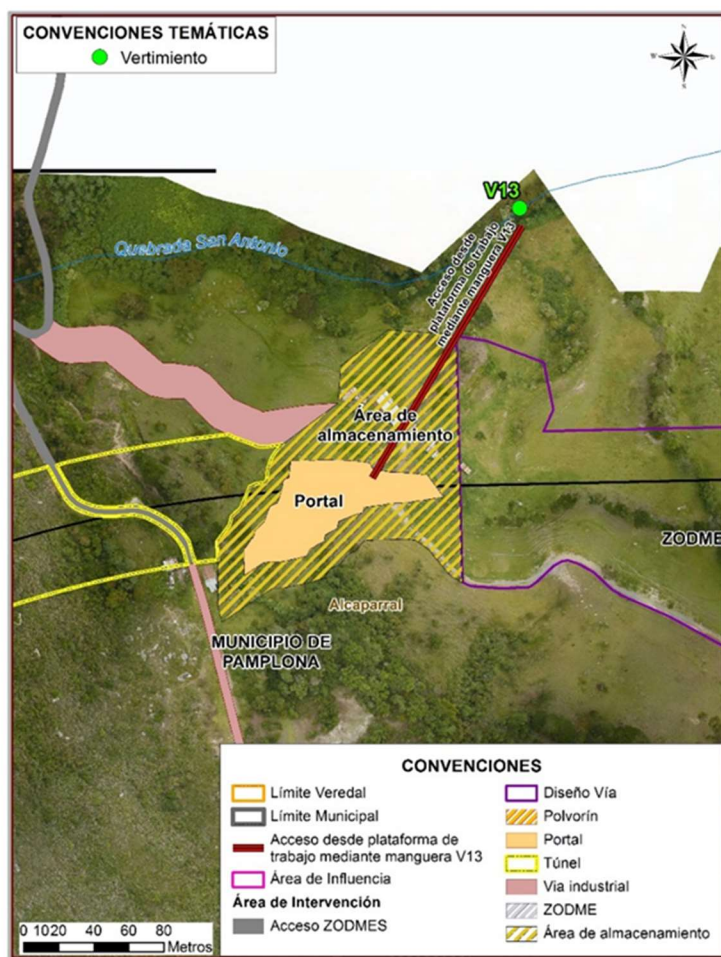
El sitio de tratamiento se dispone dentro del área de almacenamiento definida en el portal del túnel, tal como se ve en la Figura 7.25. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

iv. Secado de lodos

El secado consiste en la misma unidad de tratamiento, el cual tiene las mismas características descritas en el secado de lodos del V10.

El sitio de tratamiento se dispone dentro del área de almacenamiento, cercana a la quebrada San Antonio y ubicada en la entrada del portal norte del túnel, tal como se ve en la Figura 7.25. La conducción desde el sistema de tratamiento al sitio de vertimiento se hará a través de una manguera.

Figura 7.25 Sitio de Tratamiento del agua de industriales de túnel- V13



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.4 Sistema de tratamiento del vertimiento V13-2

Las aguas del vertimiento V13-2, producto de las aguas sin trazas, de la infiltración del túnel, no está sujeta a sistema de tratamiento.

Sin embargo, el agua producto del V13-2 será vertido sobre la quebrada San Antonio siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015. En caso de ser necesario, se someterá al tratamiento dispuesto para el V13-1, o algunos de sus sistemas. Eventualmente se implementaría un sistema de sedimentación si la calidad del agua de infiltración medida a la salida del túnel lo requiere.

7.3.1.5 Aguas residuales domésticas

Asimismo, durante la etapa de construcción se contará con baños portátiles para el personal (ver Figura 7.26), el manejo de las aguas de estos baños se realizará a través de unidades

operativas de tratamiento (Ver Capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-08 Manejo de Residuos Líquidos).

Figura 7.26 Unidades Sanitarias Portátiles



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El manejo de las aguas de los baños portátiles estará a cargo de la empresa especializada que suministre los equipos; ésta realizará dos mantenimientos semanales a las unidades sanitarias en uso, de acuerdo con lo establecido por la Asociación Internacional de Sanidad Portátil (PSAI) y se encargará de la disposición final de los residuos allí generados. Por lo anterior, no habrá ningún tipo de vertimiento al medio, de aguas residuales negras en los frentes de obra. La empresa que preste este servicio acreditará los permisos para su funcionamiento y para la disposición de las aguas residuales producto de los mantenimientos.

7.3.1.6 Caudal a verter, frecuencia y tiempo de descarga

Los caudales por verter y para los cuales se solicita permiso de vertimiento se presenta en la Tabla 7.25

La frecuencia de la descarga dependerá de las conducciones en las cuales se ejecuten las actividades identificadas para generar vertimientos. No obstante, y teniendo en cuenta que las actividades solo se realizarán durante la etapa de construcción del proyecto vial, de manera general no excederán los 3 años.

Tabla 7.25 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción)

Vertimiento	Caudal a verter l/s	Tipo de agua	Cuerpo receptor	Frecuencia de descarga (d/mes)	Tiempo de descarga (h/día)
V10	0,60	Agua Industrial – Aguas de lavado	Río Pamplonita	25	18
V13-1	0,70	Agua Industrial – Operación de maquinaria para túnel	Quebrada San Antonio	25	18
V13-2	23,0	Agua industrial de perforación y asociados	Quebrada San Antonio	25	18

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El caudal propuesto para el vertimiento V13 de aguas industriales sobre la Quebrada San Antonio es susceptible de cambios por aumento o disminución, dependiendo de la operación de las actividades constructivas y del reúso del efluente tratado.

A modo opcional, se solicita permiso para el reúso del efluente del sistema de tratamiento de aguas industriales de los vertimientos V10 y V13-1. Éste caudal se destinará para el control, durante la época seca, de material particulado en aquellas vías de uso industrial del proyecto que cuenten con capa de rodadura en material afirmado.

Asimismo, se solicita permiso para el reúso del efluente del Sistema de decantación, el cual se podrá reincorporar al proceso constructivo a través de bombeo por tubería que las conduzca nuevamente al interior del túnel para uso en la perforación. También podría ser empleado para uso en riego en vías y compactación, refrigeración de equipos, entre otras, de tal forma que se reduzca el volumen a captar y el vertimiento a los cuerpos de agua que sean autorizados.

Se aclara que el agua para reúso cumplirá con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 1207 de 2014.

7.3.1.7 Tipo de flujo de la descarga

El tipo de flujo, por lo indicado anteriormente, se puede considerar como permanente (a largo plazo) e intermitente (a corto plazo) realizado sólo durante la etapa de construcción del proyecto, es decir, 36 meses.

7.3.1.8 Caracterización del vertimiento

Teniendo en cuenta que la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Sector Pamplona-Pamplonita no se ha construido, no se tienen datos directos de caracterización de las aguas industriales que se van a generar por las actividades ya indicadas, por lo tanto se tomaron como referencia los valores obtenidos de los estudios realizados para Ruta del Sol Tramo 1, Consorcio vial Helios, 2008, los cuales estiman que la generación de vertimientos asociados al lavado de maquinaria contienen una elevada cantidad de sólidos disueltos, suspendidos y residuos químicos, tales como se muestran en la Tabla 7.26.

Tabla 7.26 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra

Parámetro	Unidades	Resultado
Cloruros	mg Cl/l	58,8
pH	Unidades	11
Sólidos Totales	mg/l	499
Sulfatos	mgSO ₄ /l	135
Sólidos sedimentables	mg/l	332
DQO	PPM	216
Turbidez	FTU	50
Dureza	mgCaCO ₃ /l	4220
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /l	3389
Arsénico	mg/l	0.5
Bario	mg/l	1.0
Cadmio	mg/l	0.01

Fuente (Helios Consorcio Vial, 2008)

7.3.1.9 Calidad de agua en la fuente receptora del vertimiento, río Pamplonita

Los resultados de los parámetros in Situ se presentan en la Tabla 7.27 y hacen parte del Anexo 7, Permisos ambientales, B-Vertimiento, B-1 Modelo.

Tabla 7.27 Parámetros in Situ en corriente receptora

Parámetro	Unidades	LCM ¹	Resultado
T° Muestra	°C	> 5	14,24
pH	Unidades	0,00 a 14,00	7,91
Conductividad	μS/cm	NA	251
Sólidos disueltos totales	mg/l	1	125
Sólidos sedimentables	ml/l	0,01	0,4
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 a 50,00	7,39

Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

En la Tabla 7.28 se muestran los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso para consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de flora y fauna, estipulado en la legislación ambiental vigente en el (Decreto 1076 de 2015) y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita establecidos

¹ LCM: Límite de cuantificación del método

mediante la (Resolución 0118 de 2007) por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental “CORPONOR” (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, C – Usos del agua). También se muestran los criterios de calidad establecidos en el decreto único ambiental (Decreto 1076 de 2015).

7.3.1.10 Calidad del agua industrial tratada para el vertimiento V13-1

Debido a la incertidumbre sobre la calidad de las aguas residuales industriales porque no es posible conocer de antemano la caracterización de las aguas de uso industrial que se suministrarán para la obra, más allá de los resultantes del proceso constructivo como tal, se buscará que el sistema de tratamiento arroje un efluente de iguales o mejores condiciones que el efluente considerado para el vertimiento V10 (Tabla 7.26).

7.3.1.11 Cálculos de las longitudes de asimilación de los vertimientos V10, V13-1 y V13-2 sobre el río Pamplonita.

Debido a que no existe una caracterización de los parámetros para la quebrada San Antonio por la inviabilidad de la toma de datos a consecuencia de las condiciones actuales de la quebrada, se supone entonces una concentración equivalente a la concentración diluida en el punto V13, aplicada en la desembocadura de la quebrada San Antonio en el Río Pamplonita, descartando la asimilación en ese tramo (se aplica la condición más desfavorable), pero sí agregando a la dilución los caudales de los puntos de agua afluentes que se encuentran en el recorrido hasta ese sitio.

Los análisis y los resultados de los cálculos desarrollados para las longitudes de influencia en el río Pamplonita a partir de los vertimientos proyectados, pueden encontrarse en los Anexos del presente capítulo.

Los valores de interés para el estudio son los siguientes:

- Longitud influencia vertimiento V10: 5189.83 m
- Longitud influencia vertimiento V13 (1 y 2) desembocadura: 1437.67 m
- Mayor alcance en longitud de influencia: V10: Predio “El Pimiento”
- Menor alcance en longitud de influencia: V13 (1 y 2): Restaurante “Brisas del Mar”

En conclusión, el área de influencia combinada de los vertimientos se ve determinada por la localización del límite de influencia más aguas abajo del río Pamplonita, equivalente al punto más aguas abajo entre los límites de influencia calculados el cual corresponde a la abscisa 5189.83 a partir del punto de vertimiento V10. Este punto sobre el río Pamplonita se encuentra al frente del predio conocido como “El Pimiento” en la vía Pamplona – Cúcuta existente.

Tabla 7.28 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos

Decreto /Resolución	Artículo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Decreto 1076 de 2015). Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	N.E. ²	N.E.	5,9 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	N.E.	6,5 - 8,5	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.	4,5 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
(Resolución 0118 de 2007), Por la cual se establecen los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	N.E.	≥4	5,0 - 9,0	N.E.	N.E.

Fuente: Adaptado de (CORPONOR, 2007) y (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

Los resultados del análisis de laboratorio se presentan en la Tabla 7.29 en donde también se muestran los criterios de calidad de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 para diversos usos. Además, en la Tabla 7.30 se muestran los parámetros adicionales monitoreados en la fuente receptora.

² N.E: No establecido

Tabla 7.29 Resultados de laboratorio Río Pamplonita

Parámetro	Unidad	LCM	LD ³	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Acidez	mg CaCO ₃ /l	5	2,993	33	---	---	---	---
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	4	<4	52	---	---	---	---
Arsenico total	mg Metal/l	0,0045	0,0012	<0,0045	0,05	0,05	0,1	0,2
Bario total	mg Ba/l	0,1	0,05	<0,1	1	1	---	---
Cadmio total	mg Cd/l	0,005		<0,005	0,01	0,01	0,01	0,05
Cobre Total	mg Cu/l	0,015	0,01	<0,015	1	1	0,2	0,5
Coliformes fecales termotolerantes	NPM/100 ml	<1	N.A.	1374000	2000	---	---	---
Coliformes totales	NPM/100 ml	<1	N.A.	3654000	20000	1000	---	---
Color verdadero	UPC	4,97	2,78	131,1	75	20	---	---
Cromo total	mg Cr/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	0,1	1
DBO5	mgO ₂ /l	10		30	---	---	---	---
DQO	mgO ₂ /l	10	1	143	---	---	---	---
Dureza Cálrica	mg CaCO ₃ /l	5	1	38	---	---	---	---
Dureza Total	mgCaCO ₃ /l	5	1	40	---	---	---	---
Fenoles Totales	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,002	---	---
Fósforo Total	mg P/l	0,02	<0,02	2,9	---	---	---	---
Grasas y Aceites	mg/l	0,5	0	14,4	---	---	---	---
Mercurio total	mg Metal/l	0,0006	0,0002	<0,0006	0,002	0,002	---	0,01

³ LD: Límite de detección del método

Parámetro	Unidad	LCM	LD ³	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Nitrógeno Orgánico	mg/l	2		2	---	---	---	---
Nitrógeno total Kjeldhal	mg N/l	2	0,56	14	---	---	---	---
Niquel Total	mg Ni/l	0,05		<0,05	---	---	0,2	---
Plata total	mg Ag/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	---	---
Plomo Total	mg Pb/l	0,05	0,05	<0,05	0,05	0,05	5	0,1
Selenio total	mg Metal/l	0,0055	0,0015	<0,0055	0,01	0,01	0,02	---
Sólidos suspendidos totales	mg/l	5	0,3619	79	---	---	---	---
Turbiedad	NTU	0,3	0,112	29,9	---	19	---	---
Zinc Total	mg Zn/l	0,01	0,005	0,04	15	15	2	25

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015)

Tabla 7.30 Resultados de Parámetros Adicionales para el Punto de Vertimiento

Parámetro	Unidades	LCM	LD	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Carbono orgánico disuelto	mg/l	5	N.R. ⁴	<5	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Cloruro	mg Cl/l	5	1,021	27	N.R.	250	N.R.	N.R.
Cromo Hexavalente	mg Cr/l	0,009	N.R.	<0,009	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO20	N.E.	N.E.	N.E.	106	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO5 Filtrada	mgO ₂ /l	10	N.R.	33	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Inorgánico	mg/l P	0,02	N.R.	1,49	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Orgánico	mg/l P	0,001	N.R.	1,41	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Hidrocarburos Totales	mg/l	0,5	N.R.	8	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Materia Orgánica	%	N.E.	N.E.	4,53	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ -N/l	0,3	0,007	<0,3	10	10	N.R.	100
Nitritos	mg NO ₂ ⁻ -N/l	0,003	0,001	0,005	1	1	N.R.	10
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/l	1	N.R.	12	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Ortofosfatos	mg/l	0,05	<0,05	6,82	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Redox	mV	N.R.	N.R.	-18,3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /l	2	N.R.	15	400	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfuros	mg/l	1	0,61	1,262	N.R.	400	N.R.	N.R.
Sólidos suspendidos inorgánicos	mg/l	5	N.R.	72	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.

⁴ N.R. No reportado

Parámetro	Unidades	LCM	LD	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
					Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.
Vanadio Total	mg V/l	0,3	N.R.	<0,3	N.R.	N.R.	0,1	N.R.

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 y Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

7.3.1.12 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos – PGRMV

En el Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, se relacionan los requisitos para la obtención del permiso de vertimientos, y dando cumplimiento a lo solicitado en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 20, en el Anexo 7 Permisos Ambiental, B – Vertimiento, B-5 PGRMV se presenta el Plan de Gestión del Riesgo para el vertimiento realizado sobre el río Pamplonita teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 1514 del 2012 por la cual se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

7.3.1.13 Evaluación Ambiental del vertimiento –EAV

En el Anexo 7 Permisos ambientales, B – Vertimiento, B-2 se presenta la Evaluación ambiental del vertimiento, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 19, y Artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

Dicho documento contiene lo siguiente:

- i. Localización georreferenciada de proyecto, obra o actividad.
- ii. Memoria detallada del proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar, con especificaciones de procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento.
- iii. Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos.
- iv. Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo.
- v. Predicción a través de modelos de simulación de los impactos que cause el vertimiento en el cuerpo de agua y/o al suelo, en función de la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua receptor.
- vi. Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento.
- vii. Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos.
- viii. Posible incidencia del proyecto, obra o actividad en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptarán para evitar o minimizar efectos negativos de orden sociocultural que puedan derivarse de la misma.

7.3.1.14 Modelación del vertimiento (QUAK2KW)

A continuación, se muestra la información más relevante y resumida del modelo de vertimiento, este se presenta a detalle en el Anexo 7 Permisos ambientales, B-

Vertimientos, B-1 Modelo de vertimiento, donde se incluyen también los anexos de este como reportes de laboratorio, reportes de campo, memorias de cálculo, gráficas de resultados, etc.

Con el fin de garantizar la adecuada disposición de los residuos líquidos tratados y cumpliendo con lo establecido en la normatividad ambiental vigente, Decreto 1076 del 2015 y Resolución 631 de 2015, se presenta a continuación la información requerida para la solicitud del permiso de vertimiento de las aguas residuales industriales tratadas que se generarán por las actividades que se desarrollarán en el área de influencia del proyecto.

Se utiliza el modelo de simulación QUAL2Kw desarrollado por el Chapra y Pelletier, 2003. QUAL2Kw incluye los siguientes aspectos:

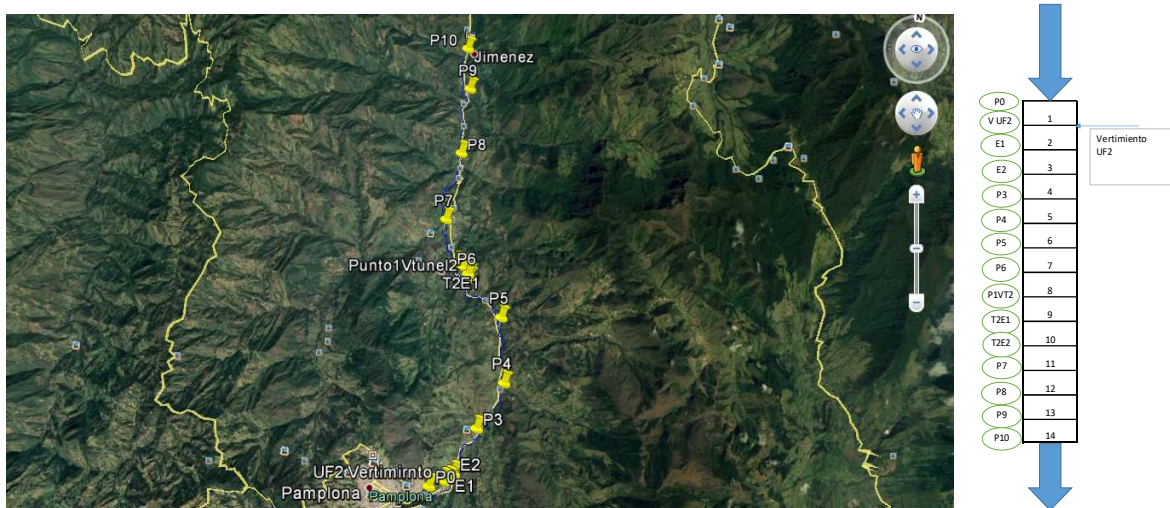
- i. Unidimensional en estado estacionario
- ii. Hidráulica en estado estacionario
- iii. Flujo constante es simulado
- iv. Balance diario de calor simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diaria
- v. Cinética de la calidad de agua dinámica: Todas las variables de calidad del agua son simuladas de forma dinámica en una escala de momento diario. La entrada de masas, cargas puntuales, no puntuales y las abstracciones son simuladas.

Este modelo permite evaluar la capacidad asimilativa del agua residual de un sistema de corrientes mediante la simulación de varios constituyentes de calidad del agua en el sistema, utilizando una solución de diferencias finitas de las ecuaciones de advección-dispersión y de reacción.

El software incluye elementos como: Se programa en el idioma de Windows macro para aplicaciones Visual Basic y Excel se usa como la interfaz gráfica del usuario. Q2Kw simula anoxia mediante la reducción de las reacciones de oxidación a niveles bajos de oxígeno. La eliminación de patógenos se determina en función de la temperatura, luz y solución o medio de reacción. Los sedimentos y flujos de agua, de oxígeno disuelto y nutrientes son simulados internamente. La demanda de oxígeno en sedimentos (SOD) y los flujos de nutrientes se simulan en función de la solución de partículas de materia orgánica, reacciones de diagénesis dentro de los sedimentos y las concentraciones de las formas solubles en las aguas supra yacentes.

El río se divide en tramos que a su vez se dividen en una sucesión de pequeños subtramos o elementos computacionales y para cada elemento se realiza un balance hidrológico en términos del caudal, un balance térmico en términos de la temperatura, y un balance de masa en términos de la concentración de cada constituyente. Los resultados finales se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente.

Figura 7.27 Segmentación del Cuerpo de Agua



Fuente: Software Qual2kw

7.3.1.15 Escenarios de modelación

En la Tabla 7.31 se presentan las características fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1 Pamplona.

Tabla 7.31 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF1 Pamplona

Parámetro	Calidad del efluente tratado		Calidad del efluente crudo		Fuente	Cálculos
	Concentración máxima	Unidad	Concentración	Unidad		
Sólidos suspendidos totales	50	mg/l	372	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004) (CRUZ, 2015)	CIMA
DBO ₅	50	mg/l O ₂	151	mg/l O ₂	Resolución 631 (MADS, 2015), (CRUZ, 2015)	CIMA
DQO	150	mg/l	216	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004), (Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Temperatura	14,24	°C	14,24	°C	IDEAM/CIMA	CIMA
Conductividad	376,656	ms	7980	ms	(CRUZ, 2015)	CIMA
Oxígeno disuelto	2	mg/l	2	mg/l	(GOYENOLA, 2007)	CIMA
Nitrógeno orgánico	2	mg/l	2	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
Nitrógeno amoniacal	1	mg/l	1	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
Nitrato	0,3	mg/l	0,3	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
fosforo inorgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA	CIMA
fosforo orgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA	CIMA
Alcalinidad	159,9608	mg/l CaCO ₃	3389	mg/l CaCO ₃	(CRUZ, 2015)	CIMA
pH	9	AD	11	AD	(CRUZ, 2015)	CIMA
Patógenos	6	CFU/100 ml	6,00E+00	CFU/100 ml	(CRUZ, 2015)	CIMA
Arsénico	0,5	mg/l	0,5	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Bario	1,0	mg/l	1,0	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Cadmio	0,01	mg/l	0,01	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA

La Tabla 7.32 presenta los escenarios de modelación estimados con base en el análisis de caudales presentados en el modelo de vertimiento sección 9.

Tabla 7.32 Escenarios de modelación

Escenario	Caudal de cuerpo de agua		Caudal vertimiento	
E1	Medido en campo (m³/s)	0,54	Sin vertimiento (m³/s)	0
E2	Máximo medio multianual (m³/s)	7,93	Máximo vertimiento tratado (m³/s)	0,0006
E3	Medio multianual (m³/s)	2,23	Medio, vertimiento tratado (m³/s)	0,0004
E4	Ambiental (m³/s)	0,59	Máximo, vertimiento sin tratamiento (m³/s)	0,0006

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018) Modelo hidráulico

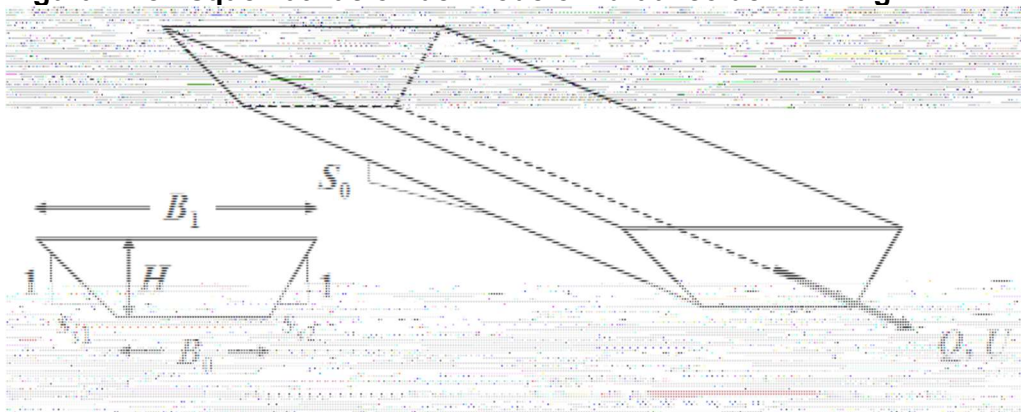
Se implementó el modelo Hidráulico de Manning, dadas las características de la corriente y la información colectada por Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA durante la campaña del 29 de diciembre de 2017.

De acuerdo con el modelo hidráulico de Manning, cada elemento en un segmento particular puede ser idealizado como un canal trapezoidal (Figura 7.28). Bajo condiciones de flujo constante, la ecuación de Manning puede usarse para expresar la relación entre Flujo y profundidad como:

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

Donde Q = caudal [m³/s], S₀ = pendiente del canal [m/m], n = Coeficiente de rugosidad de Manning, A_c = área de sección transversal [m²], y P = perímetro húmedo [m]. (Steve Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, diciembre 2008).

Figura 7.28 Esquemmatización del modelo hidráulico de Manning



Fuente: Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, (diciembre 2008).

7.3.1.16 Constantes cinéticas

La información relacionada con las constantes de velocidad de reacción específicas de los parámetros involucrados en el análisis o en la modelación son determinados en función de las características físicas e hidráulicas de la corriente principal. Las cinéticas de reacción incluyen entre otros:

Las tasas de aireación, velocidad de sedimentación de sólidos inorgánicos en suspensión, tasas de DBO carbonácea lenta (CBOD), hidrólisis o tasas de oxidación de DBO carbonácea rápida, hidrólisis del nitrógeno orgánico, nitrificación de amonio, las tasas de nitratos, desnitrificación, las tasas de hidrólisis de fósforo orgánico, tasa máxima de crecimiento, respiración o muerte del fitoplancton, tasas de biomasa inicial, la tasa de crecimiento máxima de primer orden, respiración, excreción y muerte, la velocidad de absorción máxima de nitrógeno, la velocidad de absorción máxima de fósforo, absorción de nitrógeno en la columna de agua y absorción de fósforo en la columna de agua, entre otros. Para los fines de la simulación final, se utilizan las constantes cinéticas internas establecidas por QAL2KW.

7.3.1.17 Calibración

Q2K tiene la capacidad para calibrar automáticamente los parámetros de tipo seleccionado. Los resultados de la calibración están limitados por los escasos de datos, así como la incertidumbre asociada a muestreos puntuales de monitoreo y análisis de laboratorio. El ejercicio de calibración se realiza únicamente para el escenario E1, dado que los demás escenarios se utilizan para realizar proyecciones del efecto del futuro vertimiento sobre el río.

7.3.1.18 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de cada fase seguida para la simulación de los vertimientos de la UF1 Pamplona.

7.3.1.18.1 Determinación de caudal ambiental

Para el caso se aplicó el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de duración de caudales.

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Tabla 7.33 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico

Aprovechamiento	Vereda	Municipio	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá (Centroide polígono)		Oferta de agua (m³/s)		
					Caudal medio	Caudal ecológico	Caudal disponible
			Este	Norte		Método ENA	
Vertimiento – V10	Alcaparral	Pamplona	1159722	1307873	6,96	0,59	6,37

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.1.18.2 Prueba de trazadores

Esta prueba permite observar de modo grafico el comportamiento de la dispersión longitudinal de un vertimiento puntual instantáneo conservativo sobre el río Pamplonita, a través de los valores de conductividad y su equivalencia en TDS , estos últimos fueron obtenidos por el producto entre la conductividad y una constante equivalente a 0,64.

Las pruebas de trazadores se realizaron con base en los procedimientos formulados por la United States Geological Survey USGS (HUBBARD, 1982) con el objetivo de determinar tiempos de viaje en el río Pamplonita. Como trazador se utilizó Cloruro de Sodio (IDEAM, 2007) a una concentración aproximada de 0,313 Kg/L.

El análisis de los datos obtenidos durante la prueba de trazadores permite determinar variables del comportamiento hidráulico del río Pamplonita, así como diferentes variables que determinan el comportamiento de la dispersión de contaminantes y sus coeficientes de dispersión advectiva. La Tabla 7.34 se presenta el resumen de resultados obtenido durante el análisis de la prueba de trazadores sobre el río Pamplonita.

Tabla 7.34 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del río Pamplonita.

Prueba de trazadores km 0										
Estación	Distancia (Km)	Arribo	Máximo	Centroide	Descole	Q	Cp	Concentración máxima producida por 1Kg de trazador	Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m³/s del río	Tiempo de paso de la nube del trazador
No	Desde el punto de inyección	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	(m³/s)	(mg/L)	(mg/L)*Kg	[(mg/L) (m³/s)]/Kg	(s)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1	0,155	360,00	570,00	617,41	1020,00	0,4985	172,76	7,54	3,759094355	660
3	0,445	900,00	1230,00	1230,50	1710,00	0,4985	138,15	21,55	3,195512335	810
Prueba de trazadores km 9,4										

Prueba de trazadores km 0										
Estación	Distancia (Km)	Arribo	Máximo	Centroide	Descole	Q	Cp	Concentración máxima producida por 1Kg de trazador	Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m ³ /s del río	Tiempo de paso de la nube del trazador
No	Desde el punto de inyección	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	(m ³ /s)	(mg/L)	(mg/L)*Kg	[(mg/L) (m ³ /s)]/Kg	(s)
Estación	Distancia (Km)	Arribo	Máximo	Centroide	Descole	Q	Cp	Concentración máxima producida por 1Kg de trazador	Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m ³ /s del río	Tiempo de paso de la nube del trazador
No	Desde el punto de inyección	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	(m ³ /s)	(mg/L)	(mg/L)*Kg	[(mg/L) (m ³ /s)]/Kg	(s)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1	0,18	180,00	360,00	408,54	1200,00	1	80,67	5,18	5,179379125	1020
2	0,42	630,00	810,00	872,32	1800,00	1	51,50	14,57	3,53541215	1170

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Tabla 7.35 presenta el resumen de las principales características hidráulicas de dispersión obtenidas durante el ensayo de trazadores.

Tabla 7.35 Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores.

Variable	Símbolo	Valor (km 0)	Valor (km 9,4)
Tiempo de arribo	t_0 (s)	540	666
Tiempo medio de viaje	\bar{t} (s)	613,10	1000,0
Tiempo de residencia	T_r (s)	73,10	333,33
Fracción dispersiva	DF	0,12	0,33
Coefficiente de difusión	D (m ² /s)	15,878	5,870
Longitud de mezcla	L_m (m)	152	258

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

7.3.1.18.3 Longitud de influencia del vertimiento

Los cálculos requeridos para hallar la longitud de influencia del vertimiento se basan principalmente en la guía que entrega la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) sobre el tema; sin embargo, también se utilizaron otras referencias como (BOWIE, 1985), EPA-600-3-78-105 (ZISON, 1978) y (ALLISON D, 2005). Para dar inicio, fue

necesario conocer el caudal ambiental (Q_{amb}), el caudal de vertimiento (Q_v), el caudal total (Q), las velocidades medias (V) máxima (V_{max}), y la longitud del cuerpo de agua (L).

Así mismo, entre los datos más importantes requeridos para el desarrollo de este cálculo están las concentraciones de los contaminantes en el vertimiento (C_v), en el cuerpo de agua (C_o) y las esperadas (C_{esp}); cabe resaltar que los contaminantes seleccionados son los que componen el Grupo 1 presentado por la ANLA, es decir, Temperatura del agua, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Fósforo Total, Coliformes Fecales y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Adicionalmente se analiza la longitud de influencia para Arsénico, Cadmio, Bario, metales pesados para los cuales se proyectan concentraciones a nivel de trazas en los vertimientos de ARnD. (ALLISON D, 2005).

Se establecen como concentraciones de estiaje valores determinados en la Resolución 0118 de 2017 de CORPONOR. Los determinantes de calidad del agua no establecidos por los objetivos de calidad del agua se determinan tomando como referencia diferentes criterios técnicos adoptados de normas nacionales e internacionales. La Tabla 7.36 presenta los criterios de calidad del agua adoptados para el análisis de la longitud de influencia.

Tabla 7.36 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada C_{esp} aguas abajo del vertimiento

Determinante	Unidades	Valor	Fuente
DBO5	mg/L	15	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR.
NTK	mg/L	1- 3	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Fósforo total	mg/L	0,5	Hipereutrofia
Coliformes fecales	NMP/100mL	2000	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR
SST	mg/L	10	Directiva
Oxígeno disuelto	mg/L	70% de OS o 5-8	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR
Arsénico	mg/L	0,1	Decreto 1594/84 Min agricultura, art 41 /Goyenola 2007
Bario	mg/L	1	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Cadmio	mg/L	0,005	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

i. Tasas de reacción

Teniendo en cuenta los procesos de degradación y transformación considerados para los contaminantes a evaluar, fue necesario calcular la tasa de reacción de cada uno de ellos. Los resultados presentados en la Tabla 7.37 permitieron calcular los tiempos de viaje para cada contaminante estudiado.

Tabla 7.37 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita

Parámetro	Tasas de Reacción (d ⁻¹)	Valor de la tasa de reacción
DBO	kr	136,95
NTK	kn	6,70
Fósforo total	kp	0,80
Coliformes fecales	k'b	9,76
SST	ks	10,45
Arsénico	kAs	60,2
Bario	kBa	60,2
Cadmio	kCd	108,8
Oxígeno disuelto	ka	34,89
	kd	0,58
	kn	0,16

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

A partir de lo anterior, se calcularon las longitudes de influencia del vertimiento en el río Pamplonita, arrojando como longitud final de influencia 25,45 km, valor referente al parámetro Fósforo.

Tabla 7.38 Resultados de longitud de influencia del vertimiento sobre el río Pamplonita.

Cálculo Longitud de Influencia				
Parámetro	V (m/s)	t (d)	t (s)	L (m)
DBO	0,300	0,00579202	500,4305674	150,13
NTK		0,232073222	20051,12638	6015,34
Fósforo total		0,982128783	84855,92681	25456,78
SST		0,200224845	17299,42659	5189,83
⁵ As		-2,13E-02	-1839,452372	-551,84
Ba		-1,64E-02	-1419,193661	-425,76
Cd		-5,96E-02	-5150,787558	-1545,24
Oxígeno disuelto		0,023565236	2036,036392	610,81
Longitud de influencia seleccionada (m)				5189

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

⁵ Los valores de tiempo y longitud negativa corresponden a un resultado matemático que indica que cuando se da la mezcla entre el agua superficial y el agua del vertimiento, la concentración resultante es inferior a la concentración esperada definida por los objetivos de calidad. En este caso se asumirá la longitud de influencia como 0 metros en mezcla perfecta; o bien 154 metros de acuerdo a los cálculos de longitud de mezcla realizados según las fórmulas de Yotsukura.

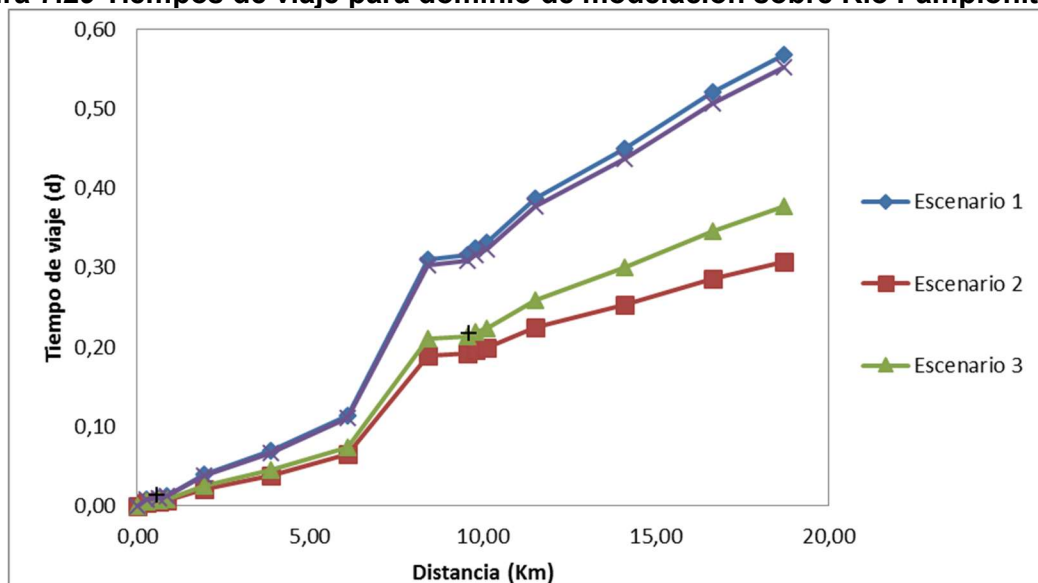
Se ha de tener en cuenta que el modelo ADZ quasar predice tales longitudes de influencia, dada la presencia de altos los niveles de constituyentes provenientes de los vertimientos de la ciudad de Pamplona; sin embargo, las características del vertimientos de la UF1 aporta solidos suspendidos, solidos disueltos trazas de metales y probablemente alguna carga de DBO, Por tal razón; si bien en la modelación se incluirán variables relacionadas con nutrientes y carga orgánica, en condiciones normales los vertimientos de la UF 1 no tendrían influencia directa sobre estos parámetros. **De esta forma, la longitud de influencia del vertimiento es de 5189 m, valor calculado para los sólidos suspendidos totales.**

7.3.1.18.4 Modelación con QAL2Kw

i. Modelo hidráulico

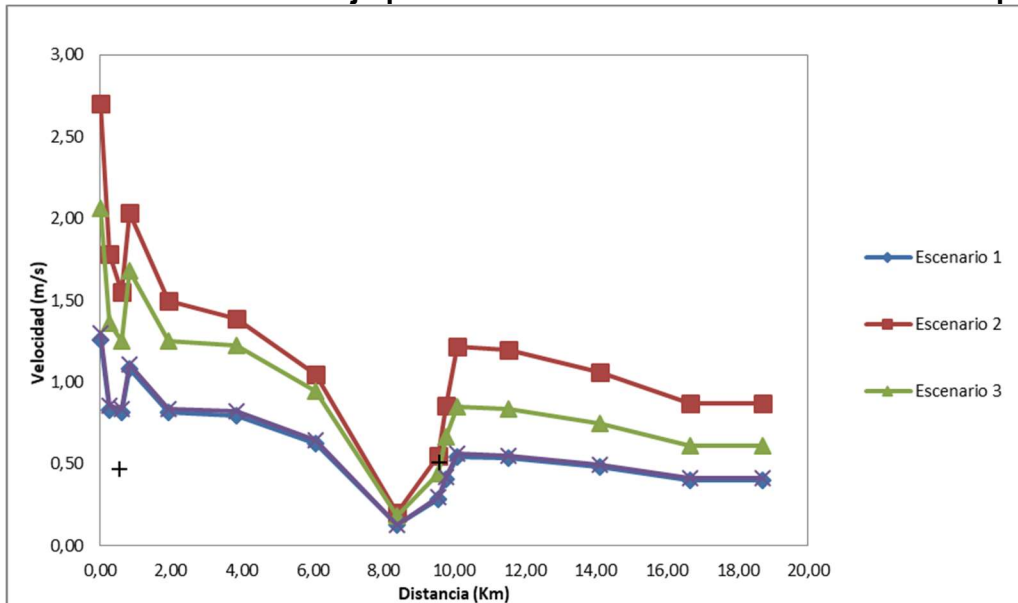
En la Figura 7.29, Figura 7.30 y Figura 7.31 presentan los tiempos de viaje, velocidades y profundidades predichos por la simulación en función del tiempo para cada uno de los escenarios planteados. Dependiendo la temporada climática y el caudal el tiempo de viaje variaría entre 0,31 y 0,57 días. La velocidad de flujo del cuerpo de agua descenderá en la medida que el caudal aumente y en consecuencia, el cauce del rio se haga más ancho. En ninguno de los escenarios planteados el incremento del caudal a causa del vertimiento de la UF1, incrementaría en más del 1%. La simulación se ha realizado a caudal constante; es decir, no se considera el incremento de caudal en función de la distancia y el tiempo de viaje a causa del aporte de múltiples escorrentías que pueden aparecer a medida que se desarrolla la cuenca.

Figura 7.29 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Rio Pamplonita



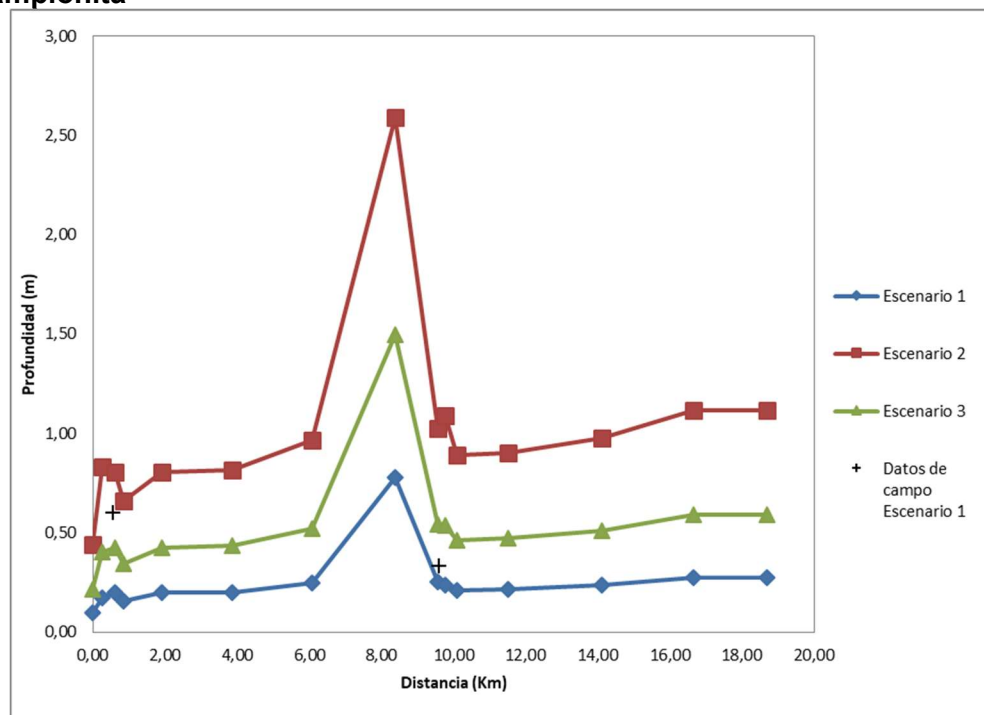
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.30 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.31 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Parámetros fisicoquímicos

a. Temperatura

En esencia la temperatura del vertimiento es similar a la de la corriente principal y no se observa ningún tipo de alteración por contaminación térmica del vertimiento sobre el cuerpo de agua receptor. En ninguno de los escenarios se considera la temperatura como un factor importante dado que en cualquier de ellos la temperatura del vertimiento estará influenciada principalmente por la temperatura ambiente.

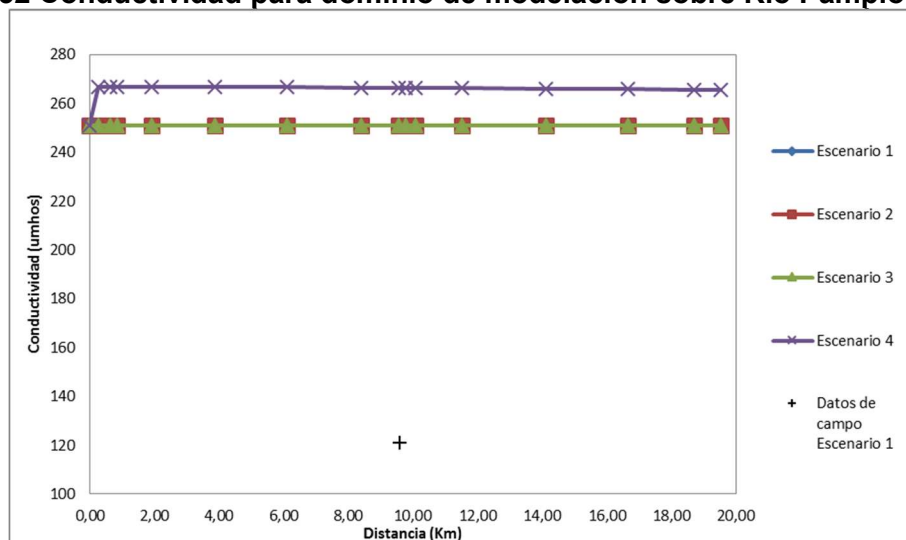
b. Conductividad

El modelo no predice variación de conductividad del agua del río a causa del vertimiento tratado en ninguno de los escenarios construidos con este supuesto, dadas las características de salinidad del vertimiento y la baja carga que este aporta en relación con el caudal del río.

En las condiciones más críticas de emergencia operativa en la que se verterían las ARnD crudas con bajos niveles de caudal se observa un incremento en la conductividad de 15 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Lo anterior dadas las características de salinidad de las aguas de proceso, las cuales tienen niveles de mineralización importante (conductividad > 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Los datos observados durante la campaña de monitoreo y los proyectados por la modelación, indican niveles de mineralización media como condición típica del río aún bajo influencia del vertimiento en las condiciones más críticas (Figura 7.32). Este efecto tenderá a atenuarse en la medida que aumente el caudal por procesos normales de precipitación y escurrimiento.

Figura 7.32 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

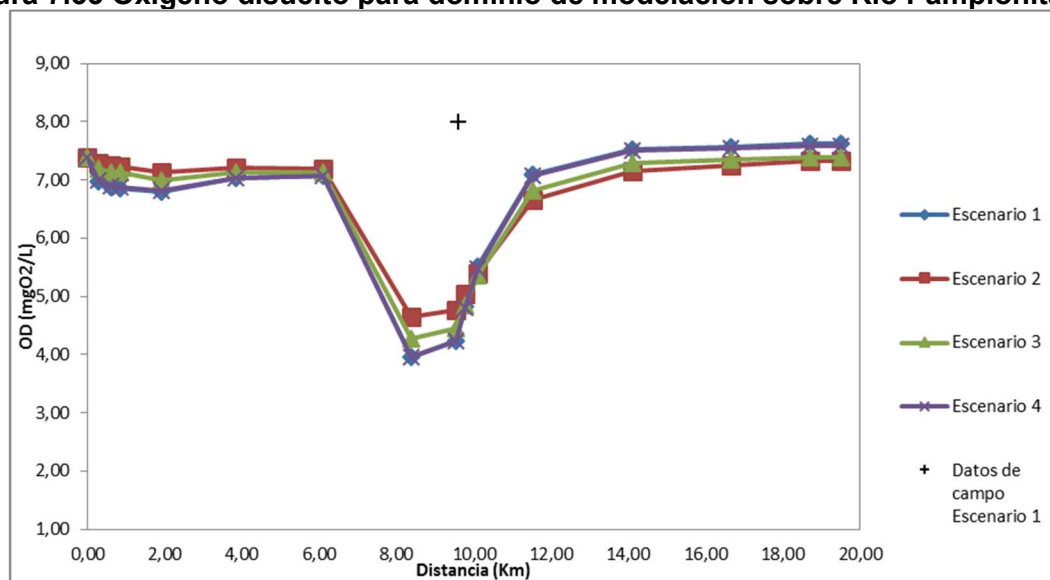


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

c. Oxígeno disuelto

En general la concentración de oxígeno disuelto en el dominio de la modelación muestra valores incrementales que varían de 4 a 7,5 mg/L (Figura 7.33). El porcentaje de saturación de oxígeno de la corriente dentro del dominio de modelación se encuentra por encima del 66%, aun después de recibir el vertimiento en cualquiera de los escenarios normales, razón por la cual se considera una corriente de agua que en términos de oxígeno, tenderá a ser de buena calidad. En condiciones de bajo caudal se observa una región de baja concentración de oxígeno disuelto (km 7 a km 10), la cual se da como consecuencia del consumo de oxígeno para degradación de material orgánico disuelto en el río; dinámica normal en cuerpos naturales y por el incremento de la profundidad en dicha sección; sin embargo, esta condición no estaría asociada con el vertimiento de la UF1 si no con la carga orgánica disuelta en el río de origen municipal o doméstico en contraste con el incremento de profundidad esperado en el tramo comprendido entre los kilómetros 6 y 10. En cualquiera de los escenarios, la vida acuática; podría desarrollarse en forma normal dado que especies sensibles requieren valores de oxígeno por encima de 4,0 mg/L (Packard, et al. 1969).

Figura 7.33 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

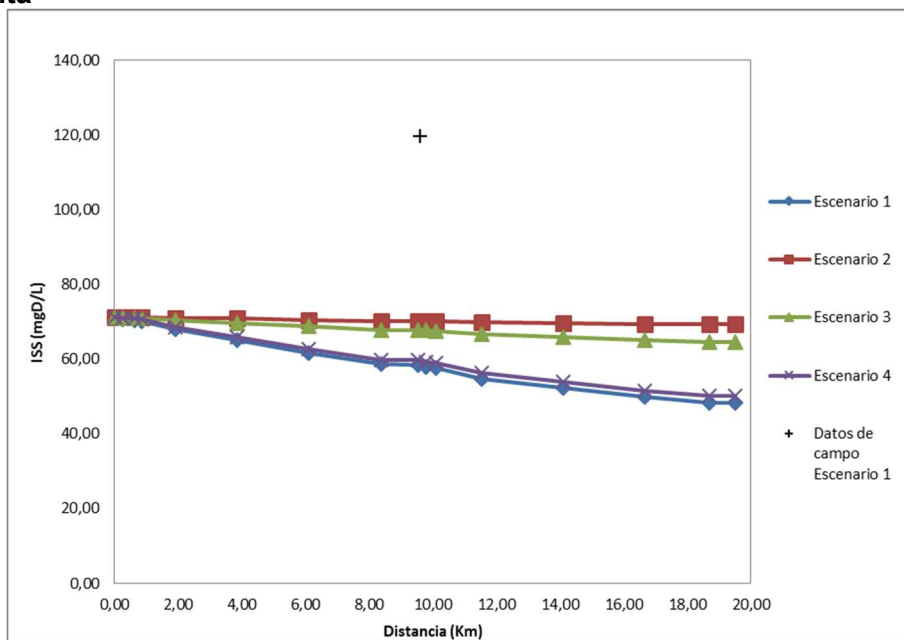


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

d. Sólidos suspendidos inorgánicos

El modelo predice el descenso de la concentración de sólidos suspendidos inorgánicos aguas abajo del vertimiento. Estos dependerán directamente del caudal (Figura 7.25). El modelo no predice suspensión de sólidos por procesos erosivos. En la medida que incrementa el caudal y la velocidad se reducen las posibilidades de disminución por sedimentación.

Tabla 7.39 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

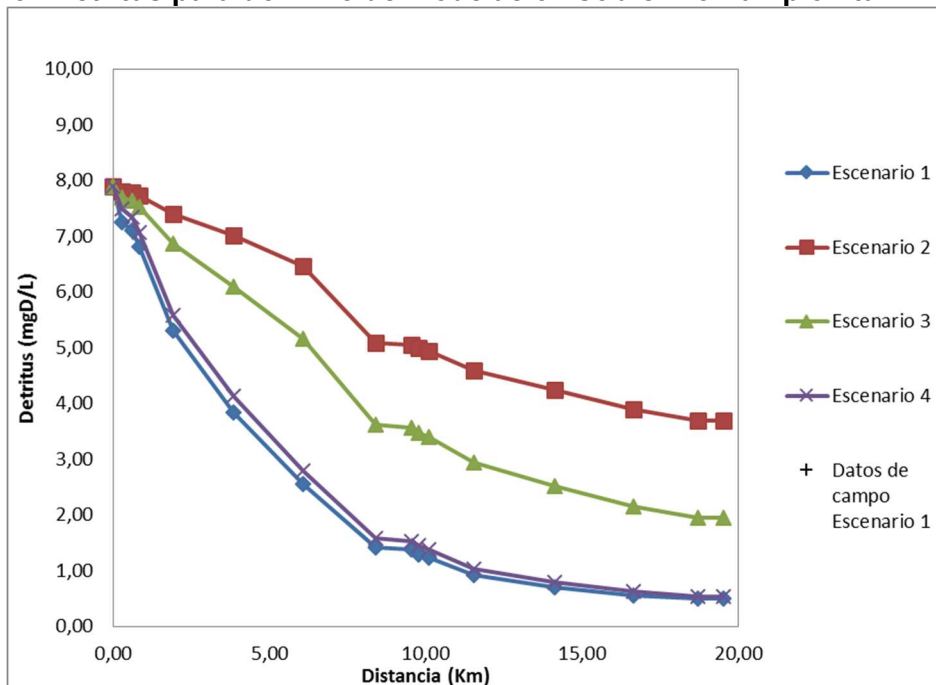


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

e. Detritus

La concentración de detritus disminuye rápidamente hasta alcanzar concentración de 4 mg/L, dicho descenso está asociado con procesos de descomposición de materia orgánica sedimentación y diagénesis (Figura 7.34). Dada la relación de caudales no se observan efectos sobre el río una vez se realiza el vertimiento en ninguno de los seminarios simulados.

Figura 7.34 Detritus para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



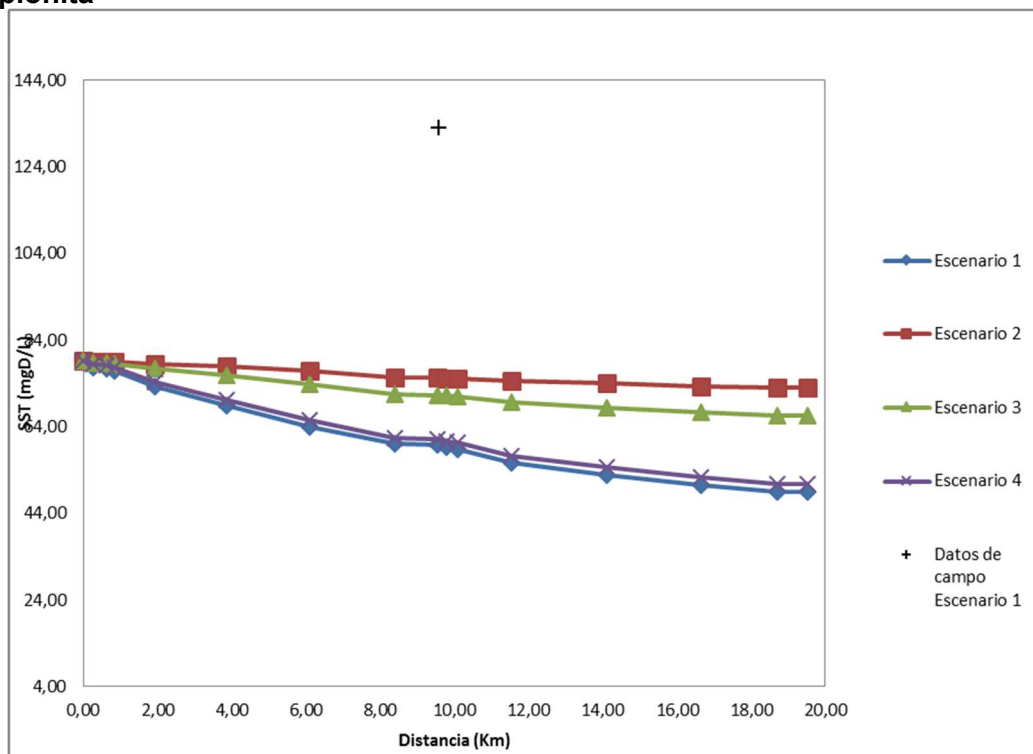
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

f. Sólidos suspendidos totales

La concentración de sólidos suspendidos totales disminuye alcanzando su valor mínimo en el escenario 1 (50 mg/l) por efecto conjunto de procesos de descomposición, hidrólisis, sedimentación y dilución durante el tramo de río modelado Figura 7.27.

Los datos conjuntos de sólidos inorgánicos y detritus permiten observar que la carga de solidos del río está compuesta principalmente por material inorgánico. No se observa influencia del vertimiento de la UF1 sobre esta serie de parámetros, ni siquiera en escenario de emergencia.

Figura 7.35 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita

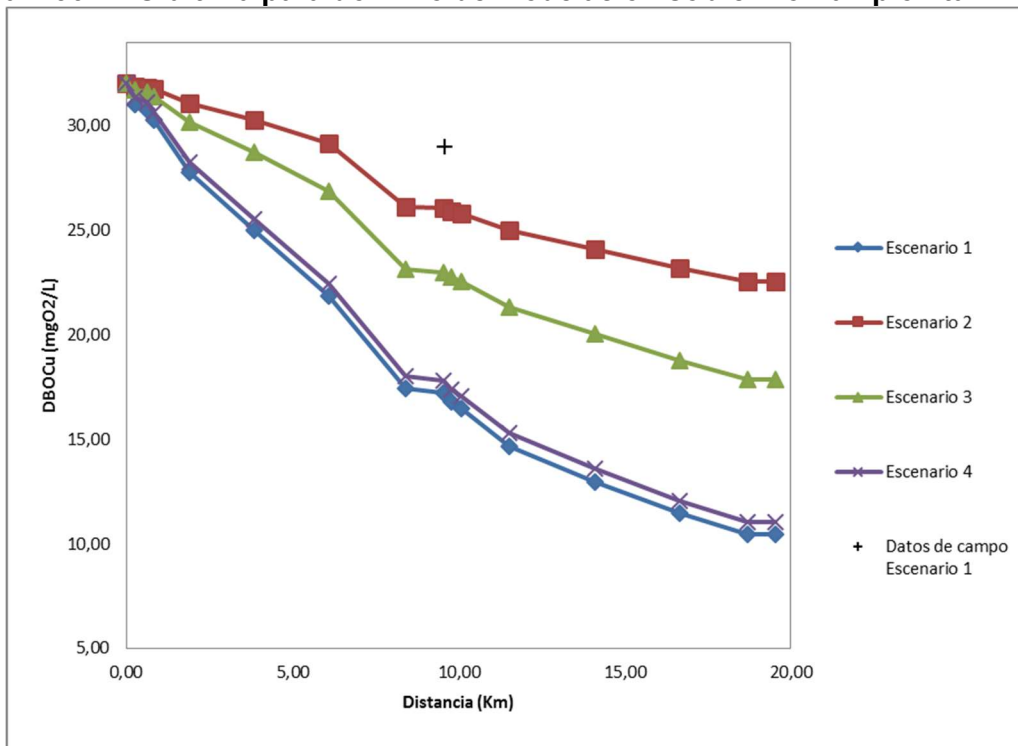


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

g. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

En general los vertimientos de la UF1 no representan graves impactos en términos de DBO dada la relación de caudales existente y considerando las características de reaeración del cuerpo de agua mencionadas al inicio de esta sección.

Figura 7.36 DBO ultima para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

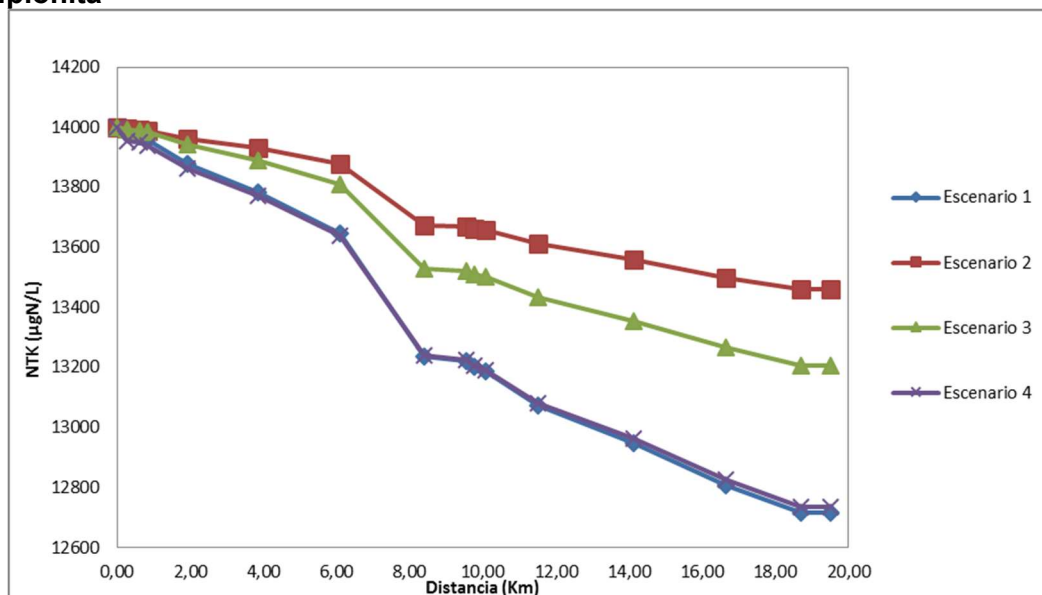


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

h. Nitrógeno

En todos los escenarios las concentraciones de nitrógeno en el río son elevadas en razón a los vertimientos municipales de la ciudad de Pamplona y el aporte de múltiples vertimientos de viviendas unifamiliares. No se observan efectos sobre la calidad del agua por parte de los vertimientos de la UF1 Pamplona, dado que no se proyectan aportes de muy bajos de nitrógeno orgánico o amoniacal dada la naturaleza de los mismos.

Figura 7.37 Nitrogeno total kjeldahl para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

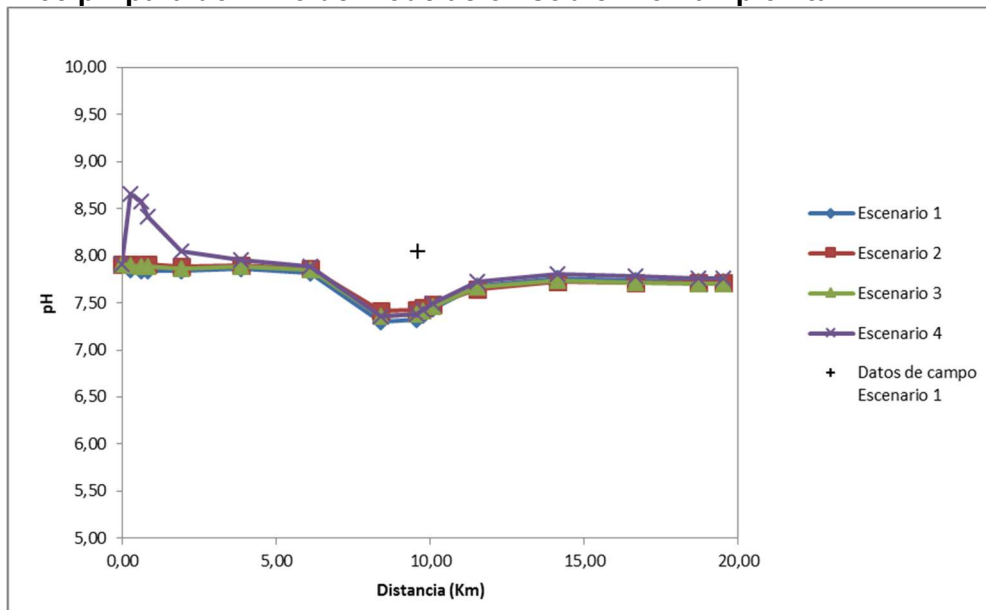
i. Fósforo

En general la concentración de fósforo en función de la distancia y el tiempo muestra como la calidad del agua evoluciona de una condición de hipertrofia hacia la oligotrofia. En todos los escenarios las concentraciones de fosforo en el rio son altas e implican alta productividad de algas y flora acuática. No se esperan efectos importantes del vertimiento de la UF1 dada la baja carga contaminante de fósforo que estos aportarían. Nuevamente se observa que los fenómenos de contaminación del rio están relacionados con la presencia de carga apreciable de fosforo aportada por vertimientos municipales y de viviendas unifamiliares presentes en la zona.

j. pH

La variación de pH está relacionada con los procesos de degradación de la materia orgánica, si bien la modelación proyecta cambios de esta variable en función de la distancia y el tiempo, no se observan variaciones que representen condiciones adversas para el medio ambiente no obstante las características acido base del rio tendrán a tener un carácter moderadamente alcalino. Los vertimientos de la UF1 no representan un impacto importante sobre el rio en ninguno de los escenarios, dada la relación de caudales proyectada.

Figura 7.38 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

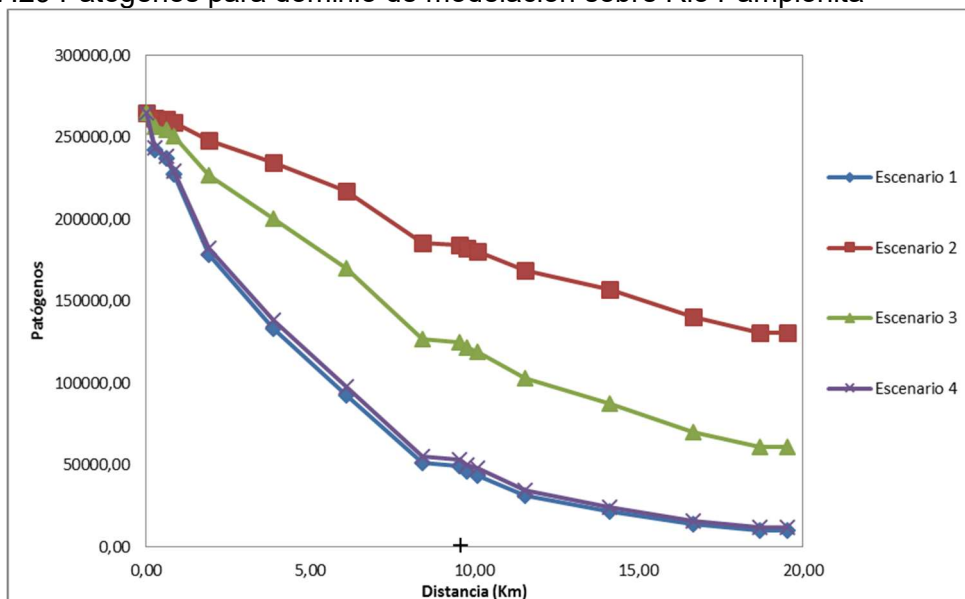


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

k. Patógenos

La modelación predice descenso de la concentración de patógenos en función del tiempo de viaje y la distancia (Figura 7.29). El vertimiento de la UF1 no aporta patógenos, dadas las características del proceso y de los vertimientos.

Figura 7.29 Patógenos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

I. Arsénico, bario y cadmio

En principio las concentraciones de Bario y arsénico esperadas en los vertimientos de la UF1 pueden ser 10 veces mayores que la concentración detectada en el río aguas arriba en el caso del Bario y 100 veces mayor en el caso del Arsénico. En el caso particular del cadmio los valores de dicho constituyente tienen un orden de magnitud similar al que puede existir en el río antes de ser influenciado por el vertimiento.

Lo anterior implicará que a pesar de las diferencias de caudales del vertimiento y el cuerpo receptor, en el peor de los casos los vertimientos de la UF1 representarían un cambio en la concentración de Bario y arsénico en las aguas del río Pamplonita; especialmente de este último.

No obstante, una vez se da la mezcla completa después del vertimiento, las concentraciones resultantes en todos los escenarios serían menores que el objetivo de calidad planteado en el presente estudio para estos constituyentes.

En este sentido, será importante realizar monitoreos periódicos de estos metales en los sedimentos aguas abajo del vertimiento con la finalidad de detectar y evaluar riesgos por efectos acumulativos de dichos constituyentes.

7.3.2 Vertimiento en suelo

La construcción del corredor vial doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona no prevé efectuar vertimientos al suelo.

7.4 OCUPACIONES DE CAUCE

Para el cruce de todos los drenajes que serán interceptados por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona y por la conformación de vías industriales, se han planteado obras hidráulicas que permitan su normal transcurso sin ser alterada por la configuración final del proyecto, por tal motivo se solicita permiso de ocupación permanente de cauce de las obras menores a construir.

Las secciones han sido determinadas desde el punto de vista hidrológico e hidráulico, para garantizar su correcto funcionamiento y ubicación a lo largo del área de intervención

Tabla 7.40 Listado de obras menores – UF1

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Caudal adoptado (m³/s)	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)		Este	Norte
UF-1-EJE 68-OH-00+100	OC_00+100	NN-25	Ø1.20m	1,442	1159615,94	1307972,55
					1159615,67	1307972,22
					1159624,77	1307964,60
					1159625,01	1307964,89
					1159628,61	1307961,87

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Caudal adoptado (m³/s)	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)		Este	Norte
UF-1-OH-56+325	OC_56+325	NN-25-1	Ø0.91m	0,449	1159628,48	1307961,71
					1159626,40	1307961,11
					1159626,28	1307960,95
					1159623,60	1307963,20
					1159623,84	1307963,50
					1159614,74	1307971,12
					1159614,46	1307970,79
					1159612,93	1307972,07
					1159614,41	1307973,83
					1159707,51	1308028,26
					1159707,12	1308028,04
					1159717,35	1308009,83
					1159717,70	1308010,03
UF-1-OH-56+840	OC_56+840	NN-27	Ø1.20m	2,261	1159720,40	1308005,23
					1159718,73	1308004,29
					1159716,04	1308009,09
					1159716,39	1308009,29
					1159706,15	1308027,50
					1159705,77	1308027,29
					1159704,79	1308029,03
					1159706,54	1308030,01
					1159700,99	1308473,13
					1159700,76	1308473,43
					1159705,83	1308477,25
					1159707,06	1308475,42
					1159702,09	1308471,68
UF-1-OH-57+030	OC_57+030	NN-27-1-1	Ø1.20m	1,894	1159701,86	1308471,99
					1159684,00	1308458,54
					1159684,23	1308458,23
					1159684,07	1308458,11
					1159683,73	1308457,17
					1159683,55	1308457,24
					1159680,74	1308459,58
					1159680,72	1308459,78
					1159682,72	1308459,91
					1159682,88	1308460,03
					1159683,13	1308459,69
					1159649,87	1308639,95
					1159650,07	1308640,27
					1159652,78	1308638,57
					1159651,62	1308636,70
					1159648,91	1308638,39
					1159649,11	1308638,72

Nombre de la obra (Tipo Alcantarilla)	ID Ocupación	Fuente hídrica	Dimensión	Caudal adoptado (m³/s)	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
			(H×L o Ø)		Este	Norte
					1159638,08	1308645,61
					1159638,03	1308645,34
					1159636,06	1308645,70
					1159636,47	1308647,96
					1159638,44	1308647,61
					1159638,35	1308647,14
UF-1-OH-V156	OC_V156	Sabanetas-14	Ø0.91m	1,417	1155899,32	1311068,14

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras

En el Anexo 7 C - Ocupaciones de Cauce, Planos-memorias se incluye el Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación donde se presenta la siguiente información:

- Análisis detallado de las metodologías, dimensiones y capacidad de las estructuras hidráulicas planteadas para el proyecto.
- Análisis de frecuencias para caudales máximos para los diferentes periodos de retorno.
- Estudio de dinámica fluvial.
- Calculo de socavación asociado al tramo y obra a diseñar.

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

El Decreto 1076 de 2015, el cual retoma lo dispuesto en el Decreto 1791 de 1996, define el permiso de aprovechamiento forestal como “la autorización que otorga la autoridad ambiental para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural.” Así mismo el aprovechamiento forestal único, es aquel que se realiza por una vez, en áreas donde basados en estudios técnicos, se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social, como es el caso del presente proyecto.

De igual forma de acuerdo con la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 (MADS) en lo correspondiente al aprovechamiento forestal, define que se debe realizar: “*inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de ecosistema vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...*”.

7.5.1 Área de aprovechamiento forestal

El diseño de la variante Pamplona comprende 11 tipos de infraestructura que suman un área de 54,44 ha, tal como se puede observar en la Tabla 7.41, sin embargo, el área de aprovechamiento forestal se encuentra constituida por el área donde es necesaria la remoción de cobertura vegetal, en este sentido, no contempla las obras proyectadas sobre el túnel, ni el área proyecta como franja de captación ya que se encuentra sobre el Río Pamplonita, (5,917 ha y 0,004 ha, resaltadas en la Tabla 7.41), es así como el área de aprovechamiento forestal, corresponde a 48,52 ha. En la Figura 7.39, se presenta gráficamente el área de intervención del proyecto.

Tabla 7.41 Infraestructura proyectada

Tipo de infraestructura	Área (ha)	Área (%)
Acceso ZODMES	7,81	14,34%
Área de almacenamiento	1,59	2,92%
Bahía	0,58	1,07%
Diseño Vía	19,91	36,56%
Franja de captación	0,0044	0,01%
Polvorín	0,27	0,50%
Portal	0,43	0,80%
Túnel	5,92	10,87%
Vía industrial	0,99	1,82%
ZODME	16,90	31,03%
Zona de lavado y parqueo	0,04	0,08%
Total Área de Intervención	54,44	100,00%
Total Área de aprovechamiento forestal	48,52	89,12

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos

Teniendo en cuenta el mapa de ecosistemas, en la Tabla 7.42, se presenta la relación de ecosistemas intervenidos por el proyecto.

Tabla 7.42 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto

Ecosistemas Intervenidos por el Proyecto	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	26,16	53,91%
Arbustal denso alto	0,637	1,31%
Arbustal denso bajo	0,075	0,16%
Bosque de galería y/o ripario	0,018	0,04%
Construcciones rurales	0,058	0,12%
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,041	2,15%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,195	0,40%
Pastos arbolados	2,845	5,86%
Pastos enmalezados	3,294	6,79%
Pastos limpios	11,398	23,49%
Red vial	6,311	13,01%
Zonas comerciales	0,287	0,59%
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	18,707	38,55%
Arbustal denso alto	1,711	3,53%
Bosque de galería y/o ripario	0,087	0,18%
Construcciones rurales	0,059	0,12%
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,662	3,43%
Mosaico de pastos y cultivos	0,933	1,92%
Pastos arbolados	4,478	9,23%
Pastos enmalezados	0,043	0,09%
Pastos limpios	8,464	17,44%
Red vial	0,571	1,18%
Zonas comerciales	0,697	1,44%
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	3,66	7,54%
Pastos arbolados	1,035	2,13%
Pastos limpios	2,130	4,39%
Red vial	0,494	1,02%
Total general	48,523	100.0

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Así mismo en la Tabla 7.41 se relaciona la distribución del área por tipo de infraestructura y por ecosistema.

7.5.1.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos por tipo de infraestructura

Con base en la infraestructura proyectada, a continuación, se relacionan los ecosistemas afectados por tipo de infraestructura.

7.5.1.1.2 Ecosistemas terrestres intervenidos por Accesos a Zodmes

En la Tabla 7.43, se presentan los ecosistemas intervenidos por accesos a Zodmes, teniendo en cuenta que se requiere adecuación para 7 Zodmes, en total son 7,75 ha para

este tipo de infraestructura, de los cuales 7,70 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 0,05 ha a ecosistemas de Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, y al Bosque ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.43 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Acc-V118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,45
		Red vial	0,31	0,64
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,31	0,63
Total Acc-V118			0,83	1,72
Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,05	0,09
		Bosque de galería y/o ripario	0,00	0,00
		Pastos arbolados	0,14	0,30
		Pastos limpios	0,22	0,45
		Red vial	1,23	2,54
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
Total Acc-V118-V121			1,68	3,47
Acc-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,06	0,12
		Red vial	0,00	0,00
Total Acc-V121			0,06	0,12
Acc-V131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,46
		Red vial	0,03	0,07
Total Acc-V131			0,26	0,53
Acc-V144-V18	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,00	0,00
		Pastos limpios	0,21	0,43
		Red vial	1,40	2,88
Total Acc-V144-V18			1,61	3,31
Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,14	0,28
		Red vial	1,10	2,26
Total Acc-V148			1,23	2,54
Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	1,80	3,71
		Pastos arbolados	0,03	0,07
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos limpios	0,07	0,15
		Red vía	0,17	0,36
Total Acc-V156			2,08	4,29
Total Acceso ZODMES			7,75	15,98

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.3 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de almacenamiento

Dentro del área de almacenamiento se presentan los ecosistemas que se listan en la Tabla 7.44. Se presentan en total 1,59 ha para esta infraestructura, de las cuales 1,544 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y el área restante al Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.44 Ecosistemas intervenidos por Área de almacenamiento

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Almacenamiento Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,05	0,10
		Construcciones rurales	0,06	0,12
		Pastos arbolados	0,01	0,03
		Pastos limpios	1,02	2,10
Total Almacenamiento Portal Entrada			1,14	2,34
Almacenamiento Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,33	0,67
		Pastos limpios	0,13	0,26
Total Almacenamiento Portal Salida			0,45	0,93
Total Área de almacenamiento I			1,59	3,28

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.4 Ecosistemas terrestres intervenidos por Área de Bahía

Dentro de las áreas de bahía se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.45, en total son 0,585 ha para esta infraestructura, las cuales corresponden a los ecosistemas de red vial, pastos arbolados y pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.45 Ecosistemas intervenidos por Área de Bahía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Bahía1 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,07
Total Bahía1 Acc-V148			0,03	0,07
Bahía1 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía1 Acc-V156			0,01	0,03
Bahía10 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,01	0,02
Total Bahía10 Acc-V156			0,01	0,02
Bahía1Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,08
Total Bahía1Acc-V118-V121			0,04	0,08
Bahía2 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,07	0,15
Total Bahía2 Acc-V118-V121			0,07	0,15
Bahía2 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
Total Bahía2 Acc-V148			0,02	0,04
Bahía2 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía2 Acc-V156			0,01	0,03
Bahía3 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,09
Total Bahía3 Acc-V118-V121			0,04	0,09
Bahía3 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,03

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Total Bahía3 Acc-V148			0,02	0,03
Bahía3 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía3 Acc-V156			0,01	0,03
Bahía4 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,05
Total Bahía4 Acc-V118-V121			0,03	0,05
Bahía4 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,05
Total Bahía4 Acc-V148			0,02	0,05
Bahía4 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía4 Acc-V156			0,01	0,03
Bahía5 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía5 Acc-V148			0,01	0,03
Bahía5 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
Total Bahía5 Acc-V156			0,02	0,04
Bahía5Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,06	0,12
Total Bahía5Acc-V118-V121			0,06	0,12
Bahía6 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
Total Bahía6 Acc-V118-V121			0,04	0,08
Bahía6 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía6 Acc-V148			0,01	0,03
Bahía6 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
Total Bahía6 Acc-V156			0,01	0,03
Bahía7 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,02	0,04
		Red vial	0,01	0,02
Total Bahía7 Acc-V148			0,03	0,07
Bahía7 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía7 Acc-V156			0,01	0,02
Bahía8 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,07
Total Bahía8 Acc-V156			0,04	0,07
Bahía9 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía9 Acc-V156			0,01	0,02
Total Área de Bahía			0,58	1,21

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.5 Ecosistemas terrestres intervenidos por Diseño de vía

Dentro del Diseño de vía se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.46, en total son 19,91 ha, de las cuales 18,32 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 1,58 ha a ecosistemas naturales.

Tabla 7.46 Ecosistemas intervenidos por Diseño de vía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Diseño Vía	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,14	0,28
		Arbustal denso alto	0,59	1,21
		Pastos arbolados	1,77	3,65
		Pastos enmalezados	2,39	4,93
		Pastos limpios	0,00	0,00
		Pastos limpios	2,97	6,11
		Red vial	0,25	0,52
		Zonas comerciales	0,29	0,59
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales	0,02	0,04
		Mosaico de pastos con espacios naturales	1,66	3,43
		Arbustal denso alto	0,91	1,88
		Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18
		Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,92
		Pastos arbolados	4,48	9,23
		Pastos enmalezados	0,04	0,08
		Pastos limpios	2,42	4,99
		Red vial	0,26	0,54
		Zonas comerciales	0,70	1,44
Total Diseño de vía			19,91	41,02

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.6 Ecosistemas terrestres intervenidos por Polvorín

Dentro de la infraestructura de polvorín se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.47, se presentan en total 0,27 ha, las cuales corresponden en su totalidad al ecosistema de pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.47 Ecosistemas intervenidos por Polvorín

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Polvorín 3	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,27	0,56
Total Polvorín			0,27	0,56

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.7 Ecosistemas terrestres intervenidos por Portales

Dentro de la infraestructura de portal de entrada y salida se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.48, en total son 0,43 ha, las cuales corresponden a los ecosistemas de pastos limpios y arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.48 Ecosistemas intervenidos en Portales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,68
Total Portal Entrada			0,33	0,68
Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,01	0,02
		Pastos limpios	0,09	0,19
Total Portal Salida			0,10	0,21
Total Portales			0,43	0,89

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.8 Ecosistemas terrestres intervenidos por Vías industriales

Dentro de la infraestructura de vías industriales, se afectan los ecosistemas listados en la Tabla 7.49, se presenta en total para esta infraestructura un total de 0,99 ha, de los cuales 0,96 ha corresponden a coberturas antropizadas y 0,03 ha a coberturas naturales.

Tabla 7.49 Ecosistemas intervenidos por Vías industriales

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
VI-1	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0,12
		Arbustal denso alto	0,00	0,01
		Arbustal denso bajo	0,00	0,01
		Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
		Pastos arbolados	0,20	0,42
		Pastos enmalezados	0,05	0,11
		Pastos limpios	0,32	0,67
Total VI-1			0,66	1,37
VI-2	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,67
Total VI-2			0,33	0,67
Total Vías industriales			0,99	2,04

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.9 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zodmes

Dentro de la infraestructura de Zodme, se afectan los ecosistemas listados en la Tabla 7.50, teniendo en cuenta las 7 Zodmes proyectadas, se pueden observar que el área total de afectación por esta infraestructura es de 16,90 ha, de las cuales 15,06 ha corresponden a ecosistemas antrópicos y 1,84 ha a ecosistemas naturales, representados en los ecosistemas de Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental, en la Zodme VER131, en un área de 1,04 ha y al Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental en la Zodme VER118 en un área de 0,80 ha.

Tabla 7.50 Ecosistemas intervenidos por Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
VER 118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	5,58	11,50
		Arbustal denso alto	0,80	1,65
Total VER 118			6,38	13,14
VER 121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,77	3,65
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,21	0,43
Total VER 121			1,98	4,08
VER 124	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,07	0,14
		Pastos enmalezados	0,85	1,75
		Pastos limpios	0,35	0,72
Total VER 124			1,27	2,61
VER 131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,00	0,00
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,15
		Pastos limpios	0,87	1,79
Total VER 131			1,91	3,94
VER 144	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,02	2,10
Total VER 144			1,02	2,10
VER 148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,30	2,67
Total VER 148			1,30	2,67
VER 156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,99	2,04
		Pastos limpios	2,06	4,24
Total VER 156			3,04	6,27
Total Zodmes			16,90	34,82

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.10 Ecosistemas terrestres intervenidos por Zonas de lavado

Dentro de la infraestructura de zonas de lavado se presentan los ecosistemas listados en la Tabla 7.51, se presentan en total 0,04 ha, las cuales corresponden a los ecosistemas de construcciones rurales y pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Tabla 7.51 Ecosistemas intervenidos por Zonas de lavado

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Z_LaPq	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales	0,04	0,08
		Pastos enmalezados	0,00	0,00
Total Z_LaPq			0,04	0,09

Fuente: Aecom-Concol, 2018

En la Tabla 7.52, se presenta el consolidado por tipo de infraestructura y tipo de ecosistema, teniendo en cuenta que, para presentar el volumen de aprovechamiento total del proyecto, los resultados se calcularon de la siguiente manera:

- i. Muestreo estadístico de ecosistemas naturales
- ii. Censo Forestal de ecosistemas antrópicos

Tabla 7.52 Área de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura por tipo de ecosistema

TIPO INFRAESTRUCTU RA	INFRAESTRUC TURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)	
Acceso ZODMES	Acc-V118	Orobioma Azonal Andino	Pastos limpios	0,22	0,45	
		Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,31	0,64	
		Orobioma Azonal Andino				
	Acc-V118-V121	Cordatumbo	Red vial	0,31	0,63	
			Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,05	0,09
				Bosque de galería y/o ripario	0,00	0,00
				Pastos arbolado	0,14	0,30
				Pastos limpios	0,22	0,45
				Red vial	1,23	2,54
		Orobioma Azonal Andino				
	Acc-V121	Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08	
			Pastos limpios	0,06	0,12	
		Red vial	0,00	0,00		
	Acc-V131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,22	0,46	
			Red vial	0,03	0,07	
	Acc-V144-V18	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,00	0,00	
			Pastos limpios	0,21	0,43	
			Red vial	1,40	2,88	
	Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,14	0,28	
			Red vial	1,10	2,26	
	Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	1,80	3,71	
			Pastos arbolados	0,03	0,07	
Orobioma Azonal Andino Catatumbo		Pastos limpios	0,07	0,15		
		Red via	0,17	0,36		
		Total Acceso ZODMES				7,75
Área de almacenamiento	Alm Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,05	0,10	
			Construcciones rurales	0,06	0,12	
			Pastos arbolados	0,01	0,03	
			Pastos limpios	1,02	2,10	
	Alm Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,33	0,67	
			Pastos limpios	0,13	0,26	
Total Área de almacenamiento				1,59	3,28	
Bahía	Bahía1 Acc- V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,07	
	Bahía1 Acc- V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03	

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
	Bahía10 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,01	100,00
	Bahía1 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,08
	Bahía2 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,07	0,15
	Bahía2 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
	Bahía2 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía3 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,09
	Bahía3 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,03
	Bahía3 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía4 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,03	0,05
	Bahía4 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,05
	Bahía4 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía5 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía5 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,02	0,04
	Bahía5 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,06	0,12
	Bahía6 Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,04	0,08
	Bahía6 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía6 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,03
	Bahía7 Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,02	0,04
	Bahía7 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,01	0,02
	Bahía8 Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial	0,04	0,07
	Bahía9 Acc-V156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial	0,01	0,02
Total Bahía				0,58	1,21
Diseño Vía	Diseño Vía	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,59	1,21
			Mosaico de pastos con espacios naturales	0,14	0,28
			Pastos arbolados	1,77	3,65
			Pastos enmalezados	2,39	4,93
			Pastos limpios	0,00	0,00

TIPO INFRAESTRUCTU RA	INFRAESTRUC TURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
			Pastos limpios	2,97	6,11
			Red vial	0,25	0,52
			Zonas comerciales	0,29	0,59
		Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,91	1,88
			Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18
			Construcciones rurales	0,02	0,04
			Mosaico de pastos con espacios naturales	1,66	3,43
			Mosaico de pastos y cultivos	0,93	1,92
			Pastos arbolados	4,48	9,23
			Pastos enmalezados	0,04	0,08
			Pastos limpios	2,42	4,99
			Red vial	0,26	0,54
			Zonas comerciales	0,70	1,44
			Total Diseño Vía		
Polvorín	Polvorín 3	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,27	0,56
Total Polvorín			0,27	0,56	
Portal	Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,68
	Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,01	0,02
			Pastos limpios	0,09	0,19
Total Portal			0,43	0,89	
Túnel / Acceso ZODMES	Túnel /Acc- V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo	0,03	0,05
			Pastos arbolados	0,03	0,06
Total Túnel / Acceso ZODMES			0,05	0,11	
Vía industrial	VI-1	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,00	0,01
			Arbustal denso bajo	0,00	0,01
			Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
			Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0,12
			Pastos arbolados	0,20	0,42
			Pastos enmalezados	0,05	0,11
			Pastos limpios	0,32	0,67
	VI-2	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,33	0,67
	Total Vía industrial			0,99	2,04

TIPO INFRAESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA	BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
ZODME	VER 118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,80	1,65
			Pastos limpios	5,58	11,50
	VER 121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,77	3,65
		Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	0,21	0,43
	VER 124	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	0,07	0,14
			Pastos enmalezados	0,85	1,75
			Pastos limpios	0,35	0,72
	VER 131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1,04	2,15
			Pastos arbolados	0,00	0,00
			Pastos limpios	0,87	1,79
	VER 144	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,02	2,10
	VER 148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios	1,30	2,67
	VER 156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados	0,99	2,04
			Pastos limpios	2,06	4,24
Total ZODME				16,90	34,82
Zona de lavado y parqueo	Z_LaPq	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales	0,04	0,08
			Pastos enmalezados	0,00	0,00
Total Zona de lavado y parqueo				0,04	0,09
Total general				48,52	100,00

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales

Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 7.53.

Tabla 7.53 Parámetros estadísticos

Parámetros Estadísticos	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: Xi = valor observado de unidad i-ésima de la muestra n = número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}{n - 1}}$

Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N= Tamaño de la muestra (número de unidades muestrales) n= Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{\bar{X}} * 100$
n (Número de parcelas)	$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$ n = número de parcelas t = constante de Student CV = Coeficiente de variación E% = Error de muestreo relativo (15%)

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Con el fin efectuar el muestreo estadístico sobre los ecosistemas naturales arbóreos se levantó un total de 27 unidades de muestreo (Tabla 7.55), de tal manera que se cumpliera con los requisitos estadísticos establecidos en la normatividad (probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%). Los ecosistemas naturales intervenidos se presentan en la Tabla 7.54.

Tabla 7.54 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto

BIOMA	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	0,64	1,31
	Arbustal denso bajo	0,05	0,10
	Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		0,71	1,45
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto	1,71	3,53
	Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		1,80	3,71
Total general		2,50	5,16

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Tabla 7.55 Unidades de parcelas de muestreo

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
		G31	1159738.666	1309390.186	1159748.268	1309389.707

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G54	1159681,7	1309341,087	1159681,459	1309342,39
		G56	1159738,836	1309315,759	1159750,972	1309311,619
		G57	1159779,091	1309338,85	1159782,164	1309349,007
		G58	1159780,481	1309383,638	1159778,84	1309375,853
	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	G26	1158133,65	1309154,317	1158143,703	1309161,146
		G59	1158112,846	1309068,743	1158118,399	1309072,119
		G60	1158141,757	1309077,753	1158153,878	1309076,293
		G61	1158202,08	1309070,584	1158189,247	1309074
		G62	1158179,239	1309084,441	1158174,85	1309091,699
		G63	1158194,534	1309106,145	1158204,449	1309104,007
	Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	I1	1158366,531	1309354,19	1158434,718	1309421,172
		B2	1159010,684	1309612,254	1159109,373	1309599,921
		G73	1158444,251	1309424,505	1158517,872	1309436,709
		L3	1159342,814	1308498,503	1159420,11	1308444,44
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G1	1158003,639	1309148,881	1158092,606	1309138,586
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	G65	1160356,833	1312249,914	1160355,11	1312223,234
		G64	1160356,254	1312230,176	1160367,105	1312222,646
		G66	1160376,943	1312221,609	1160374,718	1312216,591
		G67	1160390,604	1312223,58	1160400,143	1312226,301
		G68	1160426,14	1312232,807	1160422,891	1312240,764
		G69	1160437,166	1312228,942	1160434,472	1312239,69
		G70	1160447,315	1312250,862	1160457,889	1312264,055
		G71	1160473,972	1312276,487	1160470,804	1312267,614
	G72	1160464,855	1312321,88	1160472,684	1312309,327	
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino	A1	1161265,371	1311829,686	1161343,276	1311815,373
		E7	1159558,098	1308430,175	1159640,989	1308444,060
		I8	1160724,482	1309953,908	1160643,497	1309972,905

BIOMA	ECOSISTEMA	PARCELA	Coordenadas punto de inicio		Coordenadas punto final	
			Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
	Cordillera Oriental					

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2.1 Estadígrafos por Ecosistema

Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 0,13m³/ha. En la Tabla 7.56, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,82%.

Tabla 7.56 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Análisis Estadístico 1032211	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen m ³
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
Desvia	0,0001
Sx	0,0001
valor t	2,77645
CV%	10,55761
Error absoluto	0,0001
Error relativo	13,11
Lim inferior	0,001
Lim superior	0,001
n<15%	5
MUESTREO	
Parcela	Volumen m ³
G31	0,0012
G54	0,0011
G56	0,0014
G57	0,0013
G58	0,0015
Total	0,0065
Media	0,0013
Desvia	0,0001
Sx	0,0001
valor t	2,77645

Análisis Estadístico 1032211	
CV%	10,55761
Error absoluto	0,0001
Error relativo	14,82
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,001
Lim Superior	0,001

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 0,09 m³/ha. En la Tabla 7.57, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 5,16%.

Tabla 7.57 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 1032212	
PREMUESTREO	
Parcela	Volumen
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
Total	0,0067
Media	0,0022
desvia	0,0002
Sx	0,00008
valor t	3,1824
CV%	6,8587
Error absoluto	0,00024
Error relativo	10,9073
Lim inferior	0,0020
Lim superior	0,0025
n<15%	4
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G26	0,0022
G59	0,0024
G60	0,0021
G61	0,0024
G62	0,0023
G63	0,0022
Total	0,0136
Media	0,0023
desvia	0,0001
Sx	0,00005
valor t	2,5706
CV%	4,9237
Error absoluto	0,0000

Ecosistema 1032212	
Error relativo	5,1667
Lim inferior	0,0021
Lim superior	0,0024

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 79,42 m³/ha. En la

Tabla 7.58, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 9,92%.

Tabla 7.58 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 10314	
PREMUESTREO	
B2	8,53
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,70
Total	31,77
Media	7,94
desvia	0,68
Sx	0,25
Valor de T	3,18
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	9,92
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73
n <15%	4,00
MUESTREO	
Parcela	Volumen
B2	8,53
G73	7,08
I1	8,45
L3	7,70
Total	31,769
Media	7,942
desvia	0,68
Sx	0,25
CV%	8,59
Error absoluto	0,79
Error relativo	9,92
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,15
Lim superior	8,73

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 27,78 m³/ha. En la Tabla 7.59, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,89%.

Tabla 7.59 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 203221	
PREMUESTREO	
G64	0,29674298
G65	0,25112258
G66	0,28514021
G67	0,27607390
G68	0,21103548
G69	0,32104983
G70	0,30030150
G71	0,20233030
G72	0,36197305
Total	2,50
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	14,89
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321
n <15%	8
MUESTREO	
Parcela	Volumen
G64	0,296742979
G65	0,251122579
G66	0,285140206
G67	0,276073896
G68	0,211035476
G69	0,321049826
G70	0,300301504
G71	0,202330297
G72	0,36197305
Total	2,50
Media	0,28
desvia	0,05
Sx	0,017
valor t	2,36

Ecosistema 203221	
CV%	18,28
Error absoluto	0,04
Error relativo	14,89
Intervalo de confianza	
Lim inferior	0,2393
Lim superior	0,321

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Para este ecosistema, el volumen es de 83,5 m³/ha. En la Tabla 7.60

Tabla 7.58, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 11,63%.

Tabla 7.60 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Ecosistema 20314	
PREMUESTREO	
E7	8,61
A1	8,7
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0,31
Error relativo	11,63
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32
n <15%	3,00
MUESTREO	
Parcela	Volumen
E7	8,61
A1	8,7
I8	7,74
Total	25,05
Media	8,35
desvia	0,53
Sx	0,31
Valor de T	3,18
CV%	6,35
Error absoluto	0,31
Error relativo	11.63

Ecosistema 20314	
Intervalo de confianza	
Lim inferior	7,38
Lim superior	9,32

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2.2 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención

En la Tabla 7.61, se presentan las áreas por ecosistema natural, su representación en porcentaje, el volumen por hectárea y volumen total calculado para el área de intervención, información que proviene de los valores obtenidos de las parcelas de muestreo de estos ecosistemas.

Tabla 7.61 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención

Tipo de Ecosistema	Área (ha)	Área (%)	Volumen (m3/ha)	Volumen Total (m3)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	0,64	1,31%	0,13	0,083
Arbustal denso bajo	0,08	0,16%	0,09	0,007
Bosque de galería y/o ripario	0,02	0,04%	79,42	1,588
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental				
Arbustal denso alto	1,71	3,53%	27,78	47,53
Bosque de galería y/o ripario	0,09	0,18%	83,5	7,52
Total general	2,54	5,22%		56,698

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3 Censo forestal de ecosistemas antrópicos

El censo forestal se desarrolló sobre los ecosistemas transformados, en el área de aprovechamiento forestal. Se realizó la identificación y conteo de todos los individuos arbóreos cuyo diámetro a la altura del pecho es mayor a 10 cm. de DAP. Se incluye en esta categoría el aprovechamiento forestal sobre el ecosistema de Herbazal denso de tierra firme con arbustos, dado que el muestreo estadístico de este ecosistema se realizó por medio del análisis de curva de acumulación de especies, y no por comparación de volúmenes de unidades de muestreo.

7.5.3.1 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de ecosistema

En la Tabla 7.62, se presentan los resultados del volumen total y comercial del censo forestal para los ecosistemas antrópicos, donde se incluyen algunos individuos de coberturas naturales presentes en las áreas de intervención debido a una variación en la precisión cartográfica de las áreas, producto de este censo, se obtuvo un total de 1367 fustales con un volumen comercial de 313,27 m³ y un volumen total de 699,94 m³.

Tabla 7.62 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados

BIOMA	ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN TOTAL (m³)	VOLUMEN COMERCIAL (m³)
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,93	1,42
	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,38	0,16
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	4,24	2,58
	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	168	92,96	17,38
	Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	39	19,40	10,65
	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	273	117,21	71,71
	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	59	14,76	7,14
	Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	7,06	2,32
Total Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental		590	257,94	113,36
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	2,94	1,58
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	7,25	2,90
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	149,31	52,89
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	6,48	2,85
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	109,66	48,01
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,42	0,55
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	178	112,55	65,81
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	4,61	2,46
	Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,59	0,63
Total Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental		698	396,81	177,70
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	29,52	14,40
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	15	14,15	7,15
	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	1,53	0,67
Total Orobioma Azonal Andino Catatumbo		79	45,19	22,22
Total general		1367	699,94	313,27

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura

A continuación se detalla el número de individuos y el respectivo volumen comercial y volumen total, determinado por infraestructura.

7.5.3.2.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes

Para esta unidad funcional en los accesos a ZODME el volumen total fue de 36,80 m³ y el volumen comercial de 19,09 m³ proveniente de la información levantada en campo de 140 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.63, se presentan los valores por vías de acceso a ZODMES, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.63 Volumen de aprovechamiento forestal en Accesos a Zodmes

INFRAEST RUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIA L (m³)	VOLUME N TOTAL (m³)
Acc-V118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	1,69	2,80
		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	1,09	2,12
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Red vial del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	11	0,67	1,53
Total Acc-V118			28	3,45	6,44
Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,78	1,07
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,89	1,28
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,32	0,70
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	2,80	6,08
Total Acc-V118-V121			33	4,79	9,14
Acc-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	0,43	0,87
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	1,16	2,31
Total Acc-V121			14	1,59	3,18
Acc-V131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	15	2,43	4,63
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,01	0,04
Total Acc-V131			16	2,44	4,68
Acc-V144-V18			2	0,96	1,70

INFRAEST RUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIA L (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
Total Acc-V144-V18	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,96	1,70
Acc-V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	14	1,93	4,53
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	25	2,40	4,69
Total Acc-V148			39	4,33	9,22
Acc-V156	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,43	0,92
	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	2	0,21	0,39
Total Acc-V156			4	0,65	1,30
Túnel /Acc-V118-V121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino	3	0,64	0,86
		Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,24	0,29
Total Túnel /Acc-V118-V121			4	0,88	1,15
Total general			140	19,09	36,80

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.2 Volumen de aprovechamiento forestal en Área de almacenamiento

Para esta unidad funcional en el área de almacenamiento el volumen total fue de 22,61 m³ y el volumen comercial de 7,76 m³, proveniente de la información levantada en campo de 27 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.64, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.64 Volumen a aprovechar en Área de almacenamiento

INFRAESTRUTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
Alm Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Construcciones rurales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,16	0,38
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	5,96	11,16
Total Alm Portal Entrada			14	6,12	11,54
Alm Portal Salida	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,97	8,97
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	2	0,67	2,10
Total Alm Portal Salida			13	1,64	11,07
Total general			27	7,76	22,61

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.3 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía

Para la UF1, en el área de Diseño de vía, el volumen total fue de 482,83 m³ y el volumen comercial de 198,19 m³, proveniente de la información levantada en campo de 834 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.65, se presentan los valores para el área de intervención, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.65 Volumen de aprovechamiento forestal en Diseño de vía

INFRAE STRUC TURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDA D DE INDIVIDU OS	VOLUMEN COMERCI AL (m³)	VOLUM EN TOTAL (m³)
Diseño Vía	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	124	9,44	71,92
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	26	9,56	15,62
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	86	40,57	60,59
		Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	0,05	0,23
		Zonas comerciales del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	37	2,32	7,06
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	2,90	7,25
		Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	265	52,89	149,31
		Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	10	2,85	6,48
		Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	208	48,01	109,66
		Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	6	0,55	2,42
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	55	27,04	48,20
		Red vial del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	1,37	2,49
		Zonas comerciales del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	0,63	1,59
		Total general		834	198,19

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.4 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín

Para esta unidad funcional en el área correspondiente al Polvorín, el volumen total fue de 8,63 m³ y el volumen comercial de 4,70 m³, proveniente de la información levantada en campo de 23 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.66, se presentan los valores respectivos

Tabla 7.66 Volumen de aprovechamiento forestal en Polvorín

INFRAES TRUCTU RA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
Polvorín 3	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	23	4,70	8,63
Total general			23	4,70	8,63

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.5 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales

Para esta unidad funcional en el área correspondiente al portal de entrada al túnel el volumen total fue de 4,11 m³ y el volumen comercial de 2,66m³, proveniente de la información levantada en campo de 13 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.67, se presentan los valores respectivos

Tabla 7.67 Volumen de aprovechamiento forestal en Portales

INFRAES TRUCTU RA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
Portal Entrada	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	2,66	4,11
Total general			13	2,66	4,11

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.6 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales

Para esta unidad funcional en el área correspondiente a vías industriales el volumen total fue de 4,24 m³ y el volumen comercial de 3 m³, proveniente de la información levantada en campo de 23 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.68, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.68 Volumen de aprovechamiento forestal en Vías industriales

INFRAES TRUCTU RA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
VI-1	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,50	0,60
Total VI-1			1	0,50	0,60
VI-2	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	22	2,50	3,64
Total VI-2			22	2,50	3,64
Total general			23	3,00	4,24

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.6.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes

Para esta unidad funcional se proyectan 7 ZODMES localizados en el municipio de Pamplona y Pamplonita. A partir del censo forestal, se determinó que el volumen de aprovechamiento forestal corresponde a 140,24 m³ en volumen total y 77,59 m³ de volumen comercial, proveniente de la información levantada en campo de 306 fustales. En la Tabla 7.69, se presentan los valores para las áreas de ZODME, relacionando volúmenes respectivos.

Tabla 7.69 Volumen de aprovechamiento forestal en Zodmes

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
VER 118	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	8	1,58	2,94
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	106	36,64	60,30
Total VER 118			114	38,23	63,24
VER 121	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	64	8,02	13,05
	Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	11	0,44	1,25
Total VER 121			75	8,46	14,30
VER 124	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	0,64	1,27
		Pastos enmalezados del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	13	1,09	3,78
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,36	1,26
Total VER 124			18	2,10	6,30
VER 131	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	7	2,58	4,24
		Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,36
Total VER 131			8	2,84	4,60
VER 144	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,27	0,62
Total VER 144			1	0,27	0,62
VER 148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos limpios del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	24	4,35	7,90
Total VER 148			24	4,35	7,90
VER 156	Orobioma Azonal Andino Catatumbo	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	53	14,40	29,52
		Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Catatumbo	13	6,94	13,76
Total VER 156			66	21,34	43,28
Total general			306	77,59	140,24

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.7 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía

Para el área destinada a la realización de bahía, se identificó un individuo arbóreo con un volumen total de 0,48 m³ y volumen comercial de 0,29 m³. En la Tabla 7.70, se presentan los valores respectivos.

Tabla 7.70 Volumen de aprovechamiento forestal en Bahía

INFRAESTRUCTURA	BIOMA	NOMBRE ECOSISTEMA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Bahía5 Acc- V148	Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Red vial del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	1	0,29	0,48
Total general			1	0,29	0,48

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.3 Solicitud volumen de aprovechamiento forestal total

Una vez obtenidos los valores de áreas a intervenir por las actividades constructivas en cada tipo de ecosistema, conociendo el volumen en m³/ hectárea de cada cobertura natural y teniendo el volumen total de las áreas de carácter antrópico; en la Tabla 7.71, se observa el volumen total de aprovechamiento forestal para la UF1.

Tabla 7.71 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado

Tipo de Área	Volumen Solicitado (m ³)
Naturales (Muestreo)	56,70
Antrópicas (Censo)	699,94
Total General	756,64

Fuente: Aecom-Concol, 2018

De acuerdo con lo anterior la Concesión Unión Vial Río Pamplonita solicita ante la autoridad ambiental un volumen total de aprovechamiento forestal correspondiente 756,64 m³ con el objeto de realizar las actividades constructivas para la UF1, en los ecosistemas identificados dentro del área de intervención.

7.5.3.4 Volumen y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles a aprovechamiento forestal

En la Tabla 7.72, se observa el listado general del censo forestal discriminado por especie; se relaciona familia, número de individuos total por especies y volúmenes. Para los 1269 árboles censados, que presentaron un volumen total de 690,24 m³ y un volumen comercial de 302,11 m³, se encuentran registradas 49 especies y 28 familias siendo representativas Myrtaceae y Cupressaceae y con un volumen registrado de 335,51m³ y 152,57m³ respectivamente.

Tabla 7.72 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF1 susceptibles de aprovechamiento forestal

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
ANACARDIACEAE	Toxicodendron striatum	6	0,35	0,69
AQUIFOLIACEAE	Ilex laurina	2	0,19	0,72
ARALIACEAE	Oreopanax gargantae	1	0,03	0,05
BETULACEAE	Alnus acuminata	19	3,95	8,07
CLUSIACEAE	Chrysochlamys colombiana	8	0,19	0,54
CORDIACEAE	Varronia acuta	2	0,05	0,10
CUPRESSACEAE	Cupressus sempervirens	273	94,56	163,96
ESCALLONIACEAE	Escallonia paniculata	3	0,29	0,87
EUPHORBIACEAE	Alchornea grandiflora	4	2,29	4,20
FABACEAE	Acacia dealbata	121	17,73	46,16
	Acacia melanoxylon	108	6,00	29,14
	Erythrina poeppigiana	4	0,15	0,42
	Inga oerstediana	1	0,41	0,65
	Inga ornata	1	0,03	0,06
	Paraserianthes lophantha	1	0,01	0,03
	Senna robinifolia	1	0,07	0,12
HYPERICACEAE	Vismia baccifera	6	0,42	0,73
JUGLANDACEAE	Juglans neotropica	1	0,04	0,15
LYTHRACEAE	Lafoensia acuminata	7	0,68	1,02
MELASTOMATACEAE	Miconia theizans	1	0,13	0,21
MELIACEAE	Cedrela montana	2	1,34	4,26
MORACEAE	Ficus sp.01	14	6,51	12,58
	Ficus velutina	1	0,06	0,36
MYRICACEAE	Morella pubescens	8	0,12	0,53
MYRTACEAE	Callistemon speciosus	1	0,01	0,04
	Calycolpus moritzianus	35	3,90	8,57
	Eucalyptus camaldulensis	105	38,22	79,53
	Eucalyptus globulus	239	87,23	189,98
	Eucalyptus sp.01	73	16,40	37,60
	Myrcia fallax	51	2,42	5,27
	Myrcianthes fragrans	58	5,60	11,10
	Myrtaceae sp.01	2	0,24	0,40
OLEACEAE	Fraxinus chinensis	8	2,49	6,19
PINACEAE	Pinus patula	124	15,23	73,00
PIPERACEAE	Piper hispidum	4	0,08	0,33
PRIMULACEAE	Myrsine latifolia	4	0,20	0,48
	Myrsine pellucida	6	0,09	0,28
PROTEACEAE	Roupala pseudocordata	4	0,10	0,21
RHAMNACEAE	Rhamnus sphaerosperma	19	1,67	2,73
ROSACEAE	Prunus persica	1	0,01	0,04
	Prunus serotina	2	0,20	0,61

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	VOLUMEN COMERCIAL (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
SALICACEAE	Casearia sylvestris	1	0,21	0,26
	Salix humboldtiana	4	0,66	1,62
	Xylosma spiculifera	9	0,10	0,46
SAPINDACEAE	Cupania latifolia	5	1,28	2,33
SOLANACEAE	Acnistus arborescens	2	0,12	0,24
	Sessea crassivenosa	2	0,22	0,64
VERBENACEAE	Citharexylum kunthianum	2	0,00	0,05
	Lippia hirsuta	3	0,13	0,26
	Lippia schlimii	8	0,84	2,11
Total general		1367	313,27	699,94

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.5 Especies en amenaza, veda y/o endemismo en las áreas de intervención del proyecto

Durante el censo forestal en las áreas de intervención del proyecto, se registraron especies en categoría de veda, amenaza, peligro y/o vulnerables. La Tabla 7.73, muestra las especies amenazadas de acuerdo con la consulta realizada en los libros rojos de plantas de Colombia, categoría CITES, UICN y Resolución 0192 de 2014.

Tabla 7.73 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto

Especie	MADS 1912 2017	UICN	Endémica	Veda	Resolución Veda	Entidad veda	CITES
<i>Alnus acuminata</i>	NR	LC	NR	NR			NR
<i>Juglans neotropica</i>	EN	EN	NR	Nacional	Resolución 0316 de 1974	INDERENA	NR
<i>Ficus velutina</i>	NR	LR/lc	NR	NR			NR
<i>Pinus patula</i>	NR	LC	NR	NR			NR
<i>Oreopanax gargantae</i>	NR	N/R	Endémica	No registra			NR

NR: No Registra ; LC: Least concern (Preocupación menor); EN: En Peligro.

Fuente: Aecom-Concol, 2018

La especie veda registrada corresponde a 1 árbol de la especie *Juglans neotropica*, localizado sobre la cobertura de zonas comerciales, en las coordenadas Este: 1157587,1824; Norte: 1309049,2496. En el capítulo 11.1.1.2 Medio Biótico, presenta el manejo ambiental recomendado para esta especie. (PMB-02- Manejo de flora).

Se incluye en el listado a la especie *Alnus acuminata*, sin embargo, de acuerdo con la información reportada por la UICN, esta especie tiene una amplia distribución. Existen algunas plagas y patógenos conocidos en partes de su área de distribución y se produce cierta recolección silvestre, pero estos factores actualmente no representan una amenaza significativa para la especie. La especie crece rápidamente y las poblaciones se regeneran naturalmente en áreas abiertas y alteradas. Por lo tanto, se evalúa como de Preocupación

Menor (UICN, 2016). Por esta razón no se considera pertinente plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

Así también, para *Ficus velutina*, la cual se encuentra dentro de la categoría LR/lc (Lower Risk – Least Concern), considerada como de menor riesgo (LR), un taxón es de Menor Riesgo cuando ha sido evaluado, no cumple con los criterios para ninguna de las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Los taxones incluidos en la categoría de Riesgo Inferior pueden separarse en tres subcategorías: Dependiente de la Conservación (cd), Casi amenazado (nt) y Preocupación Menor (lc). Taxa que no califica para Conservation Dependent o Near Threatened. (UICN, 2016). Por lo tanto, tampoco se considera necesario plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

Con respecto a *Pinus patula*, es una especie muy extendida y es abundante a pesar de la explotación de su madera. La regeneración es rápida y los árboles crecen rápidamente. Por lo tanto, se evalúa como de Preocupación Menor. (UICN, 2016). No se considera plantar medidas de manejo ambiental para esta especie.

7.5.4 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal

El tipo de aprovechamiento que se va a realizar es de tipo único, ya que el corte es a tala rasa retirando totalmente la cobertura vegetal de manera manual o mecánica, con caída direccionada, utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar los recursos naturales aledaños a las áreas establecidas como aprovechamiento. Durante el aprovechamiento forestal, se deberán tomar las medidas ambientales acordes con la legislación ambiental vigente y con lo establecido por la autoridad ambiental competente.

7.5.5 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura)

Para el desarrollo de las actividades propias del aprovechamiento forestal, es fundamental que los trabajadores lleven a cabo el cumplimiento de los siguientes aspectos:

7.5.5.1 Medidas de seguridad e higiene

- El personal operativo debe ser competente y debe estar provisto de la totalidad del equipo de seguridad necesario para la realización de la actividad de corta.
- Cada trabajador debe portar en un lugar visible su identificación y debe utilizar de manera adecuada los elementos de protección personal. Estos elementos son: casco de seguridad, protector auditivo, gafas o pantalla de protección ocular, guantes, pantalones de protección, botas de seguridad y cinturón de herramientas.
- Todos los equipos deben estar en buenas condiciones de funcionamiento. Si se trabaja en operaciones de apeo, pendientes altas, posiciones incómodas, se debe prestar mayor atención a las medidas de seguridad, razón por la cual previamente los equipos y herramientas serán inspeccionados mediante una lista de chequeo.
- No usar ropa demasiado suelta que pueda enredarse fácilmente en la cadena, de la motosierra o en otro tipo de partes sobresalientes, ocasionando accidentes graves.
- No se debe transportar la motosierra con el motor en funcionamiento.

- La carga y descarga manual de camiones se debe hacer en terrenos planos y uniformes para evitar caídas y deslizamientos de trabajadores.
- Los trabajadores destinados al transporte manual de cargas deben recibir capacitación específica en manejo de cargas.
- El plan de entrenamiento del personal operativo debe incluir los siguientes temas: Técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, técnicas de tala dirigida, técnicas de prevención de la erosión, mantenimiento de equipos, autocuidado, trabajo seguro y primeros auxilios.
- El extintor y el equipo de primeros auxilios debe permanecer en un sitio seguro y visible para todo el personal que realice la labor.
- La seguridad en las operaciones para el aprovechamiento forestal debe estar basado en la capacitación y seguridad de las personas encargadas y deben ocupar el primer lugar en la etapa de planeación de la tala y su posterior puesta en marcha, de este modo se salvaguarda la seguridad de los trabajadores que participan en dicha operación, se minimizan los accidentes y se controlan los efectos en el medio ambiente.
- En la realización del derribo de árboles, los trabajadores deberán tener las siguientes precauciones:
- Trabajar con señales y a distancias donde se puedan escuchar las indicaciones del jefe de la brigada, apagar la motosierra para escuchar estas indicaciones como medida de precaución.
- Mantener la motosierra y el equipo (cuñas, cuerdas, cables y otros) en buenas condiciones de trabajo.
- Usar y mantener en buenas condiciones los elementos de seguridad.
- Alejarse del área de derribo si existen condiciones ambientales que pongan en riesgo la operación (fuertes lluvias o vientos).
- La verificación del cumplimiento de las medidas de seguridad en el trabajo estará a cargo del personal de Seguridad y Salud en el Trabajo SST, de la UVRP.

7.5.5.2 Demanda de recursos

Personal: Las cuadrillas de tala estarán conformadas por un operador de motosierra (con experiencia certificada) y dos auxiliares. La cuadrilla será dirigida por un Ingeniero Forestal.

Materiales y maquinaria: Los materiales requeridos para la realización del aprovechamiento forestal se describen a continuación:

- Planos que presenten la georreferenciación del individuo a intervenir
- Motosierra.
- Cadenas para Motosierras
- Limas para Motosierras
- Aceite y combustible
- Manilas y cuñas para el direccionamiento de la caída de los árboles
- Vehículo para el transporte de materiales
- Vehículo para la evacuación de personal.
- Kit ambiental

7.5.5.3 Planificación y orientación del aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal se hará con anticipación a los trabajos inherentes del proyecto de construcción, mediante el corte total o tala rasa de la vegetación existente y técnicamente necesaria, la cual se ubica en los sitios previstos para la adecuación del derecho de vía, y demás áreas que requieran ser intervenidas por la obra. Consistente en la extracción de toda la masa forestal y desmonte de árboles con DAP > 10 cm de las áreas involucradas en el proyecto. Se establecen las siguientes fases y especificaciones para tala de árboles:

Pre tala

Durante la pre-tala, se desarrollarán actividades que incluyen la planificación de la operación de tala, la delimitación y señalización del lugar en el cual se realizará el aprovechamiento para evitar la afectación a zonas adyacentes a los sitios de intervención. Previo a las actividades de la tala se debe evaluar la medida del diámetro del árbol y la especie a intervenir, de los individuos identificados preliminarmente durante el inventario, la calidad del terreno, la topografía, la densidad del árbol y en general la ecología del sitio, debido a que estos aspectos determinan la calidad y la variedad de los fustes que desarrollan los arboles e incide en la dirección de caída del árbol. También es apropiado inspeccionar el estado físico y sanitario del tronco, su grado de inclinación, si presenta bifurcaciones a diferentes alturas del suelo, de igual manera verificar su estado sanitario (orificios, termitas o secreciones); llevar a cabo la eliminación de lianas, ramas desgajadas y remoción de termiteros, con el propósito de evitar posibles accidentes al momento de la caída del árbol

Es indispensable que antes de iniciar la actividad de apeo, se identifique la dirección de caída del árbol teniendo en cuenta la dirección natural (de acuerdo a la pendiente del suelo, inclinación del tronco, distribución de ramas y contrafuertes en la base), la dirección del viento, la existencia de árboles próximos, la dirección prevista de saca y los posibles obstáculos existentes en la zona del derribo, de igual manera es necesario asegurarse de que la zona de influencia esté libre de personas o cosas que puedan ser alcanzadas en la caída del árbol; una vez fijada su dirección de caída, permitiendo la identificación de vías de escape, la cual garantiza la seguridad de las personas que están desarrollando la labor de apeo..

Para el aprovechamiento de árboles que se encuentren en buen estado fitosanitario, se utilizará la tala direccionada como técnica para el derribo. En las zonas donde existan manchas de vegetación autorizadas para su intervención, el corte del aprovechamiento estará dirigido desde el borde de la mancha boscosa hacia fuera de la misma con el propósito de dirigir la caída de los árboles en las zonas libres de vegetación. Los árboles que presenten contacto a nivel de copa con otros árboles a permanecer serán descopados antes de apea el árbol objetivo a talar.

Tala

Teniendo en cuenta la evaluación previa realizada a los individuos objeto de aprovechamiento, se determinará el método de apeo apropiado para cada árbol, el corte direccional determina la dirección de caída, mientras que el corte de tala es el que finalmente logra derribar el árbol, en medio de dichos cortes se deja una bisagra que permite dirigir de manera segura la caída del árbol hacia el lado previsto.

Desrame: Se deben eliminar todas las ramas del individuo, considerada desde el momento en que el árbol ha caído al suelo, hasta el momento en el cual se desrama por completo. Para minimizar los riesgos, teniendo en cuenta el diámetro de las ramas, se considera oportuno hacer los cortes con herramientas manuales como el serrucho o machete, cuando el tamaño de las ramas sea el adecuado para este tipo de herramientas.

Trozado: Consiste en el corte en secciones determinadas de acuerdo al uso que tendrá la madera, es considerado según el diámetro de las trozas y la densidad de la madera, el fuste debe estar bien apoyado sobre el suelo con el fin de evitar posibles accidentes en el proceso de corte.

Adicional a lo anterior, las técnicas especiales de tala se utilizarán en los siguientes casos:

- Árboles cuya dirección natural de caída requiere ser alterada. Para facilitar el arrastre y proteger árboles remanentes, el control de la dirección de caída puede ser reforzado al dejar la bisagra más estrecha en el lado de caída natural. Esta parte rompe primero, causando una torsión y orientando la caída del árbol para el lado deseado.
- Árboles con hueco: Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial ampliando los bordes de la bisagra a ambos lados, culminando con el corte de tumba.
- Árboles con troncos muy inclinados: Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las rajaduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles.

El personal auxiliar procederá a cortar las ramas de la copa hasta lograr que el fuste quede en contacto con el suelo.

Post tala

Limpieza: se realiza la disposición adecuada del material vegetal resultante. Los residuos de rocería y ramas del follaje se picarán y se utilizarán para conformar una capa de materia orgánica que aporte nutrientes para la recuperación de suelos, apilándose sobre la margen de las áreas del rastrojo o el bosque para su descomposición.

Acopio temporal: se deben establecer sitios de acopio temporal, en los que se ubicarán los productos de las labores de tala, estarán localizados en áreas de poca arborización y que

cumplan con los requerimientos de manejo definidos a fin de causar el menor impacto sobre la vegetación circundante a la zona de obra.

7.5.6 Destinación de Productos

Los productos vegetales menores, no lignificados, resultantes de la limpia de trochas y descope de árboles serán apilados temporalmente en la obra y transportados a sitios de disposición como los puntos satélites. Trasladar los residuos en volquetas que cuenten con contenedores o platoes en buen estado de mantenimiento, el material será cubierto con lonas o plástico para que este no se disperse. La madera que no cumpla con los requerimientos exigidos para ser utilizada por el proyecto deberá ser cortada en trozos pequeños (máximo 1 m de longitud), y trasladada al sitio autorizado, el contratista llevará registros de volúmenes de la disposición de residuos, así como certificados de disposición de residuos.

El material, puede ser donado a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual, se deberá elaborar un acta de donación en la que se especifique el uso final que tendrá el recurso. De acuerdo con la normatividad vigente, está prohibida la venta de la madera. En lo relacionado con las ramas y el follaje deberán ser dispuestos en la zona de disposición final de material sobrante, intercalando capas de residuos vegetales, compactando el relleno de acuerdo con el procedimiento para la conformación del sitio de disposición final de materiales.

Transporte del producto: Los productos dimensionados pueden ser trozas, tablas y bloques, los cuales pueden ser utilizados en las mismas obras del proyecto que requieran madera. En caso de no requerir parcial o totalmente este material, el transporte del excedente resultante del aprovechamiento se llevará a los sitios de almacenamiento y disposición dispuestos para este fin.

7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES

7.6.1 Justificación

Como parte del Plan de Manejo Ambiental (capítulo 11.1.1) se estableció el Programa de conservación de especies faunísticas y de la protección y conservación de hábitats, donde se incorpora la Ficha PMB-05: Manejo de Fauna Silvestre, en la cual se determina la necesidad de realizar actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con el fin de mitigar el impacto que puede generarse sobre las poblaciones de fauna localizadas en el área de intervención del proyecto durante las actividades de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza. Lo anterior, implica una eventual captura y manipulación de especímenes de la diversidad biológica, de aquellas especies de baja movilidad o susceptibilidad a eventos de muerte por no encontrarse en condiciones óptimas para alejarse de forma voluntaria de los frentes de obra.

Por otro lado, la Ficha PMB-02: Manejo de flora, que hace parte del Programa de Manejo del suelo para el medio biótico, contempla el grupo de epífitas, cuyas medidas de manejo

se describen de forma detallada en el documento de solicitud de levantamiento parcial de veda nacional, el cual se adelanta ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS (Número de radicado Vital 4700090108254518004). Dichas medidas incluyen las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies vasculares en veda nacional previo a la remoción de cobertura vegetal y aprovechamiento forestal. Por esta razón, también es necesaria la colecta temporal de especímenes de la diversidad biológica de este grupo biológico, para su posterior traslado al sitio de reubicación, donde posteriormente se llevará a cabo el seguimiento y monitoreo.

Con base en lo descrito y en atención al numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se solicita la autorización de recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, con el propósito de dar cumplimiento a las actividades mencionadas que hacen parte la ejecución del plan de manejo ambiental.

7.6.2 Metodologías de recolección

7.6.2.1 Fauna silvestre

Se plantea la colecta temporal de aquellos especímenes de la fauna silvestre durante las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, en los casos donde las técnicas de ahuyentamiento no propicien el desplazamiento de los individuos o se encuentren especies de movilidad restringida o que atraviesen etapas tempranas de su ciclo de vida (huevos, neonatos, polluelos y juveniles).

De acuerdo con los resultados del EIA y la caracterización de fauna en el área de influencia de la UF1, en la Tabla 7.74 se presenta la categoría taxonómica de los grupos de fauna susceptibles a procedimientos de rescate y reubicación. La categoría taxonómica mínima es la familia, teniendo en cuenta que, aunque se obtuvo un muestreo representativo, existe la probabilidad de encontrar otras especies además de las registradas pertenecientes a estas familias.

Tabla 7.74 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre

Grupo	Clase	Orden	Familia
Anfibios	Amphibia	Anura	Bufonidae Craugastoridae Hylidae
Reptiles	Reptilia	Squamata Suborden Sauria	Dactyloidae Gymnophthalmidae Scincidae Tropiduridae Sphaerodactylidae
		Squamata Suborden Serpentes	Colubridae Elapidae
Aves	Aves	Accipitriformes	Accipitridae
		Apodiformes	Trochilidae
		Caprimulgiformes	Caprimulgidae

Grupo	Clase	Orden	Familia
		Cathartiformes	Cathartidae
		Charadriiformes	Charadriidae Scolopacidae
		Columbiformes	Columbidae
		Cuculiformes	Cuculidae
		Falconiformes	Falconidae
		Galliformes	Odontophoridae
		Passeriformes	Furnariidae Mimidae Tyrannidae Thraupidae Troglodytidae Parulidae Cinclidae Troglodytidae Cardinalidae Vireonidae Fringillidae Turdidae Emberizidae Icteridae Grallaridae Hirundinidae Cotingidae
		Piciformes	Picidae
		Psittaciformes	Psittacidae
		Strigiformes	Strigidae
		Didelphimorphia	Didelphidae
		Cingulata	Dasypodidae
		Pilosa	Bradypodidae
		Chiroptera	Phyllostomidae Vespertilionidae Molossidae
		Carnivora	Felidae Canidae Mephitidae Mustelidae Procyonidae
		Cetartiodactyla	Cervidae
		Rodentia	Sciuridae Cricetidae Erethizontidae Cuniculidae Dasyproctidae
		Lagomorpha	Leporidae
Mamíferos	Mammalia		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De igual forma, según los resultados obtenidos en la caracterización, es posible que se requiera la captura y manipulación de especímenes de algunas especies que se encuentran

en categoría de amenaza o presentan una distribución restringida al territorio colombiano (especies endémicas). En la Tabla 7.75 se presenta el listado de estas especies.

Tabla 7.75 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación

Grupo	Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Estado de amenaza			Endemismo
			IUCN	Res. 1912/2017	Libro rojo	
Anfibios	<i>Tachiramantis douglasi</i>	Rana de lluvia	VU	-	-	End
	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana verde	DD	-	-	End
Mamíferos	<i>Mazama rufina</i>	Soche de páramo, Soche, Venado chonta	VU	-	-	C-End

Categorías IUCN: LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable; DD: Datos deficientes.

Endemismo: End: Endémica de Colombia; C-End: Casi endémica.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se describen las metodologías que serán empleadas para el rescate, traslado y reubicación de la fauna en el área de intervención del proyecto.

7.6.2.1.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- Anfibios**

Teniendo en cuenta los picos de actividad de las especies de anfibios, se realizarán dos jornadas de rescate de anfibios en el día, durante un periodo que permita hacer un barrido completo del área a intervenir. De esta forma, se realizará una jornada en la mañana, entre las 6:30 y las 10:30 y otra en la noche entre las 18:00 y las 22:00 h. La captura de individuos se realizará de forma manual. Una vez capturados, los individuos serán depositados en bolsas plásticas o de tela, en las cuales se habrá introducido hojarasca húmeda para evitar la desecación de los ejemplares durante su traslado.

Los individuos capturados serán valorados para establecer su condición de salud y determinar si es posible realizar la liberación inmediata. Se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde fue capturado, hora de captura y condición física, con el fin de establecer el sitio más adecuado para su liberación.

- Reptiles**

Para el rescate de reptiles y posterior a la aplicación de técnicas de ahuyentamiento, se realizará una inspección del área de intervención buscando en sitios específicos donde puedan quedar individuos rezagados, como debajo de troncos muertos, rocas, hojarasca, oquedades y corteza de árboles.

Cuando se trate de especies de lagartos (suborden Sauria), se realizará captura manual, depositando los individuos atrapados en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda en su interior. En el caso de serpientes (suborden Serpentes), se realizará la captura por medio de un gancho o pinza herpetológica. Posteriormente y de acuerdo con el tamaño del ejemplar, estos serán introducidos en bolsas de tela o costales resistentes a cualquier perforación que pueda realizar el individuo capturado.

Cada uno de los individuos capturados será revisado por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado. A cada individuo se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde se encontró, condición física, estado reproductivo y hora de captura, con el fin de determinar el sitio óptimo de liberación.

- **Aves**

Como primera medida se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, procurando que las aves abandonen el área de intervención por sus propios medios, para evitar el estrés que se puede causar por medio de la captura. Solo se hará captura de individuos cuyo comportamiento territorial esté causando que estos no abandonen el área que se desea intervenir, como es el caso de aves con baja capacidad de desplazamiento y alta filopatría. En este caso, se hará empleo de redes de niebla. Por otro lado, se realizará el rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles antes del aprovechamiento forestal.

Captura en redes de niebla

Este método será empleado únicamente en coberturas naturales (bosque ripario, arbustal denso alto, arbustal denso bajo y herbazal denso de tierra firme con arbustos), pues en las zonas abiertas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas se puede garantizar el retiro de los individuos sin necesidad de capturas. En caso de requerirse, se instalarán 1 a 3 redes de niebla de 12 x 3 m y ojo de malla de 30 mm, las cuales serán operadas por un ornitólogo en horario de las 16:00 a las 17:00 horas.

Los individuos capturados serán depositados de forma individual en bolsas de tela y se procederá de forma inmediata con la liberación en el sitio destinado para tal fin, una vez se verifique la condición óptima de salud del individuo. Si se captura un grupo familiar o pareja, la liberación debe hacerse en conjunto. Para los individuos capturados se tomará registro de especie, peso, condición corporal (grasa y músculo pectoral), estado reproductivo, muda y hábitat.

Rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles

A lo largo del área de intervención, se hará un barrido para identificar la presencia de nidos. Una vez identificados, se realizará la revisión de los nidos que se encuentren en los individuos forestales a ser aprovechados o en la vegetación herbácea y suelo para el caso de especies que aniden en estos estratos.

Después de ubicarse los nidos, se procederá con el análisis de cada uno de ellos con el fin de identificar su estado de actividad; debido a su ubicación se realizarán procedimientos de trabajo en alturas, el cual deberá ser realizado por personal experto y certificado para este tipo de actividades.

En los casos en los que los nidos se encuentren inactivos, se recogerán o destruirán para evitar su posible recolonización; cuando los nidos se encuentren ocupados por huevos o polluelos, se protegerán y se evaluarán para determinar la especie, su etapa de crecimiento (desarrollo de los huevos y polluelos) y la viabilidad de los mismos.

Una vez se complete el análisis de cada uno de los individuos encontrados susceptibles a entrar al programa de rescate, se realizarán las recomendaciones de permanencia y seguimiento de los nidos e individuos en el sitio de anidación (árboles, arbustos, infraestructura), con el fin de minimizar el riesgo implícito del traslado de individuos.

Para los nidos con huevos o crías se utilizarán cintas Flagging reflectivas para indicar el estado en el que se encuentra el nido en el árbol (Cinta Roja: Nido activo con huevos o pichones, Cinta amarilla: nidos en construcción, Cinta verde: Árbol sin nidos). Posteriormente se hará seguimiento para determinar el éxito de la nidada, emplume, acompañamiento de parentales y abandono del nido, y posteriormente luego de que el individuo deje el nido se procederá a destruir para evitar ser recolonizado, lo anterior con el respectivo registro fotográfico del proceso. La intervención a los nidos se realizará de manera preliminar a la intervención arbórea del corredor y se realizará el seguimiento en el sitio donde sean reubicados.

- **Mamíferos**

En términos generales, la abundancia de mamíferos dentro del área de estudio es baja según los resultados obtenidos en la caracterización de fauna y debido a su comportamiento huidizo, se espera que haya una baja afluencia de este grupo en el área de intervención, permitiendo que a partir de las técnicas de ahuyentamiento se pueda generar el desplazamiento de la mayoría de mamíferos. Por lo anterior, las actividades de rescate y traslado estarán dirigidas principalmente a especies de talla pequeña (micromamíferos) o baja capacidad de desplazamiento (p ej. *Bradypus variegatus* – Perezoso) en caso de requerirse estrictamente. Para el primer caso, se empleará la captura de trampas Sherman, mientras que en el segundo caso se hará captura manual.

Trampas Sherman

Se emplearán trampas Sherman de dimensiones 23 x 7,5 x 9,0 cm fabricadas en aluminio. Estas trampas serán ubicadas en sitios donde se presuma la presencia de pequeños mamíferos no voladores (roedores y musarañas – familias Cricetidae y Didelphidae), como son áreas con vegetación arbórea y arbustiva, depósitos de madera y hojarasca, madrigueras subterráneas, entre otras. Las trampas serán dispuestas en transectos con una separación máxima de 5 m entre cada trampa.

Una vez ubicadas, las trampas serán cebadas con alimentos como avena, maní, miel y esencia de vainilla. Estas se activarán al finalizar la tarde (18:00 horas) y revisadas al siguiente día a partir de las 6:00 horas. En la tarde serán recebadas, permaneciendo en el área de intervención por un periodo máximo de 5 días.

Los individuos capturados serán evaluados para determinar su condición física y proceder con la liberación inmediata, con el previo registro de datos sobre especie, edad, sexo, longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, condición general del individuo y tipo de vegetación en el que se capturó.

Captura manual

Para el caso de especies con desplazamientos lentos, como el Perezoso (*B. variegatus*), en caso estrictamente necesario, al no responder de forma positiva a estímulos empleados para el ahuyentamiento, se accederá hasta la rama donde sea visualizado el individuo para proceder con su captura. Posteriormente se evaluará el estado de salud del ejemplar con el fin de proceder a su liberación o si es necesario, llevarlo a un centro de atención de fauna.

7.6.2.1.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

- **Traslado de especímenes**

Todos los individuos capturados serán sometidos a una valoración por parte del médico veterinario para determinar si pueden ser liberados de forma inmediata en el área de reubicación o si deben ser trasladados a un hogar de paso, que en este caso corresponde al hogar de paso habilitado por Corponor. De acuerdo con el grupo biológico, el transporte de los ejemplares capturados se realizará como se describe a continuación.

Anfibios y reptiles

Los anfibios y lagartos se transportarán en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportarán utilizando bolsas de tela o costales según el tamaño del ejemplar. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

Aves

Las aves capturadas se deben transportar en jaulas especiales, dispuestas de bebederos y comederos si el trayecto es muy largo. La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para que el individuo no vea que lo están transportando y no se estrese demasiado.

Mamíferos

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para evitar que el animal vea que está siendo movilizado.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera:

- 1) Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo.
- 2) Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal.

Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas. En caso de que se requiera sedar al animal, el veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.

- **Reubicación**

Para la reubicación y liberación de la fauna capturada se deberá analizar el grado de similitud al ambiente original del rescate, para lo cual se requiere realizar una descripción y caracterización del ambiente, el grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización y la sobrevivencia de los ejemplares trasladados.

La reubicación de reptiles y anfibios se llevará a cabo principalmente en sitios con características similares al lugar de origen, a una distancia no menor a un kilómetro. Las especies de estos grupos serán relocalizados en áreas cercanas al proyecto, pero fuera del radio de acción de las actividades directas (área de influencia). Las áreas de reubicación serán marcadas y georreferenciadas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.

Los anfibios capturados se ubicarán en sitios con la humedad requerida y en sectores que no serán intervenidos por las obras del proyecto.

Para los mamíferos capturados, estos serán trasladados en un tiempo no mayor a 24 horas hacia el sitio destinado para ser reubicados. Este tipo de liberaciones se consideran blandas, por lo tanto, no tendrán consecuencia sobre esta fauna capturada y no se requiere hacer ninguna intervención sobre esta.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (por fuera del área de influencia) se relaciona con los siguientes aspectos:

- Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.

- En el caso de los reptiles, se seleccionarán sectores con condiciones similares al ambiente original y serán liberados principalmente en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio.
- Por su parte, los anfibios (adultos y renacuajos) serán liberados durante la noche en sectores con agua permanente y que exhiban condiciones similares a las de los sitios de captura (vegetación acuática y palustre, fisicoquímica del agua, etc.).

Las aves, por ser organismos de alta movilidad, serán liberadas en sitios aledaños al proyecto. En el caso del encuentro de pichones o animales heridos, se realizará un acuerdo con la unidad médico-veterinaria de Corponor, que pueda atender posibles eventualidades sobre la salud y atención primaria de estos individuos.

Sobre los especímenes rescatados, se realizarán las visitas que se dieran lugar con el fin de validar de la acción técnica tomada y definir las acciones de liberación de los especímenes para así dar estricto cumplimiento al plan de rescate de fauna silvestre. Todos los eventos serán registrados y anexados al informe de cumplimiento ambiental.

• Tratamiento de individuos muertos

Los individuos que sean encontrados muertos durante las labores de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza, deben ser preparados y preservados, dependiendo de las condiciones de descomposición de sus cuerpos y siguiendo las metodologías específicas para cada grupo.

Preservación

Anfibios

A los ejemplares se les inyectará una solución de formol al 10%; luego se procederá a colocar los ejemplares en una cámara húmeda cerrada o bandeja cerrada durante dos (2) a ocho (8) horas (Angulo et al. 2006).

Reptiles

Para la preparación y fijación, se deberá proceder a su inmersión en solución de formol al 10% durante 7 a 10 días. Para ejemplares grandes se inyectará formol al 10% en la cavidad visceral o se realizará una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos.

Aves

La preservación se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Serie (1918). Primero se dispone algodón en la boca del animal, para luego iniciar la separación de la piel del ave, desde la parte inferior ventral, donde se hace una incisión en la piel, la cual se va desprendiendo y se avanza hacia los costados (Serié, 1918).

Al llegar a la cabeza del ave, serán extraídos los órganos y músculos de la misma, y se cortarán las vértebras del cuello, con el fin de preservar el cráneo junto con la piel de estudio. En caso necesario, se aplicará aserrín o bórax para secar los tejidos que quedan e impedir que se pudra la piel. Posteriormente, se devolverá la piel hacia atrás, a través de la piel del cuello, para re-introducir el cráneo, cuidando de dejar todas las plumas en su sitio, y no dejar pliegues en la piel de la cabeza en general (Serié, 1918).

Posteriormente, se introducen dos pequeñas bolas de algodón a través del pico, para rellenar el sitio que los globos oculares ocupaban. Luego se arreglan las alas; para lo cual se retiran los músculos y tendones sobre el húmero, cuidando de no desprender las plumas primarias del ala. Con aguja e hilo, se amarran las dos alas entre sí a través del cúbito y la ulna, y se deja lo que sería el espacio interescapular del ave (Serié, 1918). Por otra parte, en la cola, es necesario retirar la glándula uropigial y la carne que haya quedado, para lo cual debe extraerse el muñón de la cola y retirar la piel de la espalda sobre él, donde se encuentra la glándula, la cual se corta por encima de la cola, y se añade bórax o aserrín en caso de ser necesario (Serié, 1918).

Finalmente se rellena y se sutura la piel; para lo cual, se enrolla algodón de la forma y tamaño aproximado del cuerpo sobre un palillo largo y delgado. Se introduce la punta en el cuello hasta el pico y se devuelve la piel sobre el relleno. Luego se procederá a suturar la piel en el vientre, donde se hizo el corte inicial, empezando por la parte superior del vientre, y avanzando hacia la cloaca. Se realizan puntadas en zig-zag hasta terminar por debajo del palo, donde se ajusta toda la abertura y se amarra. Finalmente se unen los tarsos en forma de equis y se arregla el plumaje de modo que tenga su apariencia natural, y por último se deberá colocar la etiqueta a la pata de la piel preparada (Serié, 1918).

Mamíferos

Preservación en seco: De acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Nagorsen & Peterson (1980). La preparación del individuo se procesa por disección a través del vientre con separación de la piel del resto del cuerpo, solo conservando las patas; posteriormente, se limpiará la piel de restos de grasa y se procederá a su curtido con Carbonato de Magnesio o con Borax. La taxidermia, se estructura sobre un relleno de algodón soportado sobre alambre acerado para la acomodación de los miembros y la cola. Luego se fijará con alfileres a láminas de cartón para el secado de piel y su transporte a la colección.

Preservación en líquido: Se inyectará formol al cuerpo y se mantendrá en formol por 72 horas, posteriormente se cambiará el formol por alcohol al 90% en frascos de vidrio.

Preservación

Anfibios

Material etiquetado y preservado en alcohol al 70%, transportado en cajas plásticas o de poliestireno, para inclusión en una colección biológica registrada.

Reptiles

Material etiquetado y preservado en solución de alcohol etílico al 75%, transportado en frascos de vidrio. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

Aves

Material envuelto en láminas de algodón y transportado en cajas selladas. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

Mamíferos

Para material preservado en seco: En el caso de pieles, el material será depositado en bolsas de polietileno con naftalina. En el caso de restos corporales o segmentos de esqueletos, serán almacenados en frascos de vidrio de boca ancha sin ningún solvente. El material preservado en seco será transportado en contenedores plásticos

Para material preservado en líquido: Será almacenado en frascos de vidrio y transportado en contenedores plásticos.

7.6.2.2 Especies de flora de hábito epífita, terrestre y/o rupícola

Previo a las actividades de remoción de cobertura y de aprovechamiento forestal, se debe realizar la verificación y localización de las especies vasculares objeto de rescate, para las cuales se propone su traslado y reubicación, por lo cual es necesaria la colecta temporal de especímenes.

Teniendo en cuenta la caracterización realizada a este grupo biológico, en la Tabla 7.76 se presenta la categoría taxonómica de los especímenes que pueden ser objeto de colecta temporal y manipulación durante las actividades de rescate y traslado. Se establece como categoría taxonómica mínima el nivel de género, puesto que es posible encontrar algunas especies no registradas pese a que se obtuvo la representatividad del muestreo.

Tabla 7.76 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular

Clase	Orden	Familia	Género
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Catopsis</i> <i>Racinaea</i> <i>Tillandsia</i>
	Asparagales	Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> <i>Epidendrum</i> <i>Masdevallia</i> <i>Sobralia</i> <i>Stelis</i>

Como es bien sabido, la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, estableció la veda en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, transporte y comercialización de las especies de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como

lama, capote y broza, entre otras, y las declara como plantas y productos protegidos. Por lo anterior, se tramitó la solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora de hábito epífita, terrestre y rupícola que se listan en la Tabla 7.77. Cabe anotar que estas corresponden a especies vasculares sobre las cuales se llevarán a cabo los procedimientos de rescate y traslado, pues en el caso de las especies no vasculares se tomarán medidas de compensación.

Tabla 7.77 Especies de flora epífita, terrestre y/o rupícola en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado

Familia	Especie	Hábito
Bromeliaceae	<i>Catopsis nutans</i>	Epífita
	<i>Racinaea sp1</i>	Terrestre
	<i>Tillandsia biflora</i>	Epífita
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Epífita
	<i>Tillandsia incarnata</i>	Epífita
	<i>Tillandsia myriantha</i>	Epífita
	<i>Tillandsia recurvata</i>	Epífita
	<i>Tillandsia sp12</i>	Epífita
	<i>Tillandsia sp13</i>	Epífita
	<i>Tillandsia sp3</i>	Epífita
	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	Epífita
	<i>Tillandsia usneoides</i>	Epífita
	<i>Tillandsia variabilis</i>	Epífita
Orchidaceae	<i>cf. masdevallia</i>	Terrestre
	<i>Elleanthus sp</i>	Terrestre
	<i>Epidendrum calanthum</i>	Terrestre – Rupícola
	<i>Epidendrum ibaguense</i>	Terrestre
	<i>Epidendrum secundum</i>	Terrestre
	<i>Sobralia odorata</i>	Terrestre
	<i>Stelis sp</i>	Rupícola

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

7.6.2.2.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- **Especies vasculares de hábito epífita**

El rescate de individuos de bromelias y orquídeas se hará de manera previa a la tala, o después de hacer tala dirigida con el fin minimizar el daño de los individuos objeto de rescate durante el aprovechamiento forestal y se deberán seguir las siguientes etapas y recomendaciones:

Revisión preliminar del estado fitosanitario de especies epífitas vasculares

Previo a las actividades constructivas del proyecto en los que haya lugar aprovechamiento forestal, se deberá verificar la presencia de individuos (Bromelias y orquídeas), esta actividad se debe realizar por parte de profesionales con conocimiento en el manejo de flora epífita en veda, y deberán realizar las siguientes actividades:

- Registrar el estado fitosanitario y número de individuos por cada especie.
- Demarcar e informar de la presencia de epífitas vasculares que le permita al personal de obra y a la comunidad en general identificar los árboles hospederos sujetos a restricción por la afectación de estas especies y que tendrán un manejo especial por parte del personal calificado.
- Registro en los formatos correspondientes y respectivos registros fotográficos de esta actividad.

Rescate de individuos de epífitas vasculares

Para el rescate de los individuos de bromelias y orquídeas, el procedimiento de rescate se realizará de la siguiente manera:

- Los individuos de bromelias serán removidos antes de empezar cualquier actividad de tala o remoción de cobertura vegetal. Los individuos que se encuentren a una altura inferior a 3 m, se removerán manualmente antes de la tala del árbol; una vez talado éste, se revisará si en las ramas más altas persisten más individuos objeto de rescate y que se encuentren en condiciones óptimas.
- Los individuos se deben retirar con parte de la corteza del árbol, principalmente para no afectar sus tallos y raíces aéreas, y en lo posible que lleven epífitas no vasculares asociadas al forófito, ya que en muchos de los casos se encuentran asociadas a las raíces de las epífitas vasculares. Se recomienda mantenerlas en posición vertical todo el tiempo por ser hábitats de algunos grupos de insectos y anfibios.

Considerando el rescate de los individuos de las epífitas vasculares en el área de intervención del proyecto, se deberá tener en cuenta 3 criterios importantes:

- Criterio fitosanitario: se rescatarán individuos con órganos vegetativos en óptimas condiciones, es decir: hojas, tallos, raíces, y/o presencia o ausencia de yemas florales, que no presenten daños por agentes biológicos tales como hongos, larvas y/o enfermedades ya sea por bacterias, que se puedan evidenciar físicamente. A su vez no se deben tener en cuenta individuos que se encuentren con órganos vegetativos afectados por necrosis, y/o que se encuentren “quemados” por la acción excesiva del sol y el viento.
- Criterio reproductivo: no se deberán tener en cuenta los individuos ya florecidos, ni tampoco en estados iniciales de desarrollo, debido a la susceptibilidad al deterioro y su bajo nivel de adaptación a las condiciones ambientales.
- Criterio de senescencia: se deberán rescatar individuos que estén en un desarrollo no muy avanzado o adulto; este estado “intermedio” se deberá tener en cuenta dado que los individuos deberán responder positivamente al cambio de hospedero del cual se extrae.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible, y

de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso, asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

- **Especies vasculares de hábito terrestre y/o rupícola**

A continuación, se describen los pasos para el rescate de especies terrestres de orquídeas y bromelias en el área de intervención (básicamente, se debe rescatar individuos que no estén en floración ni en fructificación, en estado juvenil preferiblemente, con buen estado fitosanitario):

- Cavar en círculo alrededor de las especies terrestres con ayuda de herramientas adecuadas (palas o palines), conservando una distancia aproximada de 20 a 50 cm alrededor de la base y de 20 a 60 cm más de profundidad (dependiendo del tamaño del sistema radicular de cada especie), para preservar las raíces y minimizar daños mecánicos sobre estas durante la excavación.
- Si la tierra está muy seca, se debe regar unos minutos antes de comenzar a cavar, esto con el fin de mantener compactado el sustrato alrededor de la raíz, brindarle mayor apoyo durante la extracción y reducir las probabilidades de sufrir daños mecánicos.
- Una vez se haya completado la excavación, se toma el pan de tierra desde la base y se hala suavemente, al tiempo que con ayuda de la pala se hace palanca, hasta extraer por completo pan de tierra donde se encuentran las especies terrestres, incluyendo el pan de tierra que rodea la raíz. De este modo se ayuda a reducir la probabilidad que el individuo sufra algún tipo de daño por el proceso de extracción.
- En caso que los individuos extraídos con su pan de tierra deban permanecer expuestos por un tiempo prolongado, serán cubiertas con papel periódico o un plástico resistente con el fin de evitar la desecación de estas por la exposición directa con el aire, y así ayudar con la reducción del estrés sufrido por la planta a causa del trasplante.
- Una vez extraído y para efectos del seguimiento posterior a la reubicación, a cada individuo le será asignado un número consecutivo (código), el cual será marcado sobre una estaca de madera, enterrada junto a cada individuo, georreferenciado con su respectivo registro fotográfico.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes al rescate, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

7.6.2.2.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

Una vez se haya colectado el material que será objeto reubicación, este será trasladado al sitio de reubicación o a un acopio temporal en vehículos que cuenten con el espacio y condiciones óptimas para evitar la exposición a la luz o calor excesivos.

- **Sitios de reubicación**

La selección de los sitios tendrá en cuenta el tipo de cobertura y la presencia de forófitos (árboles hospederos) semejantes a los hospederos de donde fueron extraídas, en cuanto a corteza y sin presencia de exudado. No se deben sobrecargar con especies ni individuos de epífitas, ni retirar epífitas presentes en estos forófitos para reubicar los individuos trasladados.

En la Tabla 7.78, se presenta la localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola.

Tabla 7.78 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares

ID	Cobertura	Depto.	Municipio	Vereda	Área (ha)	Norte	Este
1	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El colorado	6.28	1160971	1313709
2	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El Paramo	2.74	1161290	1312425
3	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Naranjo	12.96	1161385	1310414
4	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Chíchira	4.10	1160032	1307635

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las áreas propuestas cumplen con condiciones para el establecimiento de los individuos objeto de rescate, características físicas y bióticas con condiciones favorables para la adaptación al nuevo hospedero como temperatura, precipitación, humedad, entre otros y además de fácil accesibilidad. Las especies forestales donde van a ser trasladadas deben cumplir con las condiciones fitosanitarias, de estructura (árboles maduros, de cortezas rugosas, sin ritidoma, con presencia de algunas especies no vasculares) lo que facilitará su prendimiento.

- **Acondicionamiento de los individuos rescatados**

Se dispondrá de un sitio de acondicionamiento temporal (SAT), el cual será utilizado para promover la estabilización de las epífitas, contrarrestar el estrés que pudieran haber sufrido las plantas durante la extracción, evitar la acumulación de humedad en exceso y la sobreexposición de luz. El tiempo de permanencia en el SAT será de máximo 90 días antes de su reubicación. El acondicionamiento consistirá en:

- Selección de individuos con menor daño mecánico
- Limpieza de las plantas
- Atado a un tronco pequeño a fin de evitar enredos entre ellas.

- **Reubicación de los individuos**

Para esta actividad, se ubicarán de 3 a 4 individuos por cada fórofito seleccionado con anterioridad, buscando siempre corteza rugosa para proporcionar una mayor adherencia de la planta y ubicando cada individuo en las intersecciones de las ramas principales o en sitios de las ramas que faciliten la sujeción de los ejemplares al hospedero. Se tendrá la precaución que las ramas en las que se coloquen las plantas epífitas no reciban sol directo durante todo el día.

Se recomienda realizar la reubicación y el traslado en época de lluvias, con el fin de garantizar el aporte de humedad. Se recomienda la aplicación de hormonas de enraizamiento.

En el nuevo forófito, se debe realizar una pequeña incisión para luego adherir la corteza retirada con la epífita rescatada fijándola al árbol con fibras naturales para darle soporte.

A cada espécimen reubicado se le asignará un código de identificación, el cual será anotado en cintas biodegradables para ser amarradas en cada epífita.

Con el fin de garantizar el adecuado crecimiento de los individuos, una vez ubicados en los forófitos se realizarán labores de mantenimiento permanentes durante todos los meses. Estas labores permitirán disminuir al mínimo el porcentaje de mortalidad del material vegetal rescatado y sembrado.

7.6.3 Perfil de los profesionales

A continuación, se presenta el perfil de los profesionales que estarán involucrados en las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, así como los encargados de las labores de rescate y traslado de especies vasculares de flora epífita, terrestre y rupícola (Tabla 7.79).

Tabla 7.79 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes

Grupo biológico	Formación académica	Experiencia específica
Anfibios y reptiles	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en la caracterización y determinación taxonómica de herpetofauna (anfibios y reptiles). En la detección visual y captura de anfibios y reptiles. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de anfibios y reptiles. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de anfibios y reptiles.
Aves	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de aves. Experiencia en métodos de captura de aves.

Grupo biológico	Formación académica	Experiencia específica
		Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de aves.
Mamíferos	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de mamíferos. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia en métodos de captura y preservación de especímenes de mamíferos.
Anfibios, reptiles, aves y mamíferos	Médico veterinario o zootecnista	Experiencia de (1) año en valoración, manipulación y tratamiento de fauna silvestre.
Epífitas vasculares	Profesional en biología, ecología, ingeniería forestal o licenciado en biología	Mínimo (1) año de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica. Mínimo (1) año de experiencia en métodos de rescate, traslado y reubicación de flora de hábito epífita, terrestre y/o rupícola.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En el desarrollo del proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 1 Variante Pamplona se espera la generación de emisiones atmosféricas en las fases de construcción, relacionadas con los procesos de combustión interna de los motores de vehículos que operarán durante la construcción de proyecto y por los procesos de re-suspensión del material particulado proveniente de las vías destapadas y de las actividades de excavación y descapote.

En este contexto, el proyecto va a generar un cambio en la calidad ambiental producto de las emisiones de los vehículos automotores que transitarán por el corredor vial, sin embargo el manejo y control de ésta actividad es competencia del estado, ya que el código nacional de tránsito terrestre, Ley 1383 de 2010, artículo 8 establece las condiciones tecno mecánicas, de emisiones contaminantes y de operación de los vehículos para asegurar el cumplimiento de las normas de emisiones contaminantes que establezcan las autoridades ambientales. Para el caso de material particulado que se generará por re-suspensión, se optará por medidas de manejo para evitarlas y/o mitigarlas, tal como el riego, humectación de vías y frentes de trabajo sin cobertura vegetal, así como uso de polisombra.

7.7.1 Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción

Las fuentes de contaminación de aire y ruido que se prevén durante la etapa constructiva del proyecto están relacionadas con el tráfico de vehículos pesados, material particulado proveniente de las vías destapadas y gases producto de la combustión de los motores de vehículos, equipos y maquinaria. En Tabla 7.80 se listan las potenciales fuentes de emisión del proyecto.

Tabla 7.80 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción

Fuente	Tipo	Emisión		Contaminantes
		Ruido	Gases y/o partículas	
Tráfico de vehículos por la vía existente	Móviles	X	X	Partículas en suspensión (PST); principalmente material arcilloso muy fino.
Operación de Maquinaria y equipos en el frente de obra, - vehículos livianos y pesados, así como la maquinaria de tipo pesado	Móviles	X	X	Gases y partículas de combustión
Plantas eléctricas y motobombas	Fijas	X	X	Gases y partículas de combustión
Fuentes de área+ zodmes	Área		X	Partículas en suspensión (PST)
Carga de explosivos y voladuras	Area	X	X	Partículas en suspensión (PST)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La principal fuente de emisión de gases estará relacionada con la combustión del diésel y gasolina de las diferentes máquinas, equipos y vehículos utilizados. La calidad del aire puede afectarse, dado que en el proceso de combustión se generan emisiones a la atmósfera de gases como CO, CO₂ y óxidos de nitrógeno. El tránsito de vehículos por vías y sectores sin pavimentar, la operación de maquinaria y/o equipos principalmente durante los movimientos de tierras, generarán emisiones de material particulado.

Con relación a las fuentes que pueden ser objeto de permiso de emisión atmosférica, se toma como referencia los casos establecidos en el Artículo 73 del Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente y reglamentado en el Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997 del mismo Ministerio. De acuerdo con el marco normativo para la construcción y operación se requieren permiso de emisión atmosférica para el desarrollo de las actividades referenciadas en la Tabla 7.81.

Tabla 7.81 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo con la legislación colombiana

Actividad	Legislación
Industrias de producción de mezclas asfálticas	Numeral 2.14 Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997
Industrias, obras, actividades o servicios que cuenten con calderas y hornos, cuyo consumo nominal de combustible sea igual o superior a: A. Carbón Mineral: 500 Kg/hora. B. Bagazo de Caña: 3.000 Ton/año C. 100 galones/hora de cualquier combustible líquido, tales como ACPM, Fuel Oil o Combustóleo, Búnker, petróleo crudo.	Numeral 4.1 Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997

Fuente: Adaptado legislación nacional (Aecom-Concol, 2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, no se solicita permiso de emisiones, ya que no se presentarán actividades que lo requieran.

7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del proyecto requerirá la construcción de terraplén; dichos materiales se obtendrán del resultado del corte realizado por la ejecución de la obra, una vez se constate que la calidad de estos materiales coincida con las propiedades físicas requeridas por el proyecto. Esto con el fin de aprovechar que la cantidad de material sobrante es superior al demandado por el proyecto, ver numeral 3.4.3.3.

Para el caso de material pétreo y granular para la producción de base, sub-base, concretos, asfalto, etc; éstos se obtendrán como suministro por parte de terceros, los cuales tienen título minero y licencia ambiental vigente otorgadas por las respectivas entidades competentes (Ver anexo E Materiales de Construcción). Teniendo en cuenta lo anterior se relaciona listado de las posibles fuentes de materiales de propiedad de terceros para el abastecimiento de material, ver Tabla 7.82.

Tabla 7.82 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo

Título Minero	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Amb.	Expedición	Vigencia	Volumen potencial (m³/año)	Posible Uso
547	Materiales De Construcción	12,87	Bochalema y Chinácota	Dimas Martín Mora Zambrano	934	19/10/2009	Diciembre de 2037	30.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
KKD-08301	Arenas Y Gravas Naturales Y Silíceas- Demas Concesibles	112,29	Bochalema	Gender Duran Angarita	922	07/11/2012	Septiembre de 2039	50.000	Relleno.
JBP-08371	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	135,9	Los Patios - Cúcuta	Pedro Emilio Silva	0754	25/08/2009	Diciembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
KB6-08021	Materiales De Construcción	149,55	Los Patios - Cúcuta	Oskarina Arcila Villamizar	1148	18/12/2009	Agosto de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
JLV-15522X	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	24,662	Cúcuta	Héctor Lindarte/Luz Chuscanao	1165	21/12/2009	Septiembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
616	Materiales De Construcción	96,9	Los Patios - Cúcuta	Unidad de Ingeniería y Suministros – UIS Ltda.	0297	27/05/2010	Mayo de 2036	100.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
613	Materiales De Construcción	182,7	Los Patios - Cúcuta	Gabriel Forero	1034	17/11/2009	Noviembre de 2037	90.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.

La ubicación de las posibles fuentes de materiales respecto al proyecto se puede verificar en las salidas graficas denominadas de la siguiente manera: Fuentes_materiales_1_3, Fuentes_materiales_2_3, Fuentes_materiales_3_3, Ver anexo 7-E, Materiales de construcción.

No obstante, de identificarse la posibilidad y viabilidad de extraer directamente el material de construcción por parte del constructor, se realizará los trámites de ley, tanto ambientales como mineros, para proceder a su explotación directa. En ningún caso se realizará sin contar con los permisos legales necesarios.

7.8.1 Cantidades estimadas por la obra

Como se indicó anteriormente, el proyecto requiere material granular y sub-base granular. A continuación, se relacionan las cantidades estimadas por el proyecto, ver Tabla 7.83.

Tabla 7.83 Cantidades estimadas para la unidad funcional

Tipo de material	Volumen (m³)
Base granular con material de préstamo	9.325,21
Base granular para desvíos	0,0
Subbase granular para desvíos	10.989,66
Total	20.314,87

Fuente: Sacyr, 2017

7.8.2 Balance de masas para materiales de construcción

A continuación, se relaciona el volumen de reservas estimadas de las canteras de terceros y su relación con la demanda de materiales que requiere la construcción de la unidad funcional 1, y su posible uso.

Tabla 7.84 Balance de masas fuentes de materiales de terceros

Material proveniente de fuentes de materiales	Material demandado por el proyecto vial	Usos del material
330.000 m³/año	302.085 m³	Sub-base, base, concreto, asfalto, relleno.

Fuente: Sacyr, 2017

Como se indica en la anterior tabla, la cantidad de material requerido por la obra puede ser abastecido por las fuentes de materiales presentes en la zona

7.8.3 Localización de fuentes e materiales a utilizar en la UF1.

La vía de acceso para acceder a las posibles fuentes de materiales, relacionadas anteriormente, es la vía nacional o ruta de acceso R55. En plano Anexo 7-E Materiales de Construcción, se pueden evidenciar la localización de títulos mineros con relación a la vía nacional y la UF1.