

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL
RUMICHACA - PASTO, TRAMO PEDREGAL -CATAMBUCO,
CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP NO. 15 DE
2015**



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

San Juan de Pasto, Julio de 2017

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

TABLA DE CONTENIDO

7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	8
7.1 Aguas Superficiales	10
7.1.1 Caudal de agua solicitado.....	10
7.1.2 Análisis de los conflictos actuales o potenciales sobre disponibilidad y uso de agua	24
7.2. Aguas Subterráneas.....	42
7.3. Vertimientos.....	43
7.3.1 Características de la composición de aguas residuales	43
7.3.2 Vertimientos por vector.....	47
7.3.3 Vertimiento en corrientes de agua superficiales (Q. La Magdalena)	47
7.3.4 Vertimientos en suelos.....	51
7.3.5 Plan de Gestión del riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) Provenientes de los Campamentos Cebadal y Tangua	78
7.3.6 Sistemas de tratamiento	93
7.4. Ocupación de Cauce	102
7.4.1 Análisis de frecuencia para caudales.....	107
7.4.2. Cálculo de socavación	111
7.4.3 Diseños preliminares de obras	123
7.5. Aprovechamiento forestal.....	156
7.5.1 Tipo de muestreo.....	158
7.5.2. Volumen total y comercial	161
Como se puede apreciar en la.....	165
7.5.3. Volumen solicitado.....	176
Nota:.....	177
7.5.4 Especies forestales en Categoría de amenazas: Peligro y Vedas.....	177
7.5.5 Aspectos técnicos del aprovechamiento forestal	178
7.5.6 Destinación de los productos forestales	178
7.6 Emisiones atmosféricas.....	179
7.6.1 Fuentes de emisión.....	179
7.6.2 Modelo de dispersión.....	192
7.7 Materiales de Construcción	237
7.7.1 Explotación de materiales (cantera y arrastre)	238
7.7.2 Adquisición de materiales en fuentes existentes	238
BIBLIOGRAFÍA	244

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comisariado Vial</small>	 <small>CONSTRUCCIÓN</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7.1 Cuantía de agua para uso industrial en cada campamento.....	11
Tabla 7.2 Fuentes de captación recurso hídrico tramo Pedregal – Catambuco.	12
Tabla 7.3 Fuentes de captación faja recurso hídrico tramo Pedregal – Catambuco.....	12
Tabla 7.4 Caudal y volumen diario de agua doméstica en cada campamento.	22
Tabla 7.5 Características generales para tanques de almacenamiento de agua potable y cruda.....	23
Tabla 7.6 Características tanques de almacenamiento.....	24
Tabla 7.7 Usos del agua sector Pedregal-Catambuco	25
Tabla 7.8 Usos y usuarios puntos de captación	26
Tabla 7.9 Caudal ecológico, Pedregal – Catambuco	27
Tabla 7.10 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática.....	28
Tabla 7.11 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Casanare Automática.....	28
Tabla 7.12 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Puente Juanambú	29
Tabla 7.13 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Puente Juanambú	30
Tabla 7.14 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Bocatoma Centenario.....	31
Tabla 7.15 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos- Estación Bocatoma Centenario.....	32
Tabla 7.16 Instalaciones de campamentos.....	43
Tabla 7.17 Caracterización de las aguas residuales negras.....	44
Tabla 7.18 Caracterización aguas residuales planta de hormigón.	44
Tabla 7.19 Caudal de vertimiento.....	45
Tabla 7.20 Características de vertimientos.....	46
Tabla 7.21 Puntos Tipo Línea monitoreo de cuerpos de agua superficiales, tramo Pedregal – Catambuco.....	49
Tabla 7.22 Resultados análisis calidad de agua puntos proyectados a verter.....	50
Tabla 7.23 Georreferenciación de campos de infiltración en cada campamento.....	51
Tabla 7.24 Áreas campos de infiltración	Error! Bookmark not defined.
Tabla 7.25 Ubicación de los puntos muestreados.....	54
Tabla 7.26 Identificación puntos de apiques	55
Tabla 7.27 Profundidades y humedales.....	56
Tabla 7.28 Granulometría punto Tangua-1.....	57
Tabla 7.29 Granulometría punto Tangua-2.....	57
Tabla 7.30 Granulometría punto Cebadal – 1.....	57
Tabla 7.31 Granulometría punto Cebadal – 2.....	58
Tabla 7.32 Resultados de permeabilidad	61

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comisariado Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Tabla 7.33 Resultados de metales Totales	62
Tabla 7.34 Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico	67
Tabla 7.35 Resultados TPH	69
Tabla 7.36 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Cebadal	80
Tabla 7.37 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Tangua	81
Tabla 7.38 Características generales de los vertimientos	88
Tabla 7.39 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales	89
Tabla 7.40 Descripción de las tuberías del SGV	90
Tabla 7.41 Parámetros de diseño, trampa de grasas.....	94
Tabla 7.42: Ocupaciones de Cauce	102
Tabla 7.43 Cruces especiales	106
Tabla 7.44 Resumen de parámetros de modelación para estimar caudales máximos en cuencas mayores a 2,5 km ²	108
Tabla 7.45 Intensidades diseño para diferentes períodos de retorno, cuencas margen derecha	108
Tabla 7.46 Caudales de la quebrada La Magdalena.....	109
Tabla 7.47 Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno para las cuencas aferentes a las obras de drenaje.....	109
Tabla 7.48 Coeficiente β.	113
Tabla 7.49 Densidad del material transportado.....	115
Tabla 7.50 Geometría a la salida de la estructura.....	115
Tabla 7.51 Socavación en alcantarillas Unidad Funcional 4.....	116
Tabla 7.52 Socavación en alcantarillas unidad funcional 5	116
Tabla 7.53 Socavación en Box Coulvert	116
Tabla 7.54 Resumen de obras existentes	120
Tabla 7.55 Obras existentes que se conservan en el carril existente y se prolongan en el carril proyectado	122
Tabla 7.56 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado UF 4.....	123
Tabla 7.57 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado UF 5.....	123
Tabla 7.58 Estructuras de disipación con entrega a caja UF 4	124
Tabla 7.59 Estructuras de disipación con entrega a caja UF 5	125
Tabla 7.60 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta lateral	132
Tabla 7.61 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía.....	133
Tabla 7.63 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta de separador central	134
Tabla 7.64 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía.....	135
Tabla 7.65 Capacidad hidráulica de las zanjas de coronación.....	136
Tabla 7.65 Áreas de drenaje de las zanjas de coronación.	136
Tabla 7.67 Estructuras de disipación con entrega a cuneta.	138

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Tabla 7.68 Estructuras de disipación con entrega a la salida	140
Tabla 7.69 Volúmenes de excavación para UF4	143
Tabla 7-70 Obras de infraestructura relacionadas con el aprovechamiento forestal. ..	157
Tabla 7-71 Áreas de Aprovechamiento Forestal por Ecosistema	157
Tabla 7-71. Parcelas por ecosistema, área de intervención Proyecto vial Rumichaca-Pasto, sector Pedregal- Catambuco.....	160
Tabla 7-72. Volumen Forestal Total y Comercial, en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes.....	162
Tabla 7-74. Volumen forestal por especies, en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes	163
Tabla 7-75. Volumen total y comercial por especie en el ecosistema Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes.....	165
Tabla 7-76. Volumen forestal por especies, en el ecosistema Bosque de galería y ripario del orobioma medio de los andes	166
Tabla 7-77 Volumen por especie en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma alto de los andes.....	167
Tabla 7-78Volumen forestal por especies en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes	168
Tabla 7-79. Volumen Total sector Pedregal-Catambuco coberturas heterogéneas Doble calzada.	170
Tabla 7-80. Volumen total sector Pedregal-Catambuco coberturas homogéneas Doble calzada.	171
Tabla 7-81. Volumen Comercial sector Pedregal-Catambuco coberturas heterogéneas Doble calzada.	172
Tabla 7-82. Volumen Comercial sector Pedregal-Catambuco, coberturas homogéneas Doble calzada.	173
Tabla 7-83. Volumen total y comercial de ZODME ubicadas en el sector Pedregal-Catambuco.....	174
Tabla 7-84. Volumen total y comercial de Campamentos y plantas para el sector Pedregal-Catambuco	176
Tabla 7-85. Volúmenes de aprovechamiento forestal para la totalidad del proyecto, sector Pedregal- Catambuco	176
Tabla 5.2.86. Especies registradas	178
Tabla 7.87 Inventario fuentes móviles	179
Tabla 7.88: Fuentes fijas tramo Pedregal – Catambuco	180
Tabla 7.89: Fuentes fijas de emisión tramo Pedregal Catambuco	182
Tabla 7.90: Emisiones Estimadas Plantas de asfalto	185
Tabla 7.91: Características técnicas planta generadora de energía	188
Tabla 7.92 Ubicación fuentes de emisión Pedregal - Catambuco	194
Tabla 7.93 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire	195

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comandante en Jefe</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tabla 7.94 Características generales de los parámetros evaluados	212
Tabla 7.95 Localización estaciones de monitoreo de calidad de aire, tramo Pedregal – Catambuco	214
Tabla 7.96 Resultados laboratorios Proyecto vial Rumichaca – Pasto, tramo Pedregal – Catambuco	216
Tabla 7.97 Registros de entrada plantas triturado.	218
Tabla 7.98 Registros de entrada plantas asfalteras.	219
Tabla 7.99 Opciones de control alimentadas al modelo.....	220
Tabla 7.100 Niveles máximos permisibles para contaminantes	222
Tabla 7.101 Resultados de calibración para PM ₁₀	234
Tabla 7.102 Resultados de calibración para NO ₂	234
Tabla 7.103 Resultados de calibración para SO ₂	235
Tabla 7.104 Resultados de calibración para CO	235
Tabla 7.105 Estimación de Materiales Pétreos.....	237
Tabla 7.106 Fuentes de materiales en el área del proyecto tramo Pedregal-Catambuco	238
Tabla 7.107 Volumen fuentes de materiales.....	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7.1 Puntos de captación de agua, tramo Pedregal – Catambuco	13
Figura 7.2 Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática.....	28
Figura 7.3 Frecuencia de caudal máximo Estación Casanare Automática.....	29
Figura 7.4 Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Puente Juanambú	30
Figura 7.5 Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Puente Juanambú	31
Figura 7.6 Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Bocatoma Centenario	32
Figura 7.7 Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Bocatoma Centenario.....	33
Figura 7.8 Distribución de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática (Río Bobo)	49
Figura 7.9: Ubicación vertimientos.....	52
Figura 7.10 Porcentaje de actividades.....	56
Figura 7.11 Curva Granulométrica punto Tangua-1.....	59
Figura 7.12 Curva Granulométrica punto Tangua-2.....	59
Figura 7.13 Curva Granulométrica punto cebadal -1	60
Figura 7.14 Curva Granulométrica punto cebadal -1	60
Figura 7.15 Variación Arsénico Total.....	63
Figura 7.16 Variación Bario Total.....	63
Figura 7.17 Variación Calcio Total	64
Figura 7.18 Variación Magnesio Total.....	65

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernadora Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Figura 7.19 Variación Cobalto Total.....	65
Figura 7.20 Variación Potasio Total.	66
Figura 7.21 Variación Sodio Total.	67
Figura 7.22 Variación Capacidad de Intercambio Catiónico.....	68
Figura 7.23 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto Tangua 1	69
Figura 7.24 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto Tambor 1	70
Figura 7.25 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto tambor 2	70
Figura 7.26 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares Tangua 2.....	71
Figura 7.27 Escorrentias superficiales del sector de estudio.....	76
Figura 7.28 Geología general del área de estudio	77
Figura 7.29 Localización general de los campamentos Cebadal y Tangua.....	79
Figura 7.30 Localización del SGV – Campamento Cebadal.....	80
Figura 7.31 Localización del SGV – Campamento Tangua.....	81
Figura 7.32 Recorrido desde el campamento Tangua hasta el punto de descarga	83
Figura 7.33. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.1.....	84
Figura 7.34. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.2.....	84
Figura 7.9. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.3	85
Figura 7.36 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.1.....	86
Figura 7.37 Campo de infiltración subsuperficial.....	88
Figura 7.38 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.2.....	88
Figura 7.39. Diagrama de flujo – Operación del SGV	91
Figura 7.40. Diagrama de flujo – Mantenimiento del SGV.....	92
Figura 7.41. Diagrama de flujo – Clausura del SGV.....	93
Figura 7.42: Diseño típico trampa grasas.....	95
Figura 7.43: Operación Trampa de Grasas	95
Figura 7.44: Operación básica de tratamiento	96
Figura 7.45: Modelo FAFA	97
Figura 7.33: Unidad sanitaria portatil	98
Figura 7.34 Funcionamiento de trampa de grasa	99
Figura 7.35 Tanque desarenador.....	100
Figura 7.36 Cálculo de la socavación por el método gráfico.....	114
Figura 7.37 alcantarilla tipo.....	121
Figura 7.38 Box tipo	122
Figura 7.39 Esquema dren longitudinal.....	127
Figura 7.40 Dren transversal en vía en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (Perfil)	128
Figura 7.41 Dren horizontal en corte a media ladera.....	129

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comisariado Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Figura 7.42 Elementos de drenaje longitudinal.....	130
Figura 7.43 Cuneta lateral.....	132
Figura 7.44 Cuneta separador central	134
Figura 7.45 Cuneta berma de corte.....	134
Figura 7.46 Zanjas de coronación.....	136
Figura 7.48 Estructura de disipación con caja de entrada a alcantarilla.....	138
Figura 7.49 Estructura de disipación con entrega a cuneta.....	138
Figura 7.50 Estructura de disipación a la salida.....	139
Figura 7.63 Modelo represamiento terraplén K7	146
Figura 7.64. Volumen Forestal Total y Comercial por especie, en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes.....	163
Figura 7.65. Volumen Forestal Total y Comercial en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes.....	164
Figura 7.66. Volumen total y comercial por especie, en el ecosistema Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes.....	165
Figura 7.67. Volumen forestal por especie, en el ecosistema Bosque de galería y ripario del orobioma medio de los andes	166
Figura 7.68. Volumen Forestal en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos arbóreos del orobioma alto de los andes	168
Figura 7.69. Volumen forestal en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes.....	169
Figura 7.70: Emisiones atmosféricas proyectadas tramo Pedregal - Catambuco	183
Figura 7.71 Modelo Planta trituradora.....	186
Figura 7.72: Esquema planta de asfalto de producción continua	187
Figura 7.73: Modelo tipo planta generadora de energía.....	188
Figura 7.74: Filtro mangas lisas	190
Figura 7.75: Filtro de mangas plegables	191
Figura 7.76 Modelo filtro ciclo	191
Figura 7.77 Esquema del sistema de modelación AERMOD	193
Figura 7.78 Comportamiento del viento y relieve en el área de estudio.....	196
Figura 7.79 Rosa de vientos horaria, estación Obonuco del IDEAM	198
Figura 7.80 Rosa de vientos horarias para cada mes, estación Obonuco del IDEAM.....	200
Figura 7.81 Dirección del viento, estación Obonuco del IDEAM.....	200
Figura 7.82 Velocidad del viento en función del mes y la hora, estación Obonuco del IDEAM	201
Figura 7.83 Temperatura ambiente, estación Obonuco del IDEAM	202
Figura 7.84 Nubosidad, estación Obonuco del IDEAM	202
Figura 7.85 Humedad relativa, estación Obonuco del IDEAM.....	203
Figura 7.86 Altura de mezcla calculada.....	204
Figura 7.87 Comportamiento de la estabilidad atmosférica con la hora	205

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Figura 7.88 Estabilidad atmosférica promedio en función del mes y la hora	206
Figura 7.89 Localización de las estaciones elevadas disponibles.....	207
Figura 7.90 Representación tridimensional de las elevaciones del terreno.....	209
Figura 7.91 Diagrama de contornos de las elevaciones del terreno	209
Figura 7.92 Sectorización de la vía para determinar parámetros superficiales.	210
Figura 7.93 Modelo Vista de Perspectiva	210
Figura 7.94 Puntos de monitoreo calidad de aire, Tramo Pedregal – Catambuco	215
Figura 7.95 Datos de calidad de aire para PM10 vs Resolución 610 de 2010.....	217
Figura 7.96 Concentraciones máximas de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vs Norma Diaria (Res. 610 de 2010)	218
Figura 7.97 Concentraciones de PM10, periodo anual	223
Figura 7.98 Concentraciones de PM10, periodo diario	224
Figura 7.99 Concentraciones de NO2, periodo anual	225
Figura 7.100 Concentraciones de NO2, periodo diario.....	226
Figura 7.101 Concentraciones de NO2, periodo horario	227
Figura 7.102 Concentraciones de SO2, periodo anual	228
Figura 7.103 Concentraciones de SO2, periodo diario	229
Figura 7.104 Concentraciones de SO2, periodo 3 horas	230
Figura 7.105 Concentraciones de CO, periodo 8 horas.....	231
Figura 7.106 Concentraciones de CO, periodo 1 hora.....	232
Figura 7.107 Localización títulos mineros.....	240
Figura 7.108: Accesos a Fuentes de materiales	243

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 7.1 Definición punto de muestreo	54
Fotografía 7.2: Apertura de agujero estudio de suelo.....	55
Fotografía 7.3 Recolección de muestra de suelo	55
Fotografía 7.4: Horno rustico para la cocción del ladrillo Coordenada magna sirgas origen oeste (E965982.96– N614821.70)	181
Fotografía 7.5: Crematorio Cristo Rey Coordenada magna sirgas origen oeste (976047.12X - 620671.47).....	182

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

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

A continuación se describen los recursos naturales que serán utilizados, aprovechados o afectados por la ejecución del Proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, tramo Pedregal – Catambuco; la realización de este requiere para su ejecución el aprovechamiento y/o intervención de diferentes recursos naturales, a causa de la interacción del trazado del Proyecto vial con los recursos naturales, las necesidades de insumos y/o materiales de construcción y la importancia de manejar adecuadamente los residuos líquidos y sólidos que las actividades que el Proyecto pueden generar.

Este capítulo presenta la clasificación de los recursos naturales que serán demandados por el proyecto, los permisos que se requieren para su aprovechamiento y a su vez los programas de ahorro y uso de agua desarrollado en el Anexo 7.a, así como el programa de ahorro y uso de energía presentado en el Anexo 7.b.

Se informó a la comunidad en todo lo referente al uso y aprovechamiento de recursos por medio de los talleres de impactos realizados en las unidades territoriales del área de influencia del Proyecto, vislumbrando con ello sus expectativas y su percepción positiva frente al mejoramiento de la vía. A continuación, se expone algunas de las expectativas planteadas por la comunidad relacionadas con fuentes hídricas, vertimientos y emisiones atmosféricas:

- Se destaca que es necesario implementar un adecuado manejo a las vertientes de agua que podrán ser contaminadas
- Se sugiere que se canalicen algunas fuentes hídricas específicamente en las unidades territoriales menores pertenecientes al Municipio de Pasto
- La comunidad manifiesta que la contaminación a las fuentes hídricas (quebradas, ríos y nacimientos de agua) puede perjudicar sus cultivos, sus animales y la salud humana.

En cuanto al impacto a la calidad de aire las comunidades tienen un punto de vista común al identificar la contaminación por las impurezas en el aire, por el manejo de material de construcción, material producto de excavación y por los gases contaminantes de la maquinaria, de igual modo consideran que esta contaminación será constante debido al incremento del flujo vehicular en el momento de operación de la vía, razón por la cual también incrementará la contaminación auditiva por el ruido en el momento de construcción y en la operación de la vía.

En cuanto al suelo, las comunidades manifiestan sus posibles impactos en la degradación del suelo debido al mejoramiento vial, así mismo identifican que habrá erosión del suelo, esto puede desencadenar, según la comunidad deslizamientos de tierra que puede “aflojarse” en el momento de la construcción a causa de la vibración de transporte pesado y operación de maquinaria entre otras, así mismo esto puede afectar las viviendas aledañas a la vía. La comunidad menciona que habrá afectación a las montañas de la zona intervenida que puede ocasionar deslizamientos.

La comunidad también manifiesta preocupación sobre la afectación a los sistemas de alcantarillado y en otros casos identifican la construcción de la vía como una posibilidad

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

favorable para la implementación del alcantarillado en la vereda según los procesos que avanzan las Juntas de Acción Comunal.

Teniendo en cuenta los aspectos expuestos por la comunidad, así como los impactos identificados para el proyecto (Ver capítulo 8. Evaluación de Impactos) el uso y manejo de los recursos se hará bajo el cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental, estos tendrán medidas de control y planes de manejo a fin de prevenir y mitigar los impactos generados.

7.1 Aguas Superficiales

Las actividades asociadas a la ejecución del proyecto, la demanda y uso del recurso hídrico se encuentran relacionados con las necesidades de las actividades que se desarrollarán. La cantidad de agua a usar es descrita a continuación y es solicitada por medio de los formatos únicos de captación a fin de solicitar permiso de concesión de agua tal y como lo establece el Código de los Recursos Naturales, el Decreto 1076 de 2015 y el Decreto 1541 de 1978.

El agua superficial, se requiere para el uso industrial y doméstico, que se destinará a las instalaciones provisionales de obra, tales como actividades de humectación en campamentos, frentes de obra que lo requiera, plantas de proceso, actividades de lavado, limpieza y riego.

7.1.1 Caudal de agua solicitado

La materialización de un segundo eje vial traerá consigo la implementación de varios frentes de trabajo temporales industriales, que contarán con fuentes de captación y la cantidad necesaria para el desarrollo de las actividades industriales y domésticas.

- Caudal requerido uso industrial

Para determinar el caudal de agua para el desarrollo del Proyecto se tiene en cuenta la cantidad de agua requerida para las actividades industriales en cada uno de los dos campamentos tales como: la Planta de proceso (hormigón, asfalto y triturado), actividades de limpieza y humectación. Ver Tabla 7.1

En la mayoría de los casos las actividades, en lo posible se realizarán con agua recirculada atendiendo a las medidas propuestas en el programa de ahorro y uso eficiente de agua.

La ejecución del proyecto requerirá agua para los siguientes usos industriales:

Preparación de concreto hidráulico: el consumo de agua se obtuvo teniendo en cuenta que por cada metro cúbico de concreto se requiere en promedio 300 litros de

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

agua. Considerando el volumen de concreto requerido en cada mes, se obtuvo que el caudal promedio de agua requerido sea de **0,30 l/s**.

Para las **actividades de riego y aspersiones** de la vía se calcula un promedio de 0,017 l/s/Km., según datos obtenidos en diferentes consultorías, dicho cálculo debe tener en cuenta 32,7 Km correspondientes a la longitud del proyecto. El valor final que se obtiene para el consumo de agua por riego y aspersiones es de **0,56 l/s**.

En cuanto al agua requerida para la **compactación de los terraplenes** se tiene en cuenta un factor de agua igual a 0,17¹ por metro cúbico de terraplén. Si se tiene en cuenta que el volumen estimado del terraplén es de 1'591.352 m³, el volumen de agua requerido será de 270.529,84 m³. En consecuencia, el caudal promedio requerido será de **0,034 l/s**.

Los caudales de **tratamiento de los talleres** serán variables dependiendo de las operaciones de lavado y mantenimiento de vehículos y maquinaria. Sin embargo, se utilizará como caudal de diseño un valor de **0,6 l/s** suponiendo que este caudal se genere en una manguera de una pulgada de diámetro.

A continuación, en la siguiente tabla, se presenta la cuantía estimada de agua requerida por el proyecto, para uso industrial en cada campamento:

Tabla 7.1 Cuantía de agua para uso industrial en cada campamento.

Actividad	Caudal (l/s)
Preparación concreto hidráulico	0,30
Riego de vías	0,56
Compactación terraplenes	0,034
Tratamiento de talleres	0,6
Total	1,5

- Fuentes de captación industrial

Teniendo en cuenta las necesidades descritas se eligió un total de tres (3) cuerpos de agua, de los cuales en uno (1) se proponen dos sitios diferentes de captación, los cuales

¹ Corresponden a una deducción numérica basada en factores de expansión y compresión de materiales en condiciones climáticas promedio, involucrando a la vez valores tendenciales en materia de pesos unitarios de materiales y densidades, adoptando condiciones típicas de saturación y humedad de materiales pétreos y/o materiales inertes in situ.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Convenio de Vialidad	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

suplirán las necesidades de demanda de agua de todos los procesos industriales que requieren los campamentos de Cebadal y Tangua y frentes de obra, los cauces de donde se realizará la captación de agua se contemplan en la Tabla 7.2 y Figura 7.1. (Ver Anexo GDB/cartografía/PDF/EIADCRP_IP_033). Se realizaron muestreos de calidad de agua, analizando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos propios de la fuente para la captación (Ver capítulo 5.1 en el numeral 5.1.6).

Tabla 7.2 Fuentes de captación recurso hídrico tramo Pedregal – Catambuco.

UF	FUENTE	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE CAPTACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO
4	Río Bobo	528885-00-010008-0087-000	Sarasty Enriquez Jorge Samuel	E: 960614,499 N: 608230,956	Inantas Bajo	Yacuanquer
4	Q. La Magdalena	52788-00-0100000001	-	E:961218,700 N:610773,570	Inantas Alto	Yacuanquer
5	Q. La Marquesa (Cubijai)	52788-00-01-0006-0131-000	Araujo Yandar Tulio	E: 968222.919 N: 617028,300	El Tambor	Tangua

Fuente: Consorcio SH, 2017

Tabla 7.3 Fuentes de captación faja recurso hídrico tramo Pedregal – Catambuco.

UF	FUENTE	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	LOCALIZACIÓN FAJA DE CAPTACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO
5	Q. La Magdalena	52788-00-0100050325000	-No se identificó	E: 965242.001 N: 615211.188 E: 965261.292 N: 615216.731	El Cebadal	Tangua

Fuente: Consorcio SH, 2017

Los Formularios Únicos Nacionales diligenciados, para la solicitud de los permisos de concesión de agua para el abastecimiento industrial del proyecto, se encuentran de acuerdo con la información anterior en el Anexo 7.1.1.a, adjunto al presente EIA.

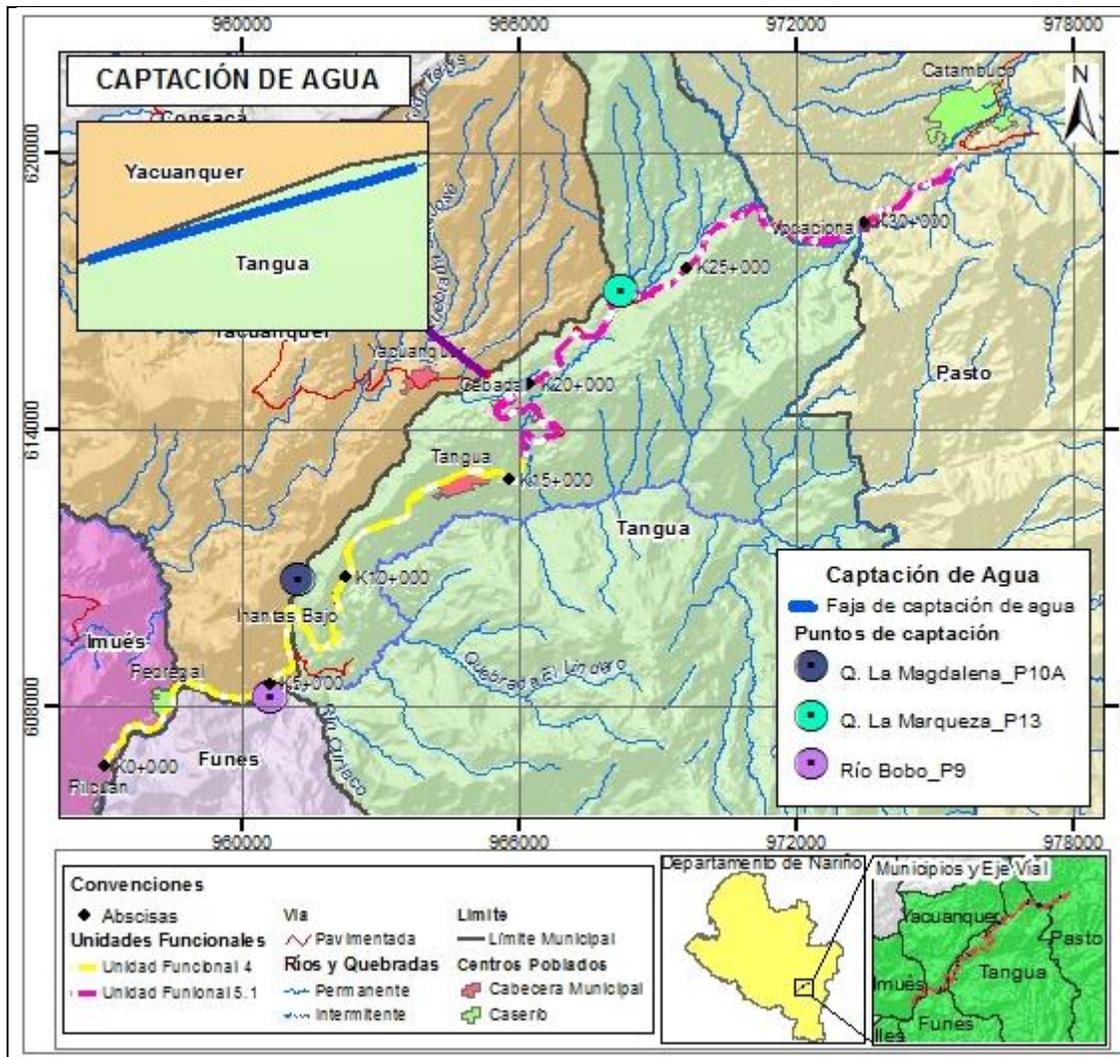
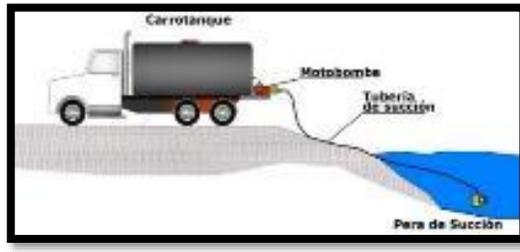


Figura 7-1 Puntos de captación de agua, tramo Pedregal – Catambuco
Fuente (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

A continuación, se presenta la descripción, para cada uno de los puntos de solicitud de concesión de agua, de los sistemas de captación, márgenes de captación, sistemas de conducción, caudales a captar y el uso que se dará a cada uno de los caudales.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación río Bobo		
Descripción	Registro fotográfico	Coordenadas punto de captación
<p>El punto de captación está ubicado sobre la fuente hídrica denominado Río Bobo, correspondiente a la Vereda Inantas Bajo del Municipio de Yacuanquer. Para llegar al punto de captación, se utilizará el camino existente que se localiza en la abscisa del proyecto PK4+070, el carrotanque se ubicará sobre el margen derecho de acuerdo al sentido del flujo hídrico para realizar la actividad de captación de agua, cuya cobertura vegetal corresponde a pastos. La adecuación de la zona de parqueo en este margen no implica aprovechamiento forestal. El camino se encuentra conformado con material granular.</p>		E: 960614,499 N: 608230,956
Ruta de acceso		
		
Sistema de captación		
<p>El sistema de captación se realiza por medio de motobomba desde un carrotanque, a continuación, se presenta el esquema de captación, el cual consiste de una motobomba instalada sobre un carrotanque, la cual se unirá a una manguera o tubería de succión de hasta 6" proveniente de la corriente de agua. Dicha tubería contará con un accesorio en el extremo de succión que impida la entrada de material de arrastre.</p>		
		
<p>Para realizar la captación utilizando carrotanque se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:</p>		

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación río Bobo

- El carrotanque no podrá por ningún motivo ingresar al cuerpo de agua y deberá guardar una distancia prudente en metros con respecto al borde del cauce para evitar afectación del talud.
- La captación se realizará por medio de una manguera adecuada con el fin de bombear el agua desde la fuente hídrica e impedir la alteración de la calidad del cuerpo de agua. Esto con el fin de evitar la generación de inestabilidad en las orillas, considerando, erosión y/ socavación en estas.
- El tendido de la manguera desde el carrotanque hasta el cuerpo de agua, debe hacerse por un acceso existente con el fin de evitar la apertura de trochas.
- El extremo de la manguera de succión no debe sumergirse demasiado en el cuerpo de agua a fin de impedir succión de sedimentos y la afectación de los mismos.
- Se sugiere buscar las huellas existentes y zonas de pasto para evitar un impacto en el componente vegetal de la zona.

Sistema de transporte

El transporte del agua captada se realizará a través de carrotanques utilizados exclusivamente para esta actividad, Este será movilizado desde el punto de captación al punto de almacenamiento temporal ubicado en campamentos, talleres, zonas de acopio o plantas, dependiendo la demanda del recurso.

El recurso será usado para las actividades propuestas para el Proyecto. Previa 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 la misma.



CAUDAL A CAPTAR

1,4 l/s

USO QUE SE DARÁ AL CAUDAL CAPTADO

USO INDUSTRIAL PARA EL PROYECTO VIAL.

TÉRMINO POR EL CUAL SE SOLICITA LA CONCESIÓN

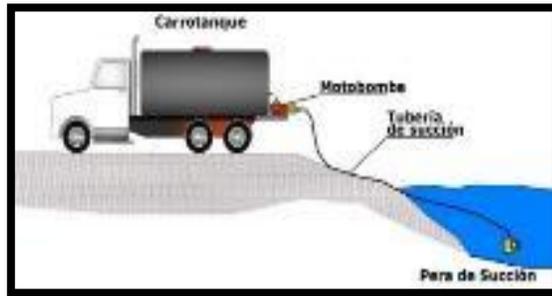
CINCO (5) AÑOS

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación La Magdalena			
Descripción	Registro fotográfico		Coordenadas punto de captación
<p>El punto de captación está ubicado sobre la Fuente Hídrica denominada La Magdalena, correspondiente a la vereda Inantas Alto del Municipio de Yacuanquer. Para acceder al punto de Captación de La Magdalena, se utilizará la vía existente, sobre el margen derecho se ubicará el carrotanque de agua de acuerdo al sentido del flujo hídrico. La zona de parqueo se encuentra actualmente intervenida, sin ningún tipo de cobertura vegetal que pudiera afectarse por las maniobras a realizar en la zona. El acceso tiene las siguientes coordenadas: N610784 E961219.</p>			<p>E:961218,700 N:610773,570</p>
Ruta de acceso			
			
Sistema de captación			
<p>El sistema de captación se realiza por medio motobomba desde un carrotanque, a continuación, se presenta el esquema de captación, el cual consiste de una motobomba instalada sobre un carrotanque, la cual se unirá a una manguera o tubería de succión de hasta 6" proveniente de la corriente de agua. Dicha tubería contará con un accesorio en el extremo de succión que impida la entrada de material de arrastre.</p>			

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación La Magdalena



Para realizar la captación utilizando carro tanque se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El carro tanque no podrá por ningún motivo ingresar al cuerpo de agua y deberá guardar una distancia prudente en metros con respecto al borde del cauce para evitar afectación del talud.
- La captación se realizará por medio de una manguera adecuada con el fin de bombear el agua desde la fuente hídrica e impedir la alteración de la calidad del cuerpo de agua. Esto con el fin de evitar la generación de inestabilidad en las orillas, considerando, erosión y/ socavación en estas.
- El tendido de la manguera desde el carro tanque hasta el cuerpo de agua, debe hacerse por un acceso existente con el fin de evitar la apertura de trochas.
- El extremo de la manguera de succión no debe sumergirse demasiado en el cuerpo de agua a fin de impedir succión de sedimentos y la afectación de los mismos.
- Se sugiere buscar las huellas existentes y zonas de pasto para evitar un impacto en el componente vegetal de la zona.

Sistema de transporte

El transporte del agua captada se realizará a través de carro tanques utilizados exclusivamente para esta actividad, Este será movilizado desde el punto de captación al punto de almacenamiento temporal ubicado en campamentos, talleres, zonas de acopio o plantas, dependiendo la demanda del recurso.

El recurso será usado para las actividades propuestas para el Proyecto. Previa 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 carro tanques 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 la misma.



CAUDAL A CAPTAR

0,6 l/s

USO QUE SE DARÁ AL CAUDAL CAPTADO

USO INDUSTRIAL PARA PROYECTO VIAL

TÉRMINO POR EL CUAL SE SOLICITA LA CONCESIÓN

CINCO (5) AÑOS

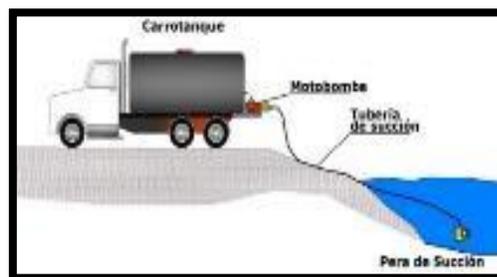
Franja de captación La Magdalena		
Descripción	Registro fotográfico	Coordenadas punto de captación
<p>El punto de captación está ubicado sobre la Fuente Hídrica denominada La Magdalena, correspondiente a la vereda Cebadal del Municipio de Tangua. Para acceder al punto de Captación de La Magdalena, se utilizará la vía existente, sobre el margen izquierdo se ubicará el carrotanque de agua de acuerdo al sentido del flujo hídrico. La zona de parqueo se encuentra actualmente con pastos, sin vegetación arbórea que requiera su aprovechamiento para las maniobras a realizar en la zona. El punto de acceso tiene las siguientes coordenadas: N615211 E965242. En esta zona se realizará la adecuación de la bahía de parqueo desde donde se hará la captación de agua.</p>		E: 965242.001 N: 615211.188 E: 965261.292 N: 615216.731

Ruta de acceso



Sistema de captación

El sistema de captación se realiza por medio motobomba desde un carrotanque, a continuación, se presenta el esquema de captación, el cual consiste de una motobomba instalada sobre un carrotanque, la cual se unirá a una manguera o tubería de succión de hasta 6" proveniente de la corriente de agua. Dicha tubería contará con un accesorio en el extremo de succión que impida la entrada de material de arrastre.



			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Franja de captación La Magdalena

Para realizar la captación utilizando carrotanque se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El carrotanque no podrá por ningún motivo ingresar al cuerpo de agua y deberá guardar una distancia prudente en metros con respecto al borde del cauce para evitar afectación del talud.
- La captación se realizará por medio de una manguera adecuada con el fin de bombear el agua desde la fuente hídrica e impedir la alteración de la calidad del cuerpo de agua. Esto con el fin de evitar la generación de inestabilidad en las orillas, considerando, erosión y/ socavación en estas.
- El tendido de la manguera desde el carrotanque hasta el cuerpo de agua, debe hacerse por un acceso existente con el fin de evitar la apertura de trochas.
- El extremo de la manguera de succión no debe sumergirse demasiado en el cuerpo de agua a fin de impedir succión de sedimentos y la afectación de los mismos.
- Se sugiere buscar las huellas existentes y zonas de pasto para evitar un impacto en el componente vegetal de la zona.

Sistema de transporte

El transporte del agua captada se realizará a través de carrotanques utilizados exclusivamente para esta actividad, Este será movilizado desde el punto de captación al punto de almacenamiento temporal ubicado en campamentos, talleres, zonas de acopio o plantas, dependiendo la demanda del recurso.

El recurso será usado para las actividades propuestas para el Proyecto. Previa 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 la misma.



CAUDAL A CAPTAR

0,6 l/s

USO QUE SE DARÁ AL CAUDAL CAPTADO

USO INDUSTRIAL PARA PROYECTO VIAL

TÉRMINO POR EL CUAL SE SOLICITA LA CONCESIÓN

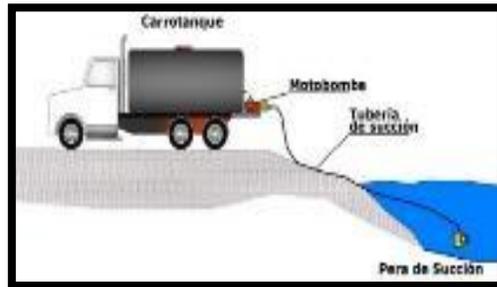
CINCO (5) AÑOS

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación La Marquesa		
Descripción	Registro fotográfico	Coordenadas punto de captación
<p>El punto de captación está ubicado sobre la Fuente Hídrica Quebrada La Marquesa, correspondiente a la vereda El Tambor del Municipio de Tangua. Para acceder al punto de captación, se utilizará la vía existente a través de un camino que se localiza en las siguientes coordenadas: N616903 E968365, sobre el margen izquierdo se ubicará el carrozanque de agua de acuerdo al sentido del flujo hídrico. En esta zona se realizará la adecuación de la bahía de parqueo desde donde se hará la captación de agua. La zona de parqueo se encuentra actualmente con pastos, sin vegetación arbórea que requiera su aprovechamiento para las maniobras a realizar en el lugar.</p>		<p>E: 968222.919 N: 617028,300</p>
Ruta de acceso		
		
Sistema de captación		
<p>El sistema de captación se realiza por medio motobomba desde un carrozanque, a continuación, se presenta el esquema de captación, el cual consiste de una motobomba instalada sobre un carrozanque, la cual se unirá a una manguera o tubería de succión de hasta 6" proveniente de la corriente de agua. Dicha tubería contará con un accesorio en el extremo de succión que impida la entrada de material de arrastre.</p>		

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Punto de captación La Marquesa



Para realizar la captación utilizando carro tanque se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El carro tanque no podrá por ningún motivo ingresar al cuerpo de agua y deberá guardar una distancia prudente en metros con respecto al borde del cauce para evitar afectación del talud.
- La captación se realizará por medio de una manguera adecuada con el fin de bombear el agua desde la fuente hídrica e impedir la alteración de la calidad del cuerpo de agua. Esto con el fin de evitar la generación de inestabilidad en las orillas, considerando, erosión y/ socavación en estas.
- El tendido de la manguera desde el carro tanque hasta el cuerpo de agua, debe hacerse por un acceso existente con el fin de evitar la apertura de trochas.
- El extremo de la manguera de succión no debe sumergirse demasiado en el cuerpo de agua a fin de impedir succión de sedimentos y la afectación de los mismos.
- Se sugiere buscar las huellas existentes y zonas de pasto para evitar un impacto en el componente vegetal de la zona.

Sistema de transporte

El transporte del agua captada se realizará a través de carro tanques utilizados exclusivamente para esta actividad, Este será movilizado desde el punto de captación al punto de almacenamiento temporal ubicado en campamentos, talleres, zonas de acopio o plantas, dependiendo la demanda del recurso.

El recurso será usado para las actividades propuestas para el Proyecto. Previa 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 carro tanques 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 la misma.



CAUDAL A CAPTAR

PARA USO INDUSTRIAL: 0,4 l/s

PARA USO DOMÉSTICO: 0,28 l/s

USO QUE SE DARÁ AL CAUDAL CAPTADO

USO INDUSTRIAL PARA PROYECTO VIAL Y USO DOMÉSTICO EN CAMPAMENTO CEBADAL

TÉRMINO POR EL CUAL SE SOLICITA LA CONCESIÓN

CINCO (5) AÑOS

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Requerimiento hídrico de uso doméstico

Para el cálculo del caudal de agua para el abastecimiento de consumo doméstico en los campamentos, se tiene en cuenta el número promedio de personas que estarán en los mismos y una dotación que equivale a 90 l/habitante/día. Si se tiene en cuenta que la población estimada en cada campamento será de 150 personas, el caudal de diseño en cada uno será de 0,16 l/s, cuyo uso principalmente será para duchas, unidades sanitarias y casino. Para las actividades de aseo, limpieza y mantenimiento se estimó un caudal adicional de 0,10 l/s.

El caudal máximo requerido y el volumen máximo diario de agua a utilizar teniendo en cuenta las condiciones anteriores se presentan en la siguiente tabla

Tabla 7.4 Caudal y volumen diario de agua doméstica en cada campamento.

Parámetro	Unidad	Valor
Población atendida	Habitante	150
Caudal requerido	l/hab - día	90
Caudal total requerido	l/s	0,16
Caudal para actividades de limpieza	l/s	0,10
Total, caudal	l/s	0,26

La obtención del volumen de agua requerido para uso doméstico en los dos campamentos provendrá de la compra a terceros que corresponden a acueductos municipales o veredales (para el campamento de Tangua) y de la concesión solicitada en la quebrada La Marquesa (para el campamento de Cebadal).

En lo que respecta a la compra a terceros, ha sido gestionada la compra del servicio de agua potable con la Administradora Pública Cooperativa de Agua Potable y Saneamiento Básico de Tangua - EMPOTANGUA. En el Anexo 7.1.3 se presenta el oficio en el cual se manifiesta por parte del operador la disponibilidad del servicio de agua potable para uso doméstico en el campamento Tangua.

- Restitución de sobrantes y distribución de agua

El agua que sea previamente tratada se reintegrará por medio de las fuentes subterráneas, cabe anotar que el agua que no sea utilizada se almacenará para posterior uso. La distribución de agua será de forma gravitacional por medio un sistema hidráulico que alimente los diferentes puntos de distribución o hidrantes estipulados.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- Almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal de agua para uso doméstico e industrial debe estar separado, por lo que se instalarán tanques de almacenamiento de agua (debidamente señalizados en los campamentos permanentes, habitacionales, plantas, centros de acopio o en otras áreas que requieran del insumo.

Los tanques de almacenamiento temporal para agua potable y para agua cruda deben cumplir las características generales que muestra la Tabla 7.5.

Tabla 7.5 Características generales para tanques de almacenamiento de agua potable y cruda

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: 1. Para el nivel bajo de complejidad puede tener un solo compartimiento 3. El tanque debe estar provisto de válvulas para el cierre de las tuberías de entrada, de las tuberías de salida. 4. Los dispositivos para el cierre de las tuberías de entrada y salida deben estar señalizados de acuerdo al código de colores para tubería y válvulas. 5. 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 las siguientes recomendaciones 1. 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 y debe 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 Géminis Consultores S.A.S, 2015

Los tanques de almacenamiento para agua potable e industrial que se usaran corresponden a un tanque multiuso que permite tener constante flujo de agua, de fácil limpieza, son resistentes a la exposición solar y a impactos, el tanque multiuso

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

en polietileno presenta las especificaciones del tanque de almacenamiento de la Tabla 7.7.

Tabla 7.6 Características tanques de almacenamiento

CARACTERÍSTICAS	TANQUE AGUA POTABLE	TANQUE AGUA INDUSTRIAL
Capacidad	2500 L	5000 L
Diámetro	151 cm	228 cm
Altura	165 cm	174 cm
Peso	46,4Kg	113,6 Kg

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

El tanque de almacenamiento de agua potable será blanco con el fin de que refracte los rayos solares, tiene capa antimicrobiana y antiadherente, con el fin de minimizar el cambio en olor y sabor que se puedan presentar en el agua para consumo humano.

7.1.2 *Análisis de los conflictos actuales o potenciales sobre disponibilidad y uso de agua*

Según el reconocimiento efectuado en campo, dentro del Área de influencia del proyecto, se identificaron como usos principales del recurso hídrico, el doméstico y riego donde los pastos manejados y los cultivos transitorios son los de mayor demanda por uso de agua en el sector agrícola y en menor medida pastoril para los predios ubicados dentro de las cuencas donde se solicita captación para las actividades propias del proyecto; en cuanto al uso industrial y comercial está asociado a los lavaderos de vehículos, estaciones de servicio, talleres mecánicos y procesamientos de lácteos entre otros de menor relevancia.

La disponibilidad del agua es el factor limitante en el desarrollo de la irrigación en la cuenca. Un aumento de la superficie regada podría llevar a conflictos si los agricultores no arreglan sus solicitudes de agua. La práctica actual es que cualquier persona que quiere usar agua de una fuente, directamente la toma. La práctica entraña un potencial de futuros conflictos por el agua.

Los beneficiarios situados aguas abajo de las fuentes abastecedoras sufren escasez de agua durante los meses secos. Esto es causado por la limitada capacidad de los sistemas de suministro. Los problemas de escasez de agua para los usuarios situados aguas abajo se podrían solucionar en gran medida si las juntas administradoras de acueducto y/o juntas de acción comunal tomaran las medidas correctivas a esto como la de prohibir el uso del recurso hídrico para la agricultura.

- Usos y conflictos de agua

A partir del trabajo en campo y de acuerdo a información secundario, se identificaron los posibles conflictos por uso del recurso hídrico en las fuentes relacionadas con las

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

captaciones de agua muestra los usos y usuarios de las fuentes a intervenir. Una vez realizado el levantamiento de información en campo dentro del área de influencia se identificó que los usos principales del recurso hídrico son doméstico, agrícola, pecuario e industrial para cuerpos de agua de tipo superficial.

De acuerdo a información de campo los afluentes ubicados en la parte alta son las únicas fuentes de importancia que abastecen a los centros poblados, corregimientos y veredas, debido a las condiciones de calidad y cantidad lo que resulta apta para consumo humano y doméstico. La preservación del recurso hídrico debe ser de las entidades gubernamentales, organizaciones (juntas de acción comunal y/o juntas administradoras de acueducto) y de todos los habitantes que hacen uso de este.

Un conflicto encontrado por el agua fue la relación de vecinos por aquel que se encuentra aguas abajo, le reprocha al que esta aguas arriba, el no dejar transitar el agua hacia sus linderos y/o predio, el tirar basura o el realizar vertimientos sobre la fuente. Estos intereses asociados al uso doméstico, la agricultura, la industria, entre otros a menudo se contraponen en lugar de buscar una solución, lo que hace que se complique aún más. Ver Tabla 7.8 Usos del agua sector Pedregal-Catambuco.

Tabla 7.7 Usos del agua sector Pedregal-Catambuco

AGUA SUPERFICIAL			
USO	CONCESIONES	DEMANDA l/s	PARTICIPACION
DOMESTICO	8	0.70	45 %
AGRICOLA	4	0.35	35 %
INDUSTRIAL	3	0.115	20 %

Fuente: Géminis Consultores S.A.S

A través de la indagación con las comunidades manifiestan que la mayor problemática es la disminución de la cantidad y calidad del patrimonio hídrico, debido la depreciación de la cobertura vegetal y el aumento de los usos consuntivos del agua, por la falta y ausencia de solidaridad y responsabilidad ambiental, a la falta de asistencia técnica y de capacitación para el uso de los residuos sólidos y líquidos y desechos de las actividades industriales y agropecuarias y otros.

La disminución de las fuentes hídricas para el abastecimiento de acueductos municipales, es una preocupación general en los habitantes. Con alguna excepción todos los acueductos verdales o municipales están sufriendo de déficit del recurso hídrico. Las manifestaciones de incomodidad y afectación a la salud por quienes denuncian cada vez más frecuente contaminación de los recursos hídricos por depósitos y acumulación de residuos sólidos y de vertimientos de aguas servidas sin manejo o tratamiento alguno, son comunes en la comunidad.

- Uso Doméstico

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los predios ubicados dentro del AI demandan el recurso hídrico para las actividades de uso doméstico; en general las captaciones dentro del área de influencia se realizan en cuerpos de agua de tipo superficial con un pre tratamiento para el abastecimiento de acueductos verdales y abastecimiento de tipo independiente.

- Uso Pecuario

En la zona de estudio, en su gran mayoría hay presencia de galpones avícolas, seguido de ganadería extensiva y cría porcina de tipo artesanal, los cuales hacen uso del agua de los cuerpos superficiales cercanos a los predios para alimentación y limpieza de la infraestructura de cría usada.

- Uso actual puntos de captación

En las zonas de ubicación de puntos y fajas de captación solicitadas en el presente estudio, se realizó la verificación de los usos y usuarios asociados a las mismas. Las captaciones se presentan en el Municipio de Tangua y Yacuanquer, los cuales tienen un uso de suelo agrícola y pecuario. En la Tabla 7.8 se presentan las características de las captaciones solicitadas.

Tabla 7.8 Usos y usuarios puntos de captación

UF	FUENTE	USOS	USUARIOS	CAUDAL CONCESIONADO l/s
4	LA MAGDALENA	Doméstico	782	1.5
4	RIO BOBO	Doméstico	24257	47
		Agrícola		40
		Pecuario		5
5	MARQUESA (CUBIJAN)	Doméstico	80	1.5

Fuente: Géminis Consultores S.A.S

- Caudal ecológico

El caudal ecológico es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad. Teniendo en cuenta la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales.

El caudal ecológico busca reproducir en alguna medida el régimen hidrológico natural conservando los patrones estacionales de caudales mínimos y máximos -temporada de sequías y lluvias, respectivamente, su régimen de crecidas y tasas de cambio de especial interés para la gestión de infraestructura hidráulica. Ver Tabla 7,10 Caudal ecológico, Pedregal-Catambuco.

Tabla 7.9 Caudal ecológico, Pedregal – Catambuco

Nombre de la fuente	Caudal medio (L/s)	Caudal ecológico (30%)	Demanda hídrica de la fuente (L/s)	Caudal disponible (L/s)	Caudal solicitado para captación (l/s)	Coordenadas planas Magna Sirgas origen Oeste	
						Este	Norte
Río Bobo	6200	1860	92	405	1,4	960614,499	608230,956
Q. La Magdalena	55	16,5	32,29	6,21	1,2	961218,700	610773,570
Q. La Marquesa	5,4	1,62	2,3	1,48	0,68	968222,919	617028,300

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

- Análisis de frecuencia de caudales

El análisis de frecuencias es un procedimiento para estimar la frecuencia de ocurrencia o probabilidad de ocurrencia de eventos extremos pasados o futuros. De este modo, la representación gráfica de la probabilidad es un método de análisis de frecuencias.

Los valores máximos y mínimos en hidrología de drenaje (precipitación o caudales), deben ser tratados a través de distribuciones probabilísticas. Aunque existen numerosas distribuciones de probabilidad para valores máximos, es muy común en hidrología utilizar para estos valores las distribuciones de probabilidad Gumbel (escuela europea) y log-Pearson Tipo III (escuela americana).

La información de caudales mínimos anuales de cada estación fue procesada y ajustada mediante software a funciones probabilísticas, a continuación, se presenta el análisis de cada una, se utiliza los caudales mínimos en los diferentes periodos de frecuencia.

Estación Casanare Automática

El análisis de frecuencia para los registros máximos y mínimos anuales de caudal reportados durante todo el período de registro de la estación Casanare Automática en el río Bobo, es el que se reporta en las siguientes tablas y graficas (Tabla 7.10 Tabla 7.11 y Figura 7-2 Figura 7-3)

Tabla 7.10 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática

PERIODO RETORNO	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN				
	GUMBEL	NORMAL	PEARSON III	LOG PEARSON III	LOG NORMAL
(años)	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	0,54692	0,56006	0,55434	0,54701	0,55497
2	0,48705	0,50125	0,49246	0,47817	0,49396
5	0,43026	0,42851	0,42716	0,42231	0,42769
PRUEBA CHI CUADRADO	1,00000	3,00000	---	---	1,00000

Fuente Géminis Consultores S.A, 2016

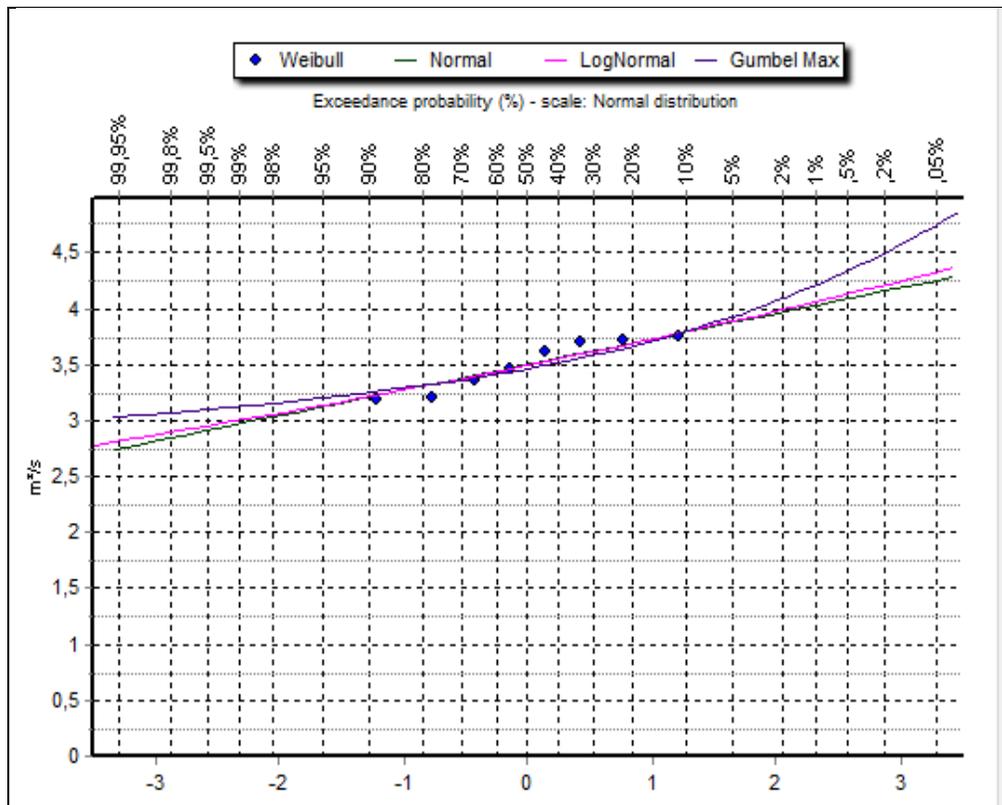


Figura 7-2 Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática

Fuente Géminis Consultores S.A.S

Tabla 7.11 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Casanare Automática

PERIODO RETORNO	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN		
	GUMBEL	NORMAL	LOG NORMAL
(años)	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	3,33959	3,34616	3,34262
2	3,46379	3,50125	3,49385
5	3,66530	3,69309	3,69041
PRUEBA CHI CUADRADO	1,00000	1,00000	1,00000

Fuente: Géminis Consultores S.A.S

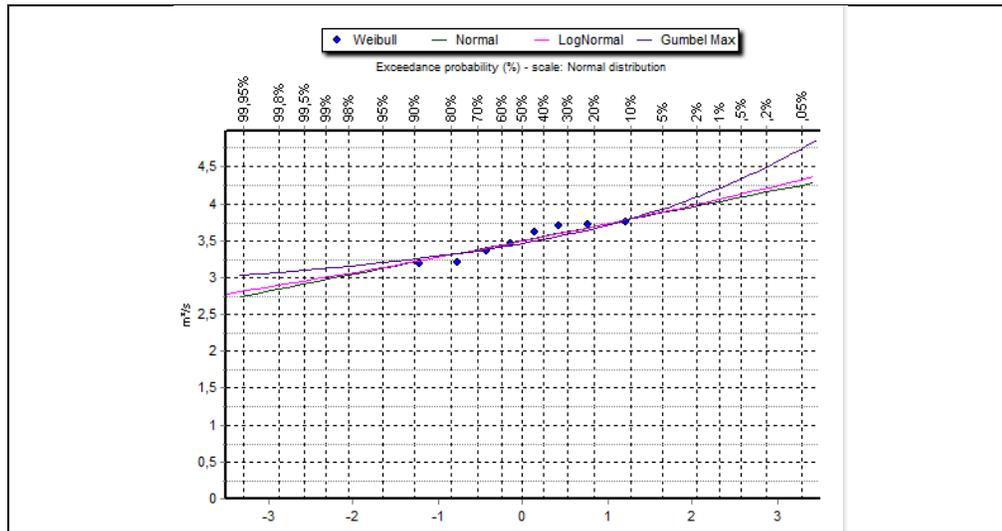


Figura 7-3 Frecuencia de caudal máximo Estación Casanare Automática
Fuente Géminis Consultores S.A.S

Estación Puente Juanambú

El análisis de frecuencia para los registros máximos y mínimos anuales de caudal reportados durante todo el período de registro de la estación Puente Juanambú en el río Juanambú, es el que se reporta en las siguientes tablas y graficas (Tabla 7.12 Tabla 7.13 y Figura 7-4 Figura 7-5)

Tabla 7.12 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos - Estación Puente Juanambú

PERIODO RETORNO	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN				
	GUMBEL	NORMAL	PEARSON III	LOG PEARSON III	LOG NORMAL
(años)	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	21,3119	22,1405	21,5605	21,1710	21,5239
2	17,5357	18,4315	17,6116	17,3680	17,6747
5	13,9540	13,8438	13,7767	13,9522	13,8520
PRUEBA CHI CUADRADO	0,33333	2,75758	---	---	1,78788

Fuente Géminis Consultores S.A, 2016

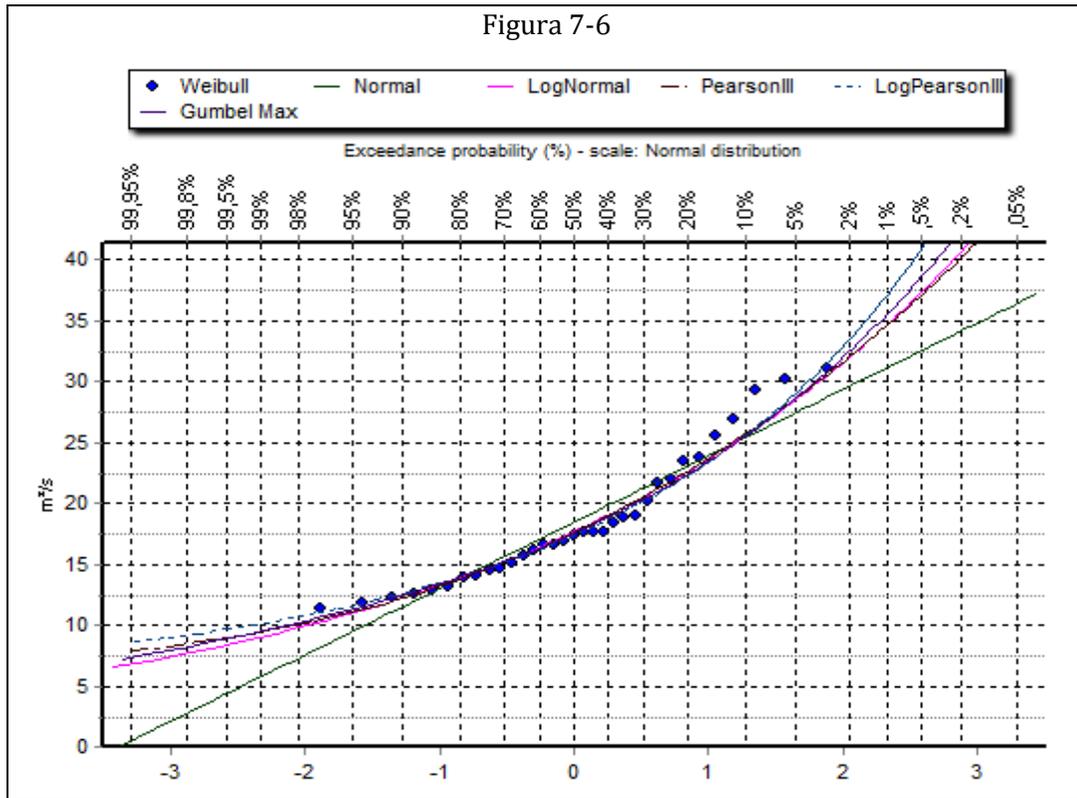


Figura 7-4 Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Puente Juanambú
 Fuente Géminis Consultores S.A.S

Tabla 7.13 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Puente Juanambú

PERIODO RETORNO	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN		
	GUMBEL	NORMAL	LOG NORMAL
(años)	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	82,7644	83,6808	82,4650
2	100,097	105,325	100,827
5	128,220	132,097	129,291
PRUEBA CHI CUADRADO	0,31429	0,77143	0,31429

Fuente Géminis Consultores S.A.S

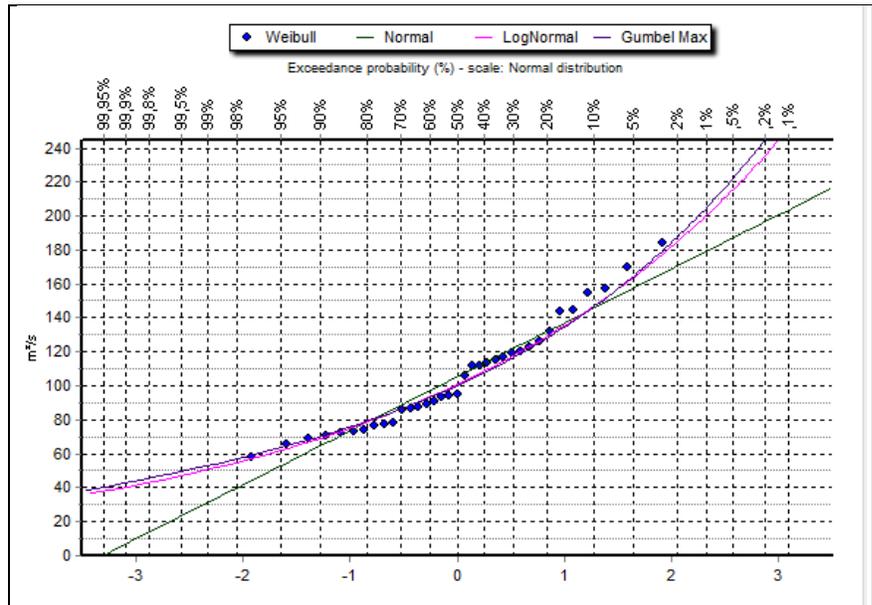


Figura 7-5 Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Puente Juanambú
 Fuente Géminis Consultores S.A.S

Estación Bocatoma Centenario

El análisis de frecuencia para los registros máximos y mínimos anuales de caudal reportados durante todo el período de registro de la estación Bocatoma Centenario en el río Pasto, es el que se reporta en las siguientes tablas y graficas (Tabla 7.14 Tabla 7.15 y Figura 7-6 Figura 7-7)

Tabla 7.14 Análisis de Frecuencias de Caudales Mínimos – Estación Bocatoma Centenario

PERIODO RETORNO (años)	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN				
	GUMBEL	NORMAL	PEARSON III	LOG PEARSON III	LOG NORMAL
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	0,86855	0,89856	0,89856	0,86590	0,87964
2	0,73179	0,76423	0,76423	0,70480	0,73994
5	0,60206	0,59807	0,59807	0,57890	0,59744
PRUEBA CHI CUADRADO	1,30769	1,30769	1,30769	4,38462	0,92308

Fuente Géminis Consultores S.A, 2016

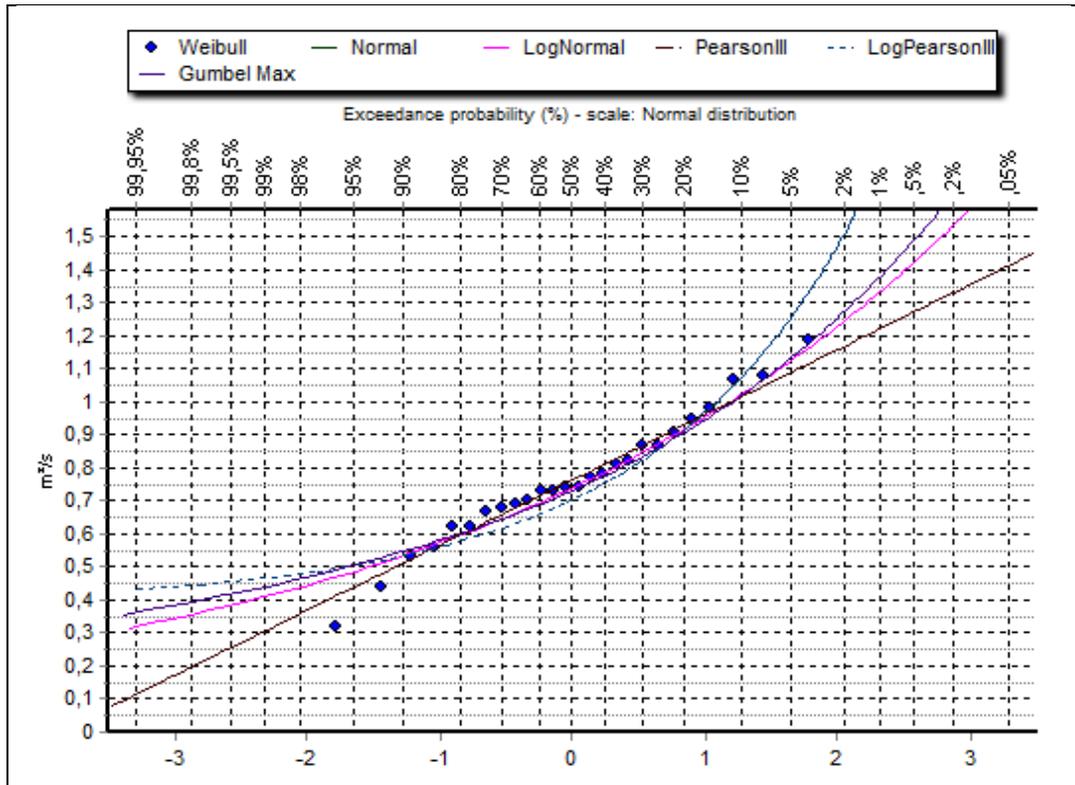


Figura 7-6 Frecuencias de Caudales Mínimos - Estación Bocatoma Centenario
Fuente Géminis Consultores S.A.S

Tabla 7.15 Análisis de Frecuencias de Caudales Máximos- Estación Bocatoma Centenario

PERIODO RETORNO	VALOR ESPERADO DE Tr PARA CADA DISTRIBUCIÓN		
	GUMBEL	NORMAL	LOG NORMAL
(años)	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1,33	6,31677	6,50009	6,44607
2	9,78423	10,8300	9,33738
5	15,4101	16,1857	14,7667
PRUEBA CHI CUADRADO	2,04000	2,04000	0,76000

Fuente Géminis Consultores S.A.S

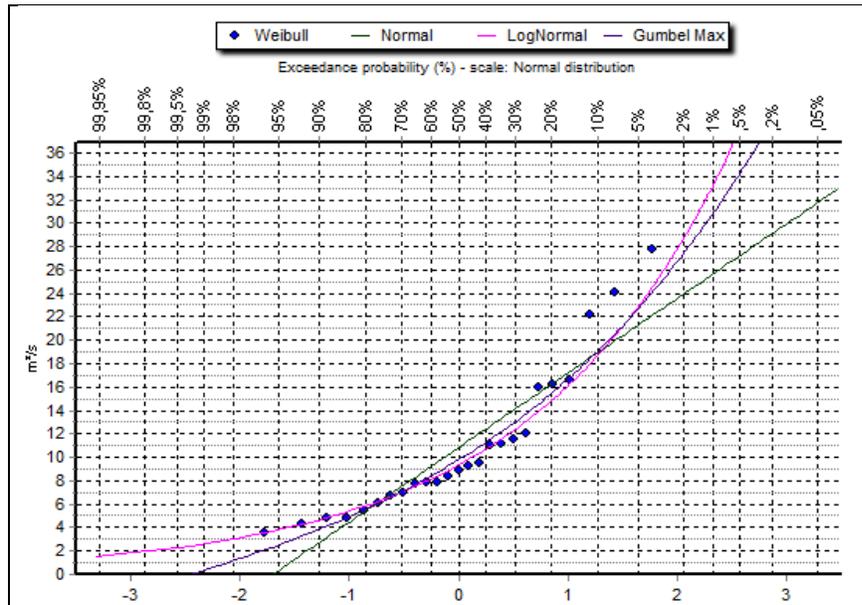


Figura 7-7 Frecuencias de Caudales Máximos – Estación Bocatoma Centenario
 Fuente Géminis Consultores S.A.S

- Curvas de duración de caudales

La curva de duración de caudales resulta del análisis de frecuencias de la serie histórica de caudales medios diarios. Se estima que si la serie histórica es suficientemente buena, la curva de duración es representativa del régimen de caudales medios de la corriente y por lo tanto puede utilizarse para pronosticar el comportamiento del régimen futuro de caudales, o sea el régimen que se presentará durante la vida útil del proyecto.

Como se observa en las siguientes figuras la escala vertical de la curva de duración representa caudales medios (diarios, mensuales o anuales) y la escala horizontal las probabilidades de que dichos caudales puedan ser igualados o excedidos.

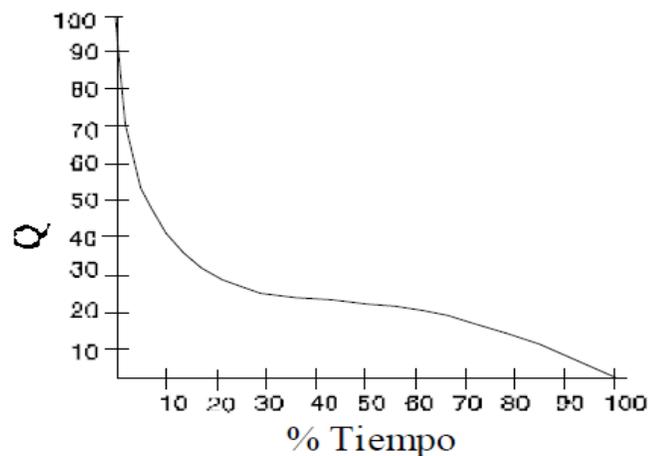
Es una gráfica que tiene el caudal, Q , como ordenada y el número de días del año (generalmente expresados en % de tiempo) en que ese caudal, Q , es excedido o igualado, como abscisa. La ordenada Q para cualquier porcentaje de probabilidad, representa la magnitud del flujo en un año promedio, que espera 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:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

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

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.



Las curvas de duración tienen formas típicas que dependen de las características de las cuencas vertientes. En cuencas de montaña, por ejemplo, la pendiente pronunciada en el tramo inicial de la curva indica que los caudales altos se presentan durante períodos cortos, mientras que en los ríos de llanura no existen diferencias muy notables en las pendientes de los diferentes tramos de la curva.

Los caudales característicos se definen como los presentados a diferentes probabilidades de ocurrencia en una curva de duración de caudales, esto es un Q_{10} , representa un caudal máximo que es superado el 10 % del tiempo, mientras que un Q_{90} corresponde a un caudal mínimo que es superado el 90 % del tiempo. Los principales datos caudales característicos son:

- Q_{90} : Caudal característico de sequía, caudal rebasado 355 días al año.
- Q_{80} : Caudal de aguas bajas, para definir periodos de construcción de obras con intervención directa del cauce.
- Q_{75} : Caudal de aguas bajas, caudal excedido 275 días al año o el 75 % del tiempo.
- Q_{50} : Caudal medio, caudal superado el 50% del tiempo, se emplea para hacer distribución de agua para aprovechamiento y se recomienda no descender de este valor.

- Q₂₅: Caudales de aguas altas: caudal rebasado 355 días al año el 55 % del tiempo.
- Q₁₀: Caudal característico máximo: Caudal rebasado 10 días al año.

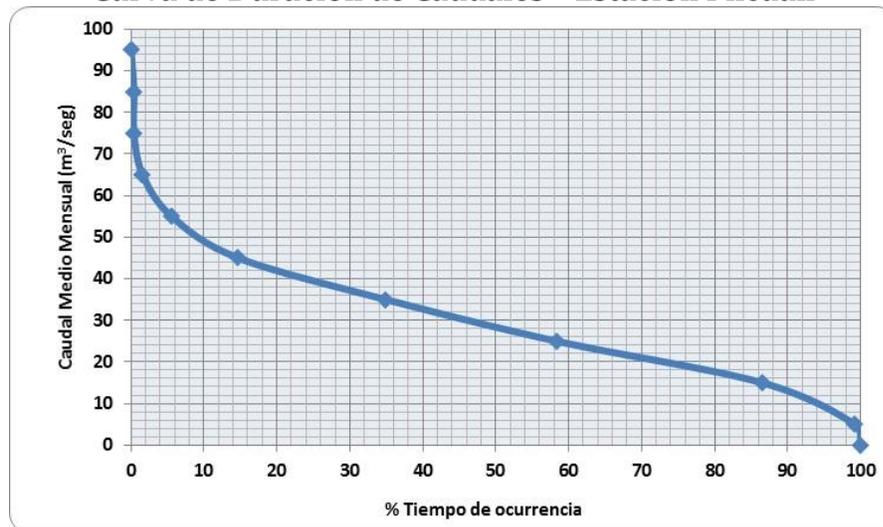
Estación Pilcuán

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Pilcuán. Para el caso del río Guaitará, los caudales característicos son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación Pilcuán

Caudales Característicos	Valor (m ³ /s)
Q ₁₀	48
Q ₂₅	39
Q ₅₀	28
Q ₇₅	20
Q ₉₀	15

Curva de Duración de Caudales - Estación Pilcuán



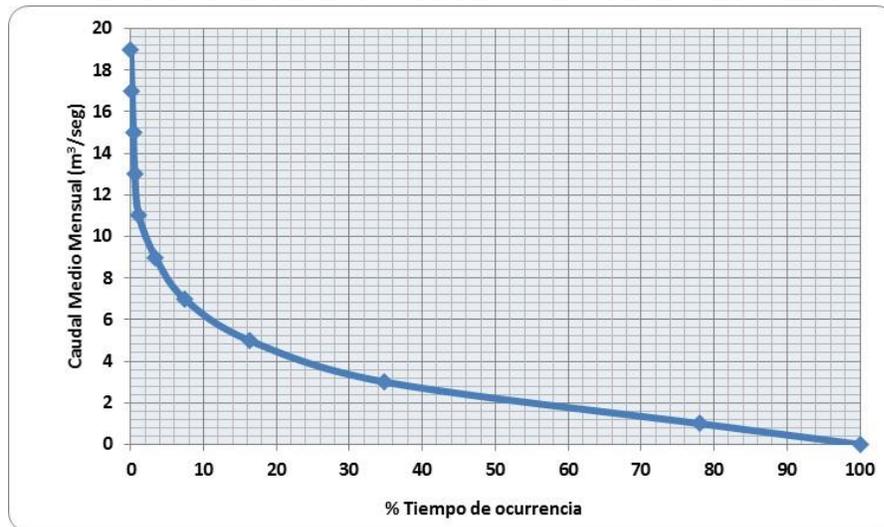
Estación Carlosama

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Carlosama. Los caudales característicos son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación Carlosama

Caudales Característicos	Valor (m ³ /s)
Q ₁₀	6,5
Q ₂₅	3,8
Q ₅₀	2,4
Q ₇₅	1,2
Q ₉₀	0,5

Curva de Duración de Caudales - Estación Carlosama



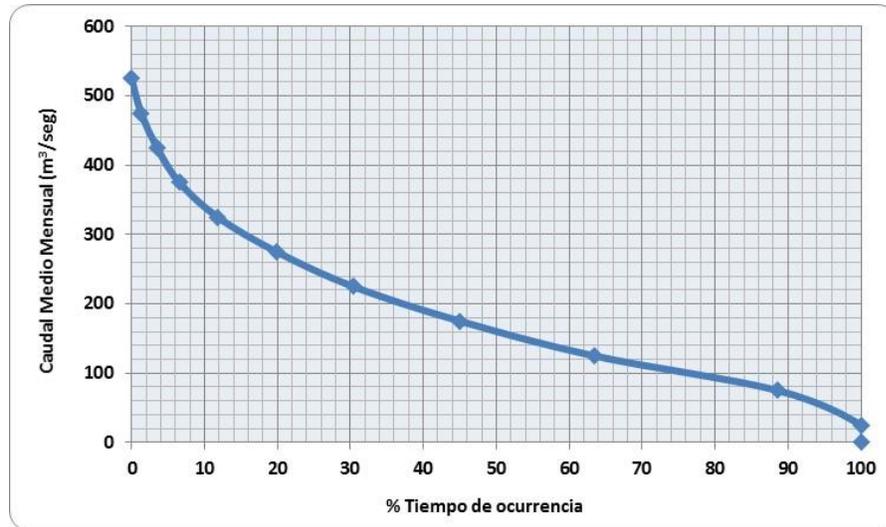
Estación Puente Guascas

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Puente Guascas. Los caudales característicos, sobre el río Patía, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación Puente Guascas

Caudales Característicos	Valor (m ³ /s)
Q ₁₀	340
Q ₂₅	245
Q ₅₀	160
Q ₇₅	100
Q ₉₀	70

Curva de Duración de Caudales – Estación Puente Guascas



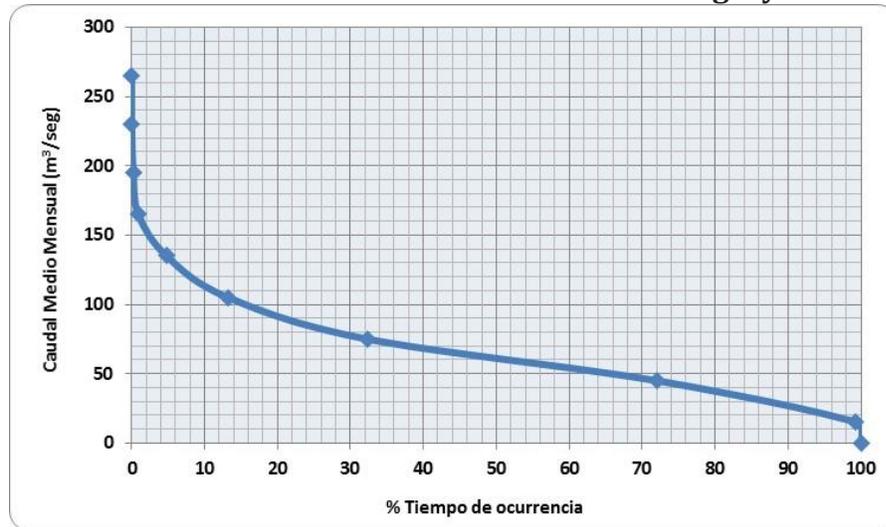
Estación Agroyaco

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Agroyaco. Los caudales característicos, sobre el río Guaitará, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos – Estación Agroyaco

Caudales Característicos	Valor (m³/s)
Q ₁₀	115
Q ₂₅	85
Q ₅₀	60
Q ₇₅	40
Q ₉₀	28

Curva de Duración de Caudales - Estación Agroyaco



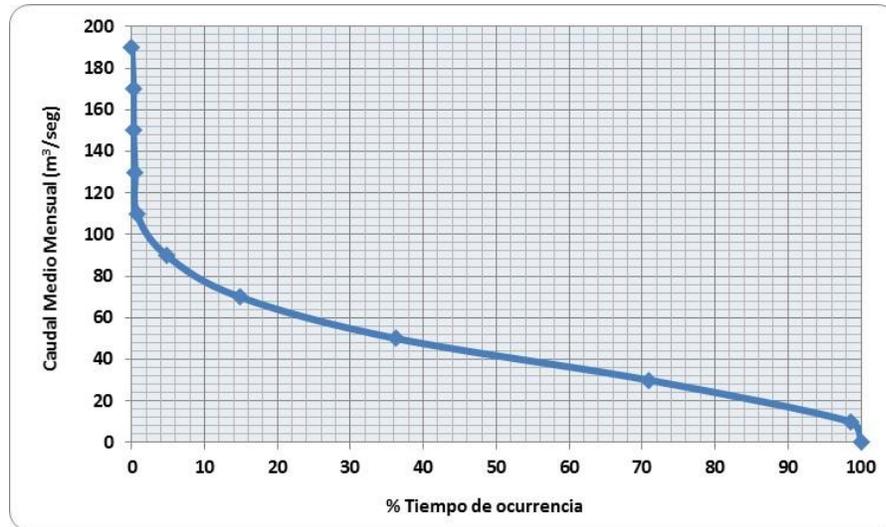
Estación San Pedro

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación San Pedro. Los caudales característicos, sobre el río Guaitará, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación San Pedro

Caudales Característicos	Valor (m³/s)
Q ₁₀	77
Q ₂₅	60
Q ₅₀	43
Q ₇₅	28
Q ₉₀	18

Curva de Duración de Caudales – Estación San Pedro



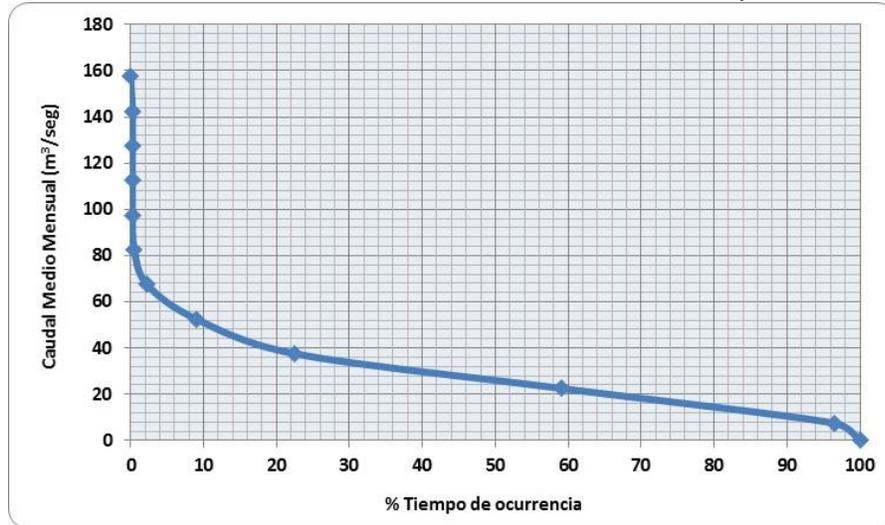
Estación Puente Juanambú

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Puente Juanambú. Los caudales característicos, sobre el río Guaitará, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos – Estación Puente Juanambú

Caudales Característicos	Valor (m³/s)
Q ₁₀	50
Q ₂₅	38
Q ₅₀	27
Q ₇₅	17
Q ₉₀	10

Curva de Duración de Caudales – Estación Puente Juanambú



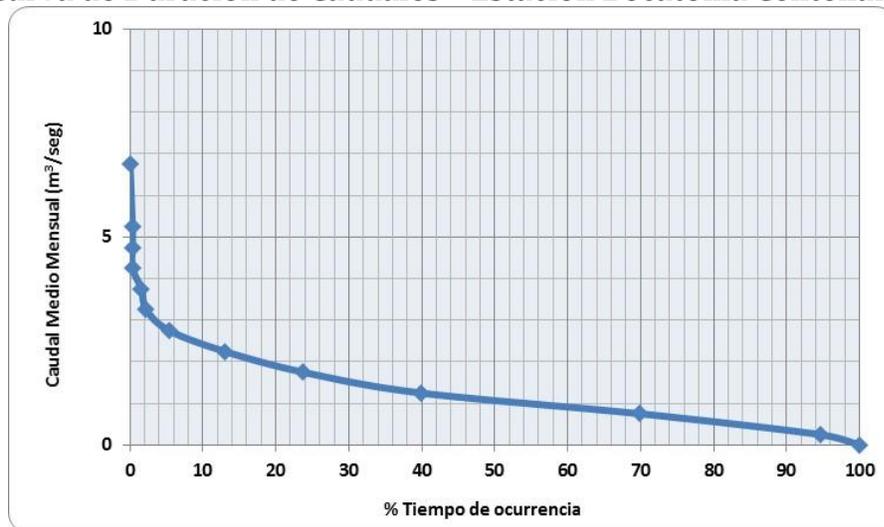
Estación Bocatoma Centenario

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Bocatoma Centenario. Los caudales característicos, sobre el río Pasto, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación Bocatoma Centenario

Caudales Característicos	Valor (m ³ /s)
Q ₁₀	2,4
Q ₂₅	1,7
Q ₅₀	1
Q ₇₅	0,7
Q ₉₀	0,4

Curva de Duración de Caudales - Estación Bocatoma Centenario



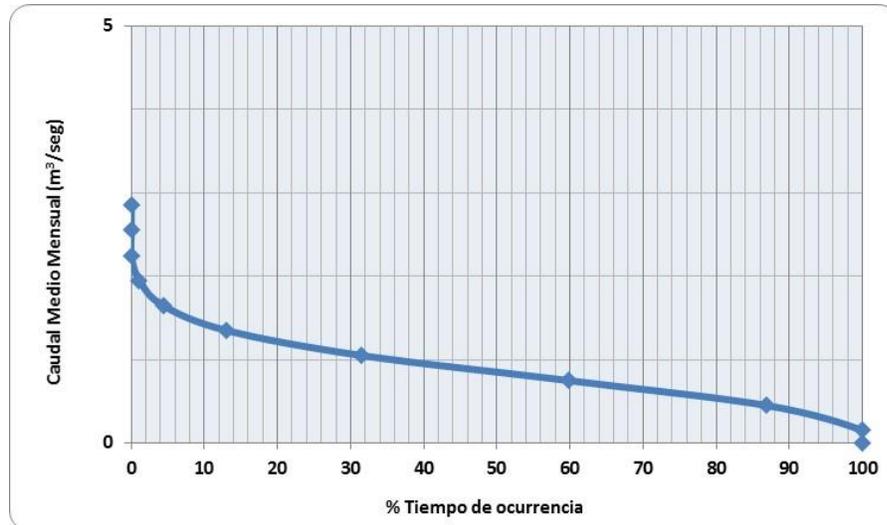
Estación Casanare Automática

En la siguiente figura se presenta la curva de duración de caudales construida con los registros medios mensuales de la estación Casanare Automática. Los caudales característicos, sobre el río Bobo, son los que se presentan en la siguiente tabla.

Caudales Característicos - Estación Casanare Automática

Caudales Característicos	Valor (m ³ /s)
Q ₁₀	1,4
Q ₂₅	1,1
Q ₅₀	0,9
Q ₇₅	0,6
Q ₉₀	0,4

Curva de Duración de Caudales - Estación Casanare Automática



7.2. Aguas Subterráneas

La ejecución de las actividades previstas en el desarrollo de este proyecto no requiere uso de agua subterránea puesto que las necesidades del recurso hídrico se abastecen a partir de la captación de aguas superficiales y la compra del recurso hídrico autorizado que brinde agua con características óptimas para el consumo humano. Por tal motivo no se solicita la concesión de aguas subterráneas.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Comisariado Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

7.3. Vertimientos

El vertimiento generado en el proyecto está dado por el consumo industrial (planta de proceso, lavado de maquinaria y taller). Las aguas residuales contarán con tratamiento físico y bacteriológico antes de ser vertidas, esto con el fin de garantizar la remoción de contaminantes y mejorar las características físico químicas del agua residual, en la Tabla 7.16 se puede observar las instalaciones de cada uno de los campamentos

Tabla 7.16 Instalaciones de campamentos

UF	CAMPAMENTO	SITIO	COORDENADAS PLANAS	Abscisa / Margen	ACTIVIDAD
4	Campamento Tangua	1	E: 965.249,558 N: 613.180,943	K14+350 / Izquierdo	Planta de procesos, asfalto, triturado
		2	E: 965.339,847 N: 613.296,037	K14+500 / Izquierdo	Infraestructura para oficinas y habitacional
5	Campamento Cebadal	1	E: 967.295,029 N: 616.023,155	K21+700 / Derecho	Planta de proceso, asfalto, triturado,
		2	E: 967.264,933 N: 616.156,108	K21+700 / Izquierdo	Infraestructura para oficinas y habitacional

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

7.3.1 Características de la composición de aguas residuales

En las obras que comprenden la materialización del nuevo eje vial se estima la generación de vertimientos asociados con los procesos en planta de hormigón, asfalto y trituradora e infraestructuras temporales (campamentos), para lo que se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales cuya caracterización se describe a continuación.

○ Aguas residuales domésticas

Por parte de operación de los campamentos en todas las etapas del proyecto, se generan dos tipos de aguas residuales domésticas negras y grises. Los residuos domésticos serán manejados por parte de la empresa prestadora del servicio de vector quienes se encargarán de la recolección de las aguas residuales domésticas, dicha empresa contará con los debidos premisos ambientales y de operación.

El cálculo del caudal de vertimiento de aguas residuales domésticas se obtuvo a partir del consumo estimado por campamento estimado en 0,26 L/seg. (Ver [Tabla 7.4](#)) y considerando un factor de retorno del 80%. En consecuencia el caudal de vertimiento de aguas residuales domésticas será de 0,21litros/seg.

Aguas Grises: Proceden de los campamentos (cocina, aseo), caracterizadas por tener materiales en suspensión y grasas de origen vegetal. En ellas el índice de contaminación orgánica es menor que en aguas de tipo sanitario o negras.

Aguas Negras: Caracterizadas por presentar un alto contenido de carga orgánica y una elevada población de coliformes totales y fecales; su concentración depende del caudal de aguas residuales y el número de trabajadores que en este caso serán ciento cincuenta (150) trabajadores en cada campamento. Ver Tabla 7.17, valores obtenidos de los estudios realizados para Ruta del Sol Tramo 1, Consorcio vial Helios, 2008.

Tabla 7.17 Caracterización de las aguas residuales negras

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES REPORTADOS
Color	UPC	> 150
Cloruros	mg Cl/l	> 150
DBO	mg O ₂ /l	> 500
DQO	mg O ₂ /l	> 600
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	50
pH	Unidad	7- 9
Sólidos disueltos	mg/l	300 – 800
Sólidos suspendidos	mg/l	100 – 200
Sulfatos	mg SO ₄ /l	40 – 100
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000
Grasas y aceites	mg/l	50- 100

Fuente (Helios Consorcio Vial, 2008)

- Aguas residuales Industriales

Son aguas que provienen de las actividades como plantas de hormigón que presentan una elevada cantidad de sólidos disueltos, suspendidos y residuos químicos, tales como se muestran en la Tabla 7.18, valores obtenidos de los estudios realizados para Ruta del Sol Tramo 1, Consorcio vial Helios, 2008. Los metales varían su concentración según las necesidades de la mezcla y su disposición los valores que se muestran en la tabla son los límites permisibles para verter.

Tabla 7.18 Caracterización aguas residuales planta de hormigón.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Cloruros	mg Cl/l	58,8
pH	Unidades	11
Sólidos Totales	mg/l	499
Sulfatos	mgSO ₄ /l	135
Solidos 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
Cadnio	mg/l	0.01

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Convenio Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
Cinc	mg/l	13
Cobre	mg/l	1.0
Mercurio	mg/l	0.02
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente (Helios Consorcio Vial, 2008)

Para el cálculo del caudal de vertimiento de las aguas residuales no domésticas (ARnD) en la etapa de operación se tiene en cuenta el coeficiente de contribución industrial para un nivel de complejidad medio es de 0,4 L/seg (Ci) y teniendo en cuenta el consumo de agua calculado para uso en plantas de procesos del proyecto es de 1.5 L/seg (Qi), con estos datos se calcula el caudal de agua residual no doméstica (Q_{ARnD}) teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Q_{ARnD} = Ci * Qi$$

$$Q_{ARnD} = 0,4 \frac{L}{seg} * 1,5 \frac{L}{seg} = 0,6 L/seg$$

Teniendo en cuenta que las plantas de concreto se cuentan con un sistema de recirculación de aguas residuales.

En los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA, se presentarán las características de recirculación del sistema. La siguiente tabla presenta el caudal de vertimiento durante la etapa constructiva.

Se determina que para el caudal de vertimiento de aguas industriales es de 0,6 L/s ya que el 85 % (0.5 perdidas por evaporación aproximadamente) del agua resultante del proceso de las plantas será recirculado de tal manera que solo el 10% va ser dispuesto.

Tabla 7.19 Caudal de vertimiento

NOMBRE	TIPO DE AGUA	Consumo de agua	Generación de agua residual
		Caudal agua solicitado L/seg	Vertimiento de agua L/Seg
Campamento Tangua	ARD	0,26	0,21
	ARnD	1,5	0,6
Campamento Cebadal	ARD	0,26	0,21

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

NOMBRE	TIPO DE AGUA	Consumo de agua	Generación de agua residual
	ARnD	1,5	0,6

Fuente. (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

Para la disposición de residuos líquidos producto de la instalación de campamentos y desarrollo de actividades constructivas en general, se contemplan las siguientes estrategias de disposición final, cuya descripción a detalle se presenta adelante.

Tabla 7.20 Características de vertimientos

ORIGEN	TIPO DE AGUA RESIDUAL	CAUDAL	SISTEMA DE TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
-	-	l/s	-	-
Proyecto vial	ARD	0,13	Recolección en unidades sanitarias portátiles y disposición final mediante un gestor externo autorizado	Camión vector Qda. La Magdalena Campo de infiltración (ubicación en cada campamento)
Campamento Tangua	ARD	0,21	Trampa de grasas	
			Pozo séptico	
			Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	
			Tanque de almacenamiento 1	
ARD	0,60	Tanque de almacenamiento 2		
		Trampa de grasas		
		Desarenadores		
ARD	0,21	Piscina sedimentadora		
		Trampa de grasas		
		Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)		
ARD	0,60	Trampa de grasas		
		Desarenadores		
		Piscina sedimentadora		

Los valores de los caudales previamente relacionados serán susceptibles a disminuir, teniendo en cuenta que se contempla un reuso de los residuos líquidos tratados, en al menos un 30%, a destinar en un uso industrial.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Convenio de Vialidad	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

A continuación, la descripción de las estrategias para la disposición final de los residuos líquidos generados.

7.3.2 Vertimientos por vector

Se proyecta la implementación de esta estrategia durante la etapa constructiva, para el transporte y disposición final de los residuos líquidos generados por las unidades sanitarias portátiles (ARD) a instalar en los diferentes frentes de obra, así como de las mismas aguas residuales generadas en los campamentos. Esta gestión se realizará a través de gestores externos autorizados, los cuales serán responsables de la recolección, manejo y disposición final, a través de un equipo de succión al vacío conocido como vector.

Cabe aclarar que los terceros deberán contar con los permisos ambientales y operacionales respectivos que les permita la prestación del servicio. La evidencia de los acercamientos realizados con empresas prestadoras de este servicio, se encuentra en los Anexos 7.3.a y 7.3.b, adjuntos al presente EIA.

7.3.3 Vertimiento en corrientes de agua superficiales (Q. La Magdalena)

La descarga del Agua Residual generada por las actividades (domésticas a industriales) desarrolladas en los campamentos de Tangua y Cebadal, se prevé realizar, previo proceso en el sistema de tratamiento comprendido por trampa de grasas, pozo séptico y FAFA, en dos sitios diferentes sobre la quebrada La Magdalena, en razón a lo cual se procede con la solicitud de los respectivos permisos, con las siguientes características (ver Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Permiso de Vertimientos en Anexo 7.1.3.a).

Campamento	Fuente receptora	Coordenadas líneas de vertimientos	Caudal de descarga (l/s)	Acceso al sitio
Cebadal	Q. La Magdalena	Inicio: E 966934,5958 N 616232,1331 Fin: E 966941,9825 N 616259,7543	0,81	El acceso desde el campamento hasta el sitio de descarga se realizará de manera directa mediante tubería PVC (4-8”), una vez se concluya el proceso en el sistema de tratamiento.
Tangua	Q. La Magdalena	Inicio: E 961066,8191 N 610387,1836 Fin: E 961089,6627	0,81	El sitio previsto para realizar la descarga de las ARD se localiza a una distancia aproximada de 8 Km del campamento Tangua. Se prevé el acceso por la vía nacional que conduce a Pasto

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
			Julio de 2017

Campamento	Fuente receptora	Coordenadas líneas de vertimientos	Caudal de descarga (l/s)	Acceso al sitio
		N 610426,2726		hasta el K7+000, desde donde se realizará de manera directa mediante tubería PVC (4-8”), una vez se concluya el proceso en el sistema de tratamiento.

En el Anexo 7.1.3.b se encuentran los documentos *Modelación matemática para la evaluación ambiental del vertimiento del campamento Cebadal sobre la quebrada La Magdalena* y *Modelación matemática para la evaluación ambiental del vertimiento del campamento Tangua sobre la quebrada La Magdalena*, como requerimiento de la solicitud del permiso de vertimiento en dicha corriente receptora.

- Caudales de estiaje

El río Bobo cuenta con la estación hidrométrica Casanare Automática operada por el IDEAM con un registro de 24 años desde 1989 hasta el 2012, lo que permitió de manera directa caracterizar el régimen hidrológico. En la Figura 7-8 se presenta la distribución temporal anual multianual de los caudales medios, máximos y mínimos. De estas figuras, se observa que el régimen de caudales es de tipo monomodal.



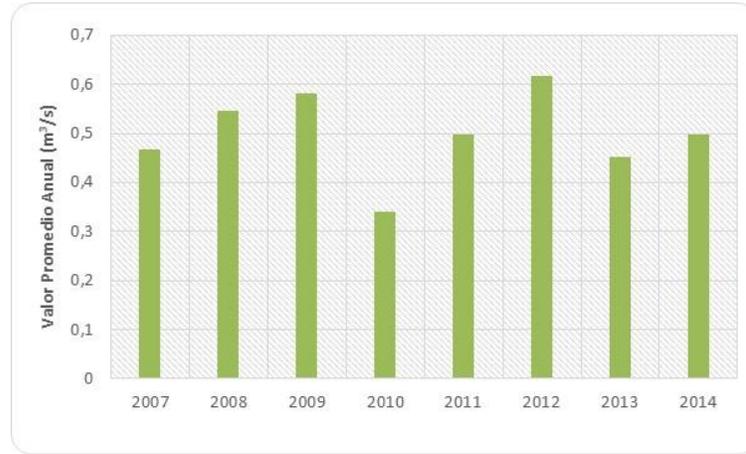


Figura 7-8 Distribución de Caudales Mínimos – Estación Casanare Automática (Río Bobo)

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

El caudal mínimo es de 0,23 m³/s. El período de caudales bajos se presenta durante los meses de septiembre a marzo, siendo octubre el mes donde se registran los caudales más bajos, Finalmente, en la Figura 7-8 se presenta un resumen gráfico de las series de caudal en diagrama de cajas y bigotes (*boxplots*) utilizando los valores de caudales mínimos de los registros medios mensuales multianuales de la estación Casanare Automática (Río Bobo).

- Calidad de agua puntos de vertimiento

Los puntos monitoreados para obtener calidad del agua se presentan en la Tabla 7.21, donde se especifica el nombre de la fuente, coordenadas, municipio y punto monitoreados (aguas arriba y aguas abajo).

Tabla 7.21 Puntos Tipo Línea monitoreo de cuerpos de agua superficiales, tramo Pedregal – Catambuco

MUNICIPIO	VEREDA	NOMBRE FUENTE	COORDENADA MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE		LOCALIZACIÓN	TIPO DE MUESTREO
			ESTE	NORTE		
Yacuanquer	Inantas Alto	Q. La Magdalena	961200,09	610748,83	Aguas arriba	Puntual
Tangua	El Tablón	Q. La Magdalena	961152,91	609232,41	Aguas abajo	Puntual
Tangua	El Cebadal	Q. La Magdalena	965250,58	615213,67	Puntual	Puntual

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

– *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica*

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

La determinación de la calidad de agua se llevó a cabo con la medición de parámetros físico-químicos y bacteriológicos de las fuentes río Bobo y quebrada Magdalena. Este procedimiento se hace con el objeto de conocer si los valores de estos parámetros se encuentran dentro del intervalo que marca la legislación vigente. El análisis fisicoquímico se realizó teniendo en cuenta los lineamientos de PO-PSM-45 de muestreo de agua y técnicas del *Standard Methods* 1060 edición 22.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros medidos para la caracterización de las fuentes hídricas intervenidas directamente por el proyecto, ver Tabla 7.22

Tabla 7.22 Resultados análisis calidad de agua puntos proyectados a verter

Parámetros	Río Bobo	Quebrada La Magdalena
pH (Unidades)	7,21	7,04
Temperatura °C	19	10,7
Oxígeno Disuelto (mg/L)	4,32	7,9
Conductividad (uS/cm)	451	116,7
DBO mg/L	13,1	5
DQO mg/L	24,8	20
Solidos Suspendidos Totales mg/L	<20	<10
Grasas y Aceites mg/L	<9,0	<10
Alcalinidad mg/L	20,7	42,82
Dureza Total mg/L	68	52,16
Coliformes Totales NMP/mL	11000	3500
Coliformes Termotolerantes NPM/ml	4900	330
E. Coli	Presencia	Presencia
Turbiedad NTU	2,22	2,5
Color Verdadero UPC	<5,00	38
Nitrógeno Total mg/L	<3,00	0,68
Fosforo Total mg/L	<0,062	<0,06
Fenoles Totales mg/L	<0,002	-
Zinc mg/L	<0,014	<0,05
Bario Total mg/L	<0,141	< 0,50
Cadmio Total mg/L	<0,0048	<0,003
Cobre Total mg/L	<0,0088	<0,10
Cromo Total mg/L	<0,0046	-
Mercurio Total mg/L	0,0007	<1,00
Níquel Total mg/L	<0,0045	<0,02
Plata Total mg/L	<0,007	<0,04
Plomo Total mg/L	<0,0054	<0,01
Selenio Total mg/L	<0,0055	<0,01
Arsénico mg/L	< 0,010	< 10

Fuente: (ASOAMSAS, 2016)

Para mayor claridad con respecto a los monitores de calidad de agua que se desarrollaron en el proyecto Rumichaca – Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, remitirse al capítulo 5.1 del presente estudio y ver anexo 5.1.6

7.3.4 Vertimientos en suelos

La opción para la disposición final de las aguas residuales resultantes de las actividades industriales de los campamentos, es realizarlas a través de los campos de infiltración en el suelo localizados uno en cada zona de campamento (Tangua y Cebadal). En la Figura 7-9 se observa la ubicación de los campamentos y en la Figura 7-10 la ubicación de los sitios propuestos para el vertimiento de las aguas residuales, referenciados en las siguientes coordenadas:

Tabla 7.23 Georreferenciación de campos de infiltración en cada campamento

Campamento	Área receptora	Coordenadas campos de infiltración	Caudal de descarga (l/s)
Tangua	Sitio A1 (367,7 m ²)	Punto 1: 613322,85N – 965321,75E Punto 2: 613301,83N – 965359,29E Punto 3: 613291,65N – 965349,87E Punto 4: 613318,52N – 965320,56E	0,81
	Sitio A2 (899,3 m ²)	Punto 1: 613168,59N – 965198,73E Punto 2: 613155,89N – 965224,00E Punto 3: 613127,07N – 965221,01E Punto 4: 613133,63N - 965192,85E	
Cebadal	Sitio A1 (317,8 m ²)	Punto 1: 616202,31N – 967249,01E Punto 2: 616196,60N – 967260,92E Punto 3: 616174,74N – 967249,81E Punto 4: 616180,83N – 967238,42E	0,81
	Sitio A2 (936,4 m ²)	Punto 1: 615960,86N – 967252,02E Punto 2: 615954,47N – 967301,47E Punto 3: 615923,43N – 967268,98E	

Para cada campo de infiltración se solicitó el respectivo permiso de vertimientos, mediante los Formatos Únicos Nacionales de Vertimientos (Ver Anexo 7.3.2)

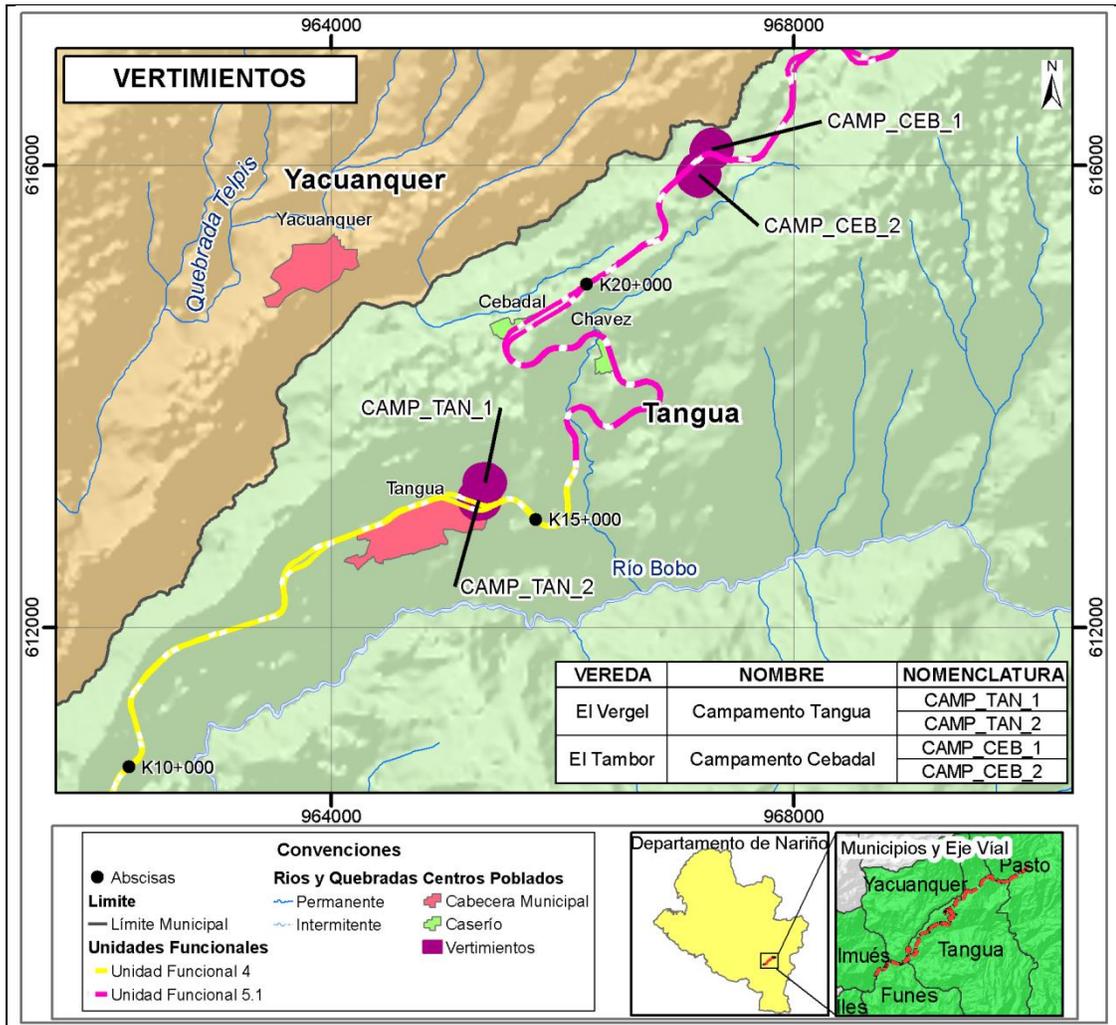


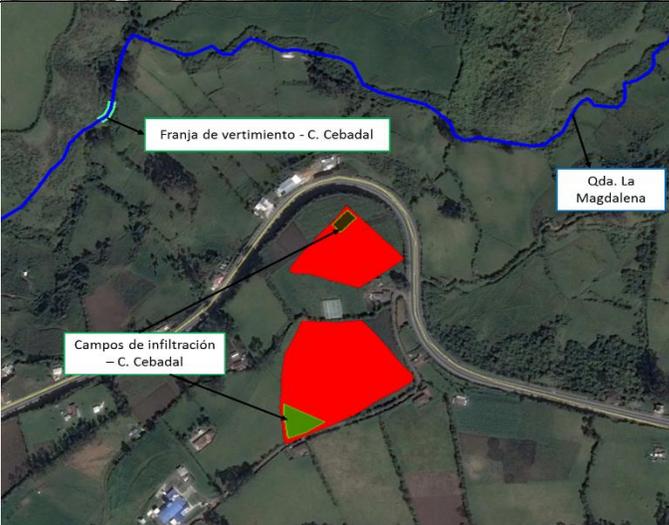
Figura 7-9: Ubicación campamentos

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S.)

- Áreas de disposición de campos de infiltración

Para determinar cada posible área del campo de infiltración, se tuvo en cuenta las unidades de suelo y topografía del terreno, obteniendo así las siguientes áreas (Ver **Error! Reference source not found.**). (Ver Anexo GDB/cartografía /pdf/EIADCRP_IP_033)

Figura 7-10. Áreas campos de infiltración

UF	CAMPAMENTO	IMAGEN
4	Tangua	 <p>Campos de infiltración - C. Tangua</p> <p>Oda. La Magdalena</p> <p>Franja de vertimiento - C. Tangua</p>
5	Cebadal	 <p>Franja de vertimiento - C. Cebadal</p> <p>Oda. La Magdalena</p> <p>Campos de infiltración - C. Cebadal</p>

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

- Pruebas de percolación

Para la determinación de la capacidad de infiltración del suelo se hizo la apertura de un hueco de 40 x 40 cm y 1 metro de profundidad; se tomaron muestras integradas a diferentes profundidades (0 – 30 cm; 30 – 70 cm y 70 – 1 metro). Las muestras de suelo recolectadas fueron llevadas al laboratorio donde se determinará la velocidad de infiltración del mismo. En la Fotografía 7.1 se muestra la ejecución del estudio de suelos en las áreas propuestas para campamento.

Teniendo en cuenta los análisis preliminares realizados, es de esperarse capacidades de infiltración promedio de 2,5 cm/hora; rango de 0.5cm/hr a 7cm/hr; cuyas capacidades se observan buenas en promedio para el trámite del permiso de vertimientos.



Fotografía 7.1 Definición punto de muestreo
 Coordenada magna sirgas origen oeste X 967252,79 – Y 616114,11
 Fuente (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

- Muestreo de suelos

Para la selección de los sitio de muestreo se llevó a cabo una visita previa a la superficie a muestrear, con el fin de conocer el tipo de suelo, las condiciones topográficas, apreciación visual, clima, color superficial del suelo, vegetación, textura del suelo, área de muestra, cantidad y tamaño de la cuadrícula.

En la Tabla 7.24 se presenta la ubicación de cada punto muestreado así como el campamento al cual pertenecen. Los estudios de suelo se presentan en el anexo 7.3.2.a

Tabla 7.24 Ubicación de los puntos muestreados

Punto	Campamento	Coordenadas planas Magna Sirgas origen Oeste	
		ESTE	NORTE
1	Tangua-1	965210,42	613114,93
2	Tangua-2	965340,36	613251,03
3	El Tambor-1	967252,78	616114,11
4	El Tambor-2	967232,37	615987,56

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

En la Fotografía 7.2 y Fotografía 7.3 se presenta el registro fotográfico de la toma de muestras de suelo en el área del campamento Tangua.



Fotografía 7.2: Apertura de agujero estudio de suelo
 Coordenada magna sirgas origen oeste X 965026,64 – Y 611765,93
 Fuente (Géminis Consultores S.A.S, 2016)



Fotografía 7.3 Recolección de muestra de suelo
 Coordenada magna sirgas origen oeste X 965026,64 – Y 611765,93
 Fuente (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

– *Descripción general de la muestra*

En la tabla se describen las condiciones de la muestra para los cuatro puntos de interés

Tabla 7.25 Identificación puntos de apiques

Punto	Profundidad (M)	Descripción
Tangua-1	0,00 a 1,50	Arena limosa color marrón
Tangua-2	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón
El Tambor-1	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón
El Tambor-2	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón

Fuente: (ASOAM, 2016)

– *Humedad de campo*

La Humedad es la encargada de permitir que se realicen los procesos biológicos, como consecuencia, la presencia de agua es fundamental en los suelos, no en abundancia sino de forma suficiente ya que cuando existe humedad en los suelos es posible la generación de actividad microbiana dando como resultado el abono para las plantas. Los resultados de los puntos muestreados se muestran en la siguiente Tabla 7.26

Tabla 7.26 Profundidades y humedales

Punto	Profundidad (M)	Humedad (%)
Tangua-1	0,00 a 1,50	25,9
Tangua-2	0,00 a 1,50	24,8
El Tambor-1	0,00 a 1,50	26,5
El Tambor-2	0,00 a 1,50	27,2

Fuente: (ASOAM, 2016)

Los datos presentados en las muestras analizadas, tienen un promedio de 26,12 % de humedad natural, siendo un valor normal par suelos con características francos arcillosos. El valor máximo de humedad lo presenta en El tambor-2 y el mínimo se obtuvo en el punto ubicado en Tangua-2.

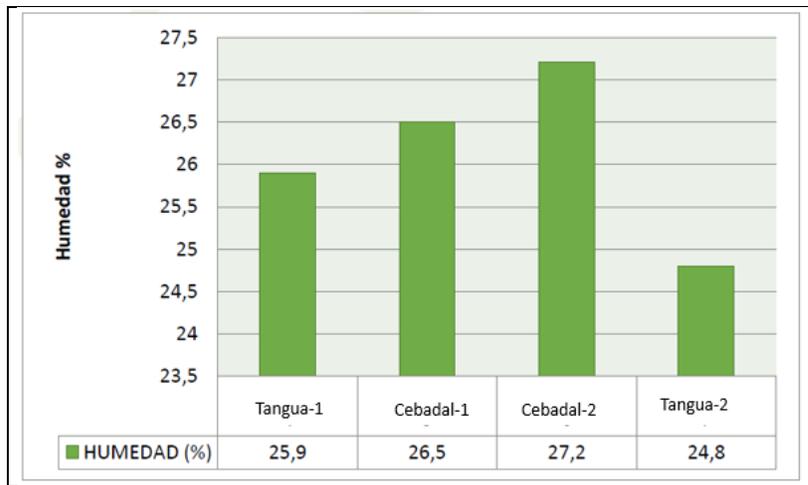


Figura 7-11 Porcentaje de actividades

Fuente (ASOAM, 2016)

– *Granulometría*

La granulometría es la determinación de la proporción de tamaños en que se encuentran distintos tamaños de partículas presentes en el suelo.

Tabla 7.27 Granulometría punto Tangua-1

P 1=		303,5		P 2 =		96,9	
T amiz		R eten	%	% R et	% R et		%
P ulg.	mm		R eten	A cum	P asa		
3"	75,0						
2 ½"	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 ½"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
3 / 4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
1/ 2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0		
3 / 8	9,5	2,1	0,7	0,7	99,3		
N o . 4	4,75	0,9	0,3	1,0	99,0		
N o .10	2,00	5,5	1,8	2,8	97,2		
N o .40	0,43	33,4	11,0	13,8	86,2		
N o . 10 0	0,15	32,1	10,6	24,4	75,6		
N o .200	0,075	22,9	7,5	31,9	68,1		
FOND O		206,6	68,1	100,0	0,0		

Fuente: (ASOAM, 2016)

Tabla 7.28 Granulometría punto Tangua-2

P 1=		241,1		P 2 =		52,7	
T amiz		R eten	%	% R et	% R et		%
P ulg.	mm		R eten	A cum	P asa		
3"	75,0						
2 ½"	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 ½"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
3 / 4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
1/ 2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0		
3 / 8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0		
N o . 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9		
N o .10	2,00	1,6	0,7	0,8	99,2		
N o .40	0,43	12,4	5,1	5,9	94,1		
N o . 10 0	0,15	21,3	8,8	14,8	85,2		
N o .200	0,075	17,1	7,1	21,9	78,1		
FOND O		188,4	78,1	100,0	0,0		

Fuente: (ASOAM, 2016)

Tabla 7.29 Granulometría punto Cebadal - 1

P 1=		241,1		P 2 =		52,7	
T amiz		R eten	%	% R et	% R et		%
P ulg.	mm		R eten	A cum	P asa		
3"	75,0						
2 ½"	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0		

2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3 / 4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1/ 2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0
3 / 8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
N o . 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9
N o .10	2,00	1,6	0,7	0,8	99,2
N o .40	0,43	12,4	5,1	5,9	94,1
N o . 10 0	0,15	21,3	8,8	14,8	85,2
N o .200	0,075	17,1	7,1	21,9	78,1
F O N D O		188,4	78,1	100,0	0,0

Fuente: (ASOAM, 2016)

Tabla 7.30 Granulometría punto Cebadal – 2

P 1 =		348,0	P 2 =		210,1
T amiz		R eten	%	% R et	%
P ulg.	mm		R eten	A cum	P asa
3"	75,0				
2 ½"	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3 / 4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1/ 2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0
3 / 8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
N o . 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9
N o .10	2,00	4,8	1,4	1,5	98,5
N o .40	0,43	81,4	23,4	24,9	75,1
N o . 10 0	0,15	94,6	27,2	52,0	48,0
N o .200	0,075	29,0	8,3	60,4	39,6
F O N D O		137,9	39,6	100,0	0,0

Fuente: (ASOAM, 2016)

○ Curvas de granulometría

Después de realizar el tamizado, se determina la cantidad que pasa por cada malla; esto se obtiene al graficar en una escala semilogarítmica, el logaritmo de la abertura del tamiz en mm en la abscisas, y el porcentaje pasa por cada matiz, en las ordenadas.

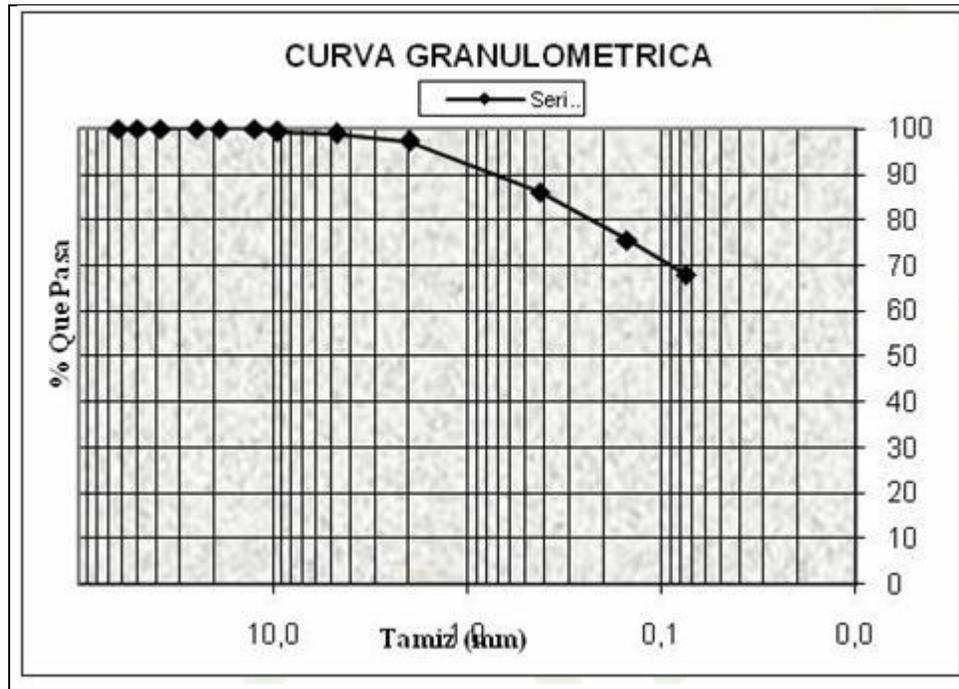


Figura 7-12 Curva Granulométrica punto Tangua-1

Fuente (ASOAM, 2016)

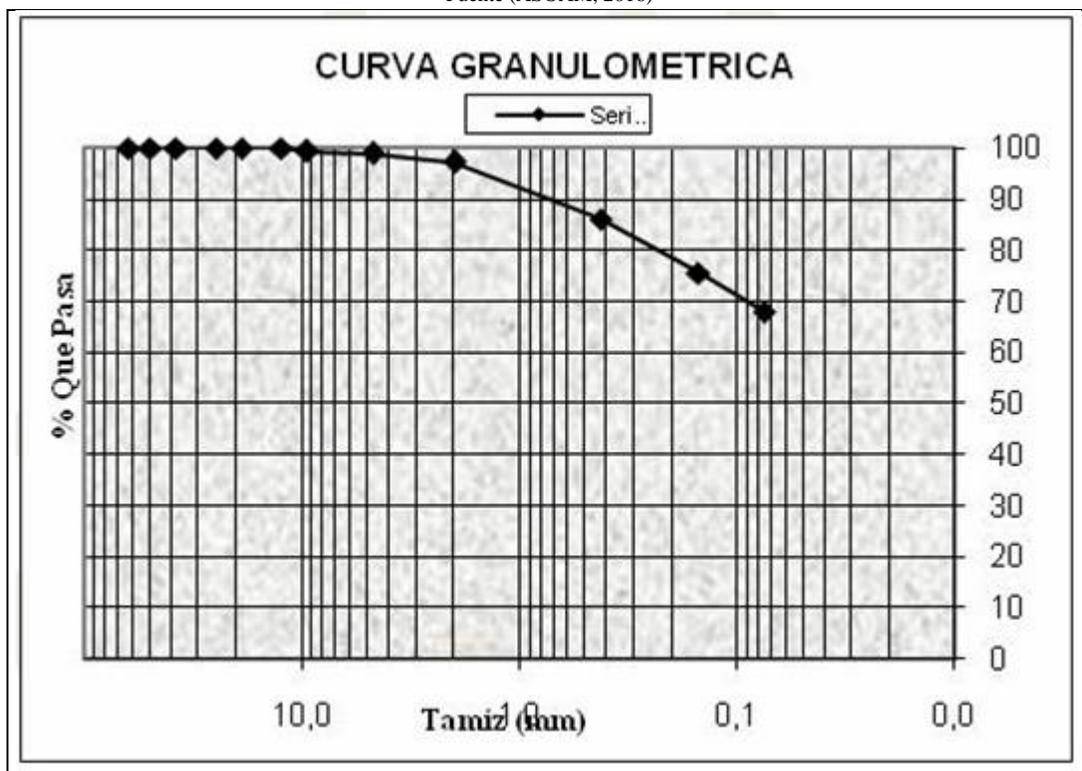


Figura 7-13 Curva Granulométrica punto Tangua-2

Fuente (ASOAM, 2016)

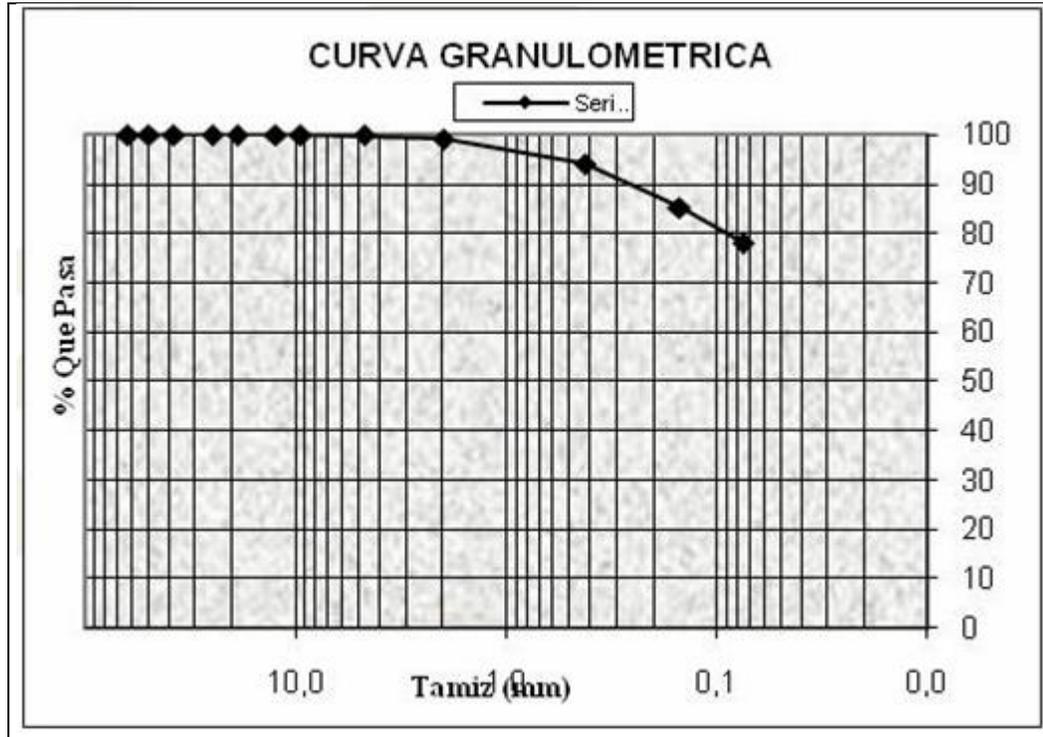


Figura 7-14 Curva Granulométrica punto cebadal -1

Fuente (ASOAM, 2016)

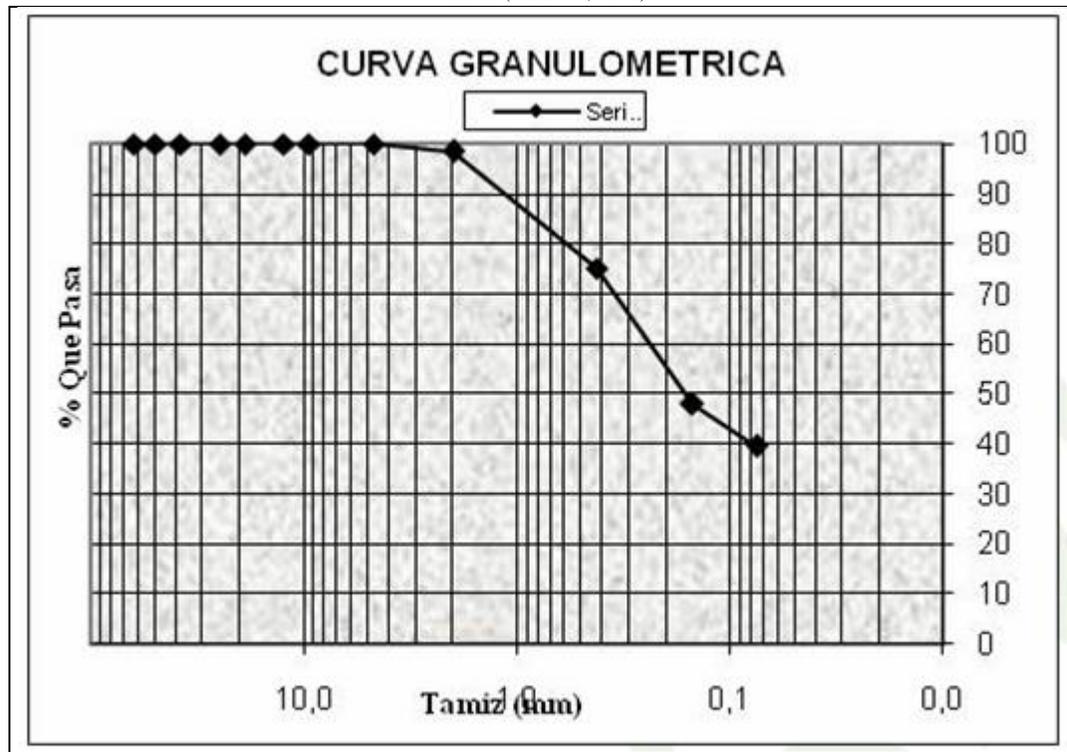


Figura 7-15 Curva Granulométrica punto cebadal -1

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Fuente (ASOAM, 2016)

– *Permeabilidad o conductividad hidráulica*

La permeabilidad es una característica asociada a la porosidad y se define como la facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos.

No solo los valores absolutos de porosidad bastan para estimar la permeabilidad del suelo sino algunos otros factores como la geometría del sistema poroso. Así, una estructura hojosa deja una gran porosidad pero dificulta notablemente la circulación del agua, al igual que sucede cuando no existe una buena interconexión entre los componentes de la macroporosidad.

La conductividad hidráulica o permeabilidad es una propiedad que depende de las características del fluido y de la permeabilidad del medio poroso a través del cual circula y de la fuerza de gravedad (g).

De tal forma, que algunas propiedades del fluido como peso específico, viscosidad dinámica y temperatura, influyen en el valor de K, al igual que el tamaño medio de los espacios abiertos (d), estratificación, empacamiento, disposición de los granos, distribución de tamaños, considerados a través del factor de forma (C) y la porosidad.

Así por ejemplo, en lo que respecta a variaciones en las propiedades físicas del agua resulta que el agua salada circula con mayor velocidad que la dulce, por ser más densa y el agua caliente fluye más rápido que la fría, por ser menos viscosa.

Tabla 7.31 Resultados de permeabilidad

Punto	Profundidad (M)	D10 (MM)	PERMEABILIDAD (M/S)
Tangua-1	0,00 a 1,50	0,021	$5,11 \times 10^{-6}$
Tangua-2	0,00 a 1,50	0,015	$2,61 \times 10^{-6}$
El Tambor-1	0,00 a 1,50	0,001	$1,16 \times 10^{-8}$
El Tambor-2	0,00 a 1,50	0,023	$6,14 \times 10^{-6}$

Fuente: (ASOAM, 2016)

Los valores promedios para la conductividad hidráulica o permeabilidad son $2,33 \times 10^{-6}$ m/seg que equivale a 0,201 m/día respectivamente, estos valores muestran suelos de muy baja permeabilidad con alto contenido de finos.

– *Análisis de metales en suelos*

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Los metales considerados en el análisis de caracterización de suelos en el área de influencia, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, hacen referencia a Arsénico, Bario, Calcio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Total, Magnesio, Mercurio, Potasio, Selenio y Sodio, los cuales se encuentran en proporciones variables pero en bajas concentraciones que pueden ser atribuidas a las características propias del suelo objeto de estudio. Los valores registrados para cada metal en los cuatro (4) puntos evaluados, se presentan a continuación.

Tabla 7.32 Resultados de metales Totales

METALES	UND	Tangua-1	Tangua-2	El Tambor-	El Tambor-
Arsénico Total	mg/Kg	2,5	2,8	3,5	1,8
Bario Total	mg/Kg	230,3	235,5	328,7	236,6
Calcio Total	mg/Kg	3279,9	1740,9	3287,3	2764,6
Cadmio	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Cobalto Total	mg/Kg	7,4	5,1	4	2,3
Cromo	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Magnesio Total	mg/Kg	586,9	1294	1195,4	1625,9
Mercurio Total	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Potasio Total	mg/Kg	1479,6	2145,9	1778,1	1998,1
Selenio	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Sodio Total	mg/Kg	345,2	233,2	602,7	279,5

Fuente: (ASOAM, 2016)

En el Figura 7-16 **Variación Arsénico Total**, se observa la variación de Arsénico total que contiene las muestras de suelo tomadas en los cuatro (4) puntos, presentado una mayor concentración en el punto de muestreo del punto Tangua-1 con un valor de 5mg/kg, esto establece las condiciones reductoras del suelo y está fuertemente enlazada a los minerales del suelo, particularmente a los óxidos e hidróxidos metálicos coloidales, mediante enlaces iónicos

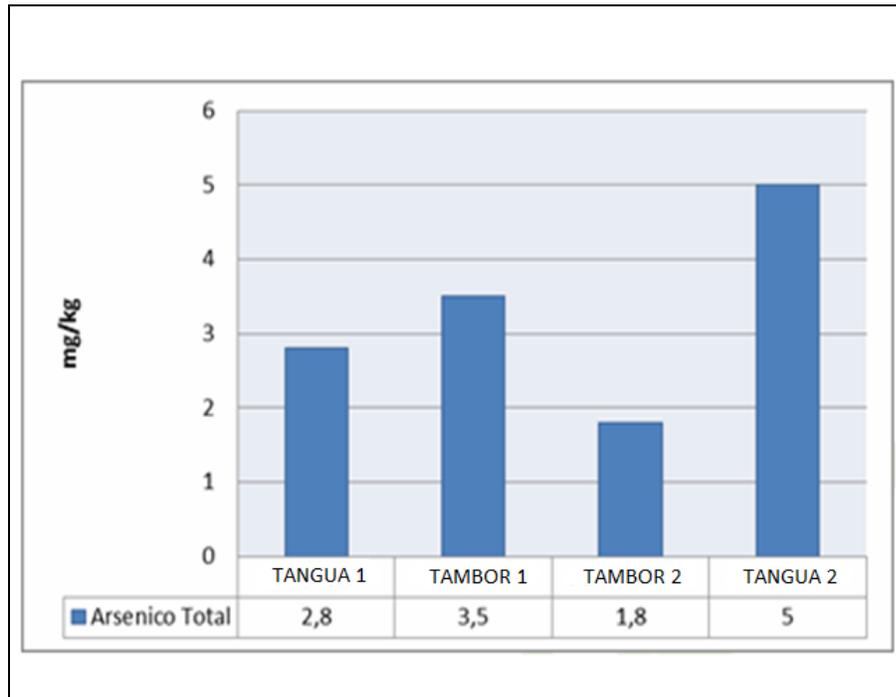


Figura 7-16 Variación Arsénico Total

Fuente (ASOAM, 2016)

En la Figura 7-17 se muestra la variación de las concentraciones de bario que se registraron en los cuatro (4) puntos de muestreo. Obteniendo un valor mayor en el punto Tangua 1 con 328,7 mg/kg y un valor más bajo en el punto de muestreo con un valor de 203,3 mg/kg

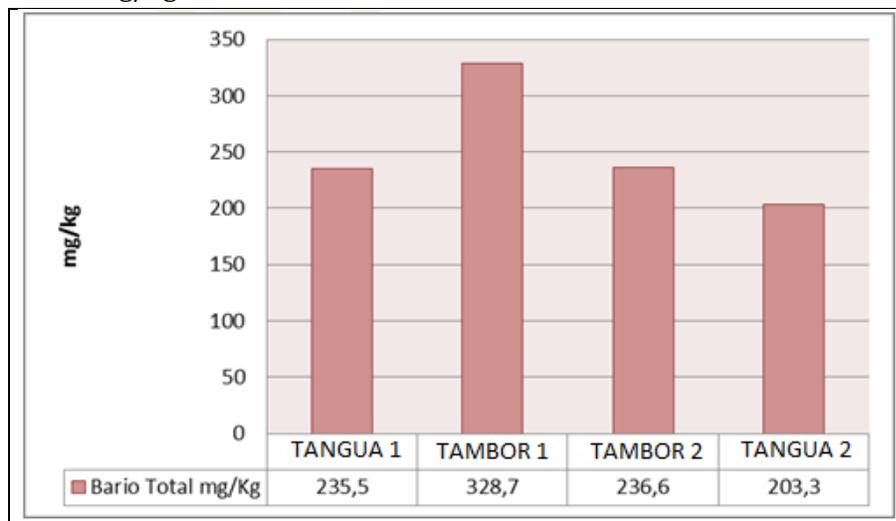


Figura 7-17 Variación Bario Total

Fuente (ASOAM, 2016)

El calcio total en los puestos de muestreo, Figura 7-18, muestran un efecto positivo como floculante de arcillas y contribuye ampliamente a la organización de la estructura del suelo y a la estabilidad del mismo, con un alto valor en el punto de muestreo de Apique N°7 con 3880,8 mg/kg y un valor mínimo de 1740 mg/kg para el punto Tangua - 1

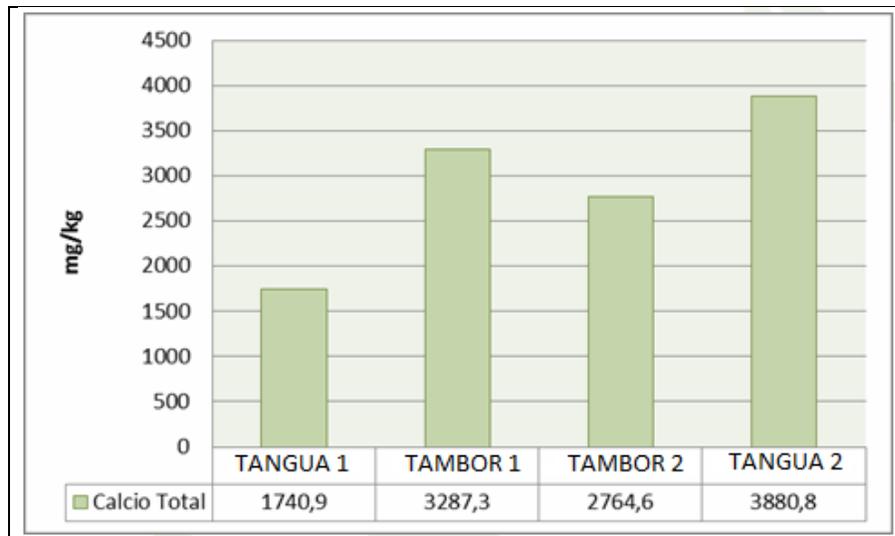


Figura 7-18 Variación Calcio Total.

Fuente (ASOAM, 2016)

La variación de magnesio en los puntos de muestreo señala unas altas concentraciones en el punto Tangua 2 y bajos valores en el punto tambor 1, mostrando suelos pesados y ligeros respectivamente en estos dos puntos. Sin embargo no provocan la carencia inducida de magnesio.

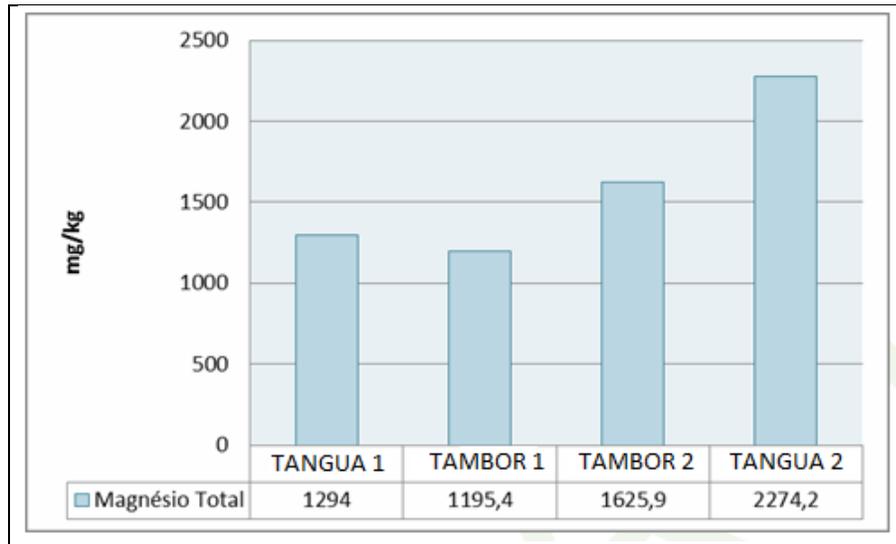


Figura 7-19 Variación Magnésio Total.

Fuente (ASOAM, 2016)

En Figura 7-20 se muestra la variación de cobalto que se obtuvo a partir de los resultados obtenidos del muestreo, observando una disminución del punto Tangua 1 respectivamente hasta el punto Tambor 2. Esta variación está ligada, fundamentalmente, a los óxidos de manganeso y hierro, de modo que solo una pequeña parte del cobalto permanece libre y, por lo tanto, móvil, mostrando en los sitios de muestreo suelos con baja acidificación.

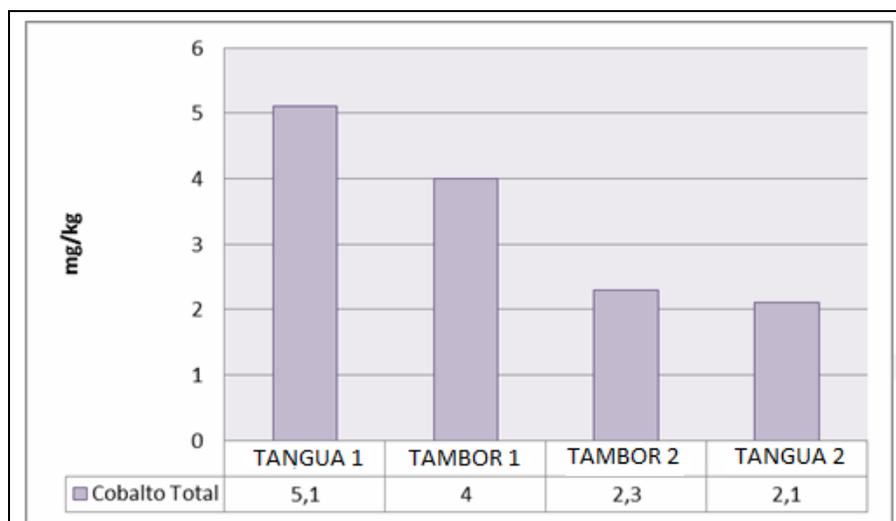


Figura 7-20 Variación Cobalto Total.

Fuente (ASOAM, 2016)

En la Figura 7-21, se muestra la variación de Potasio, presentando para el punto Tangua 2 un valor menor con 587,4 mg/Kg, esto se debe posiblemente al lavado y la erosión. También puede ser fijado por minerales arcillosos, quedando disponible lentamente.

Esta pérdida que se presenta por lavado depende del clima y de la naturaleza del suelo: los suelos con gran capacidad de cambio tienen menores pérdidas que los arenosos. En climas lluviosos y en suelos con poca capacidad de cambio, las pérdidas de potasio pueden ser grandes; sin embargo, en general, la concentración de Potasio es constante para una profundidad de 90cm.

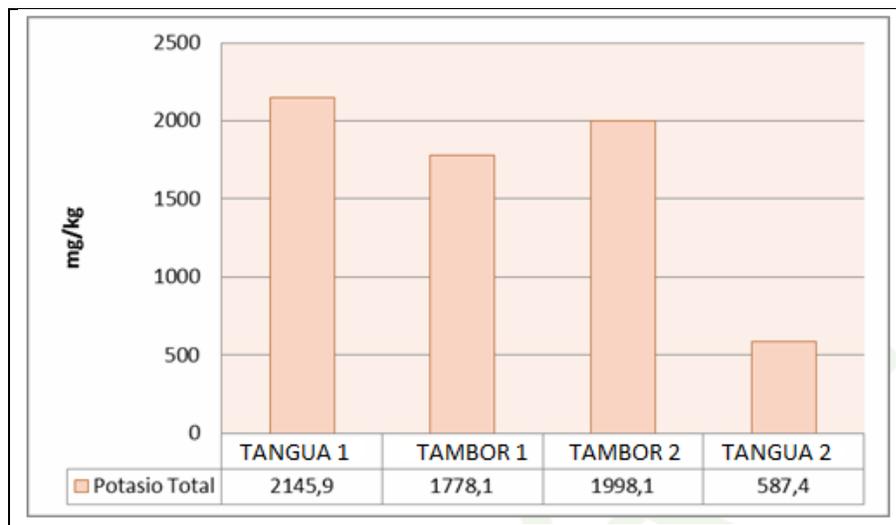


Figura 7-21 Variación Potasio Total.

Fuente (ASOAM, 2016)

En altas concentraciones el sodio afecta de manera directa las propiedades del suelo relacionadas con la retención y disponibilidad del agua para la vegetación existente. Las muestras de suelo tomadas en Tangua 2 contienen los mayores valores de concentración con 1055,3 mg/Kg y el tangua 1 presentan las mayores concentraciones con un rango de 233,2 mg/kg.

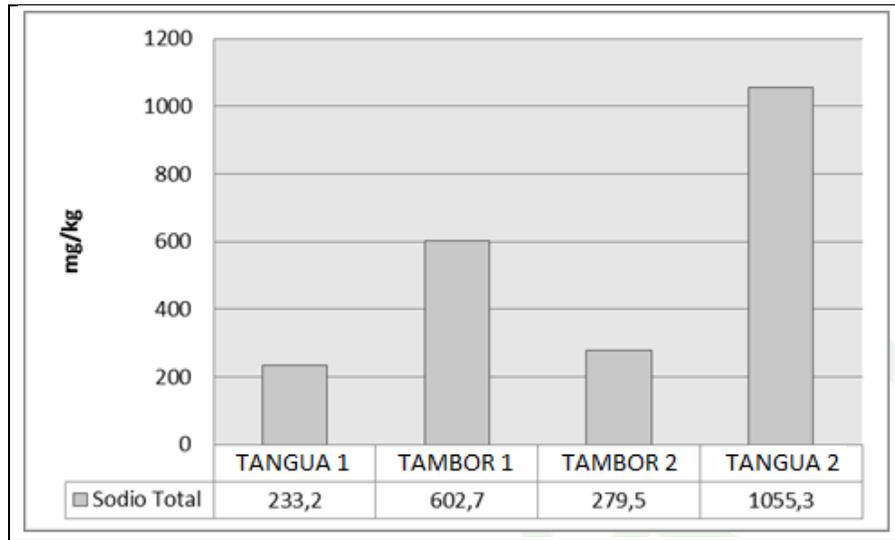


Figura 7-22 Variación Sodio Total.

Fuente (ASOAM, 2016)

– *Capacidad de intercambio catiónico*

En la capacidad de intercambio catiónico, la carga de las partículas del suelo tiene que estar balanceada por cationes en la fase adsorbida de la superficie de estas. El ión puede intercambiarse con otro para balancear la carga en la fase coloidal y la reacción es rápida, estequiometría y de naturaleza principalmente electrostática.

En general cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y de su radio iónico hidratado, a mayor tamaño y menor valencia, menos fuertemente quedan retenidos.

Tabla 7.33 Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico

Fecha de análisis	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Límite de Cuantificación del método	UND	Tangua 1	Tambor 1	Tambor 2	Tangua 2
28/09/2016-14/10/2016	CIC	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N Ph 7,0 Titulometría	0,1	cmol(+)/Kg ss	27,6	28,7	12,1	11,1

La Capacidad de Intercambio Catiónico registra valores de 11,1 cmol(+)/kg ss en el punto Tangua 2 y 28,7 cmol(+)/kg ss en el punto tambor 2, de acuerdo a lo anterior es

posible afirmar que las muestras analizadas presentan buena retención de iones y macronutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación.

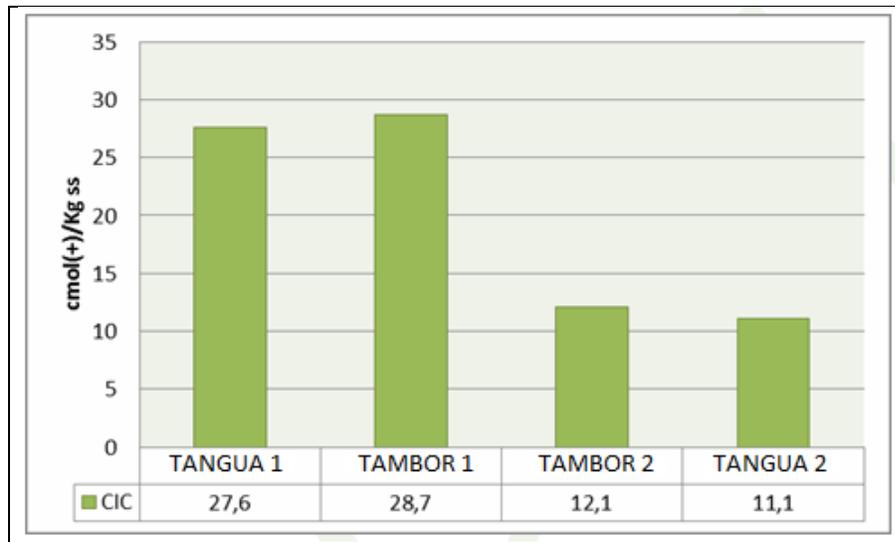


Figura 7-23 Variación Capacidad de Intercambio Catiónico

Fuente (ASOAM, 2016)

– TPH

La determinación de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) es usada para la evaluación de sitios contaminados por hidrocarburos. El uso de concentraciones máximas de TPH para establecer los niveles de limpieza de muestras de suelo contaminados con hidrocarburos es un enfoque común implementado por autoridades reglamentarias.

La cromatografía de gases (CG) es una técnica que permite observar el perfil de contaminación de una muestra, y es capaz de diferenciar aquellos compuestos que provienen de la materia orgánica del suelo o bien productos metabólicos generados durante un tratamiento. Para los métodos basados en CG, los HTPs son definidos como cualquier compuesto extraíble mediante un solvente o gas de purga, y detectado por cromatografía de gases/detector de ionización de flama (CG/FID) con un rango específico de carbonos. La principal ventaja de este tipo de método es que provee información acerca del tipo de petróleo en la muestra, además de su cuantificación, aunque la identificación del tipo de producto no es siempre sencilla (Weisman, 1998).

Tabla 7.34 Resultados TPH

Parámetro	UND	Tangua 1	Tambor 1	Tambor 2	Tangua 2
GRO	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
DRO	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

Fuente (ASOAM, 2016)

En las siguientes figuras, se puede observar que los cromatogramas correspondiente al blanco de proceso y no presentan perfiles característicos de DRO y GRO. Así mismo, los perfiles cromatográficos de las cuatro (4) muestras no coincide con los perfiles del estándar de GRO y DRO; el resultado de la cuantificación se reporta en la tabla 14. Los cromatogramas de las muestra presenta picos cromatográficos con tR diferentes a los del estándar, estos picos corresponden a compuestos para los cuales es sensible el detector de ionización en llama (FID). No obstante, estos compuestos no pertenecen al grupo de los TPH y no pueden ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

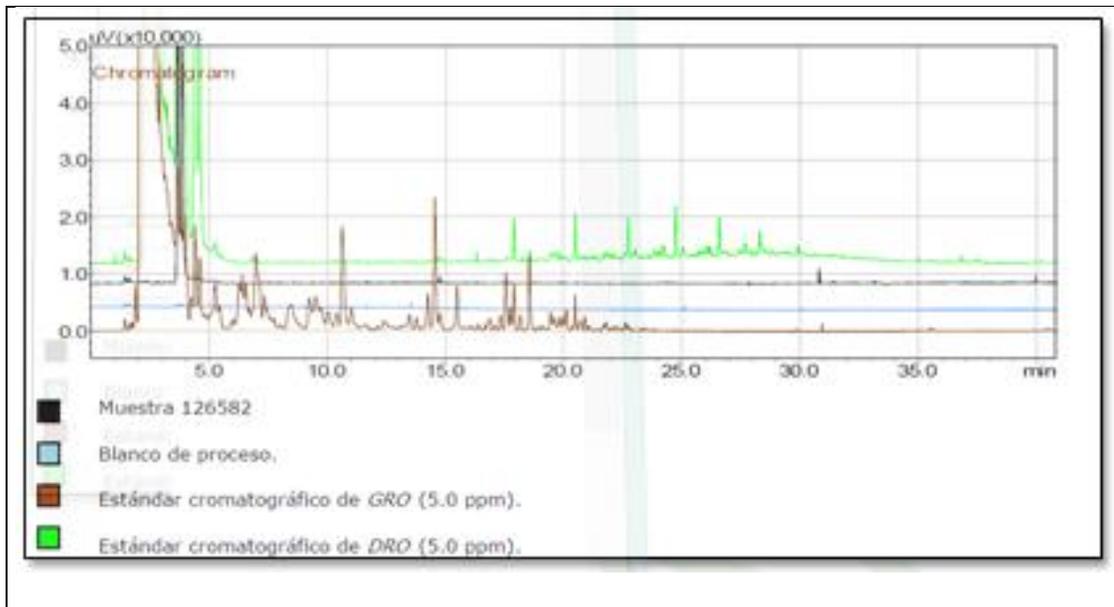


Figura 7-24 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto Tangua 1

Fuente (ASOAM, 2016)

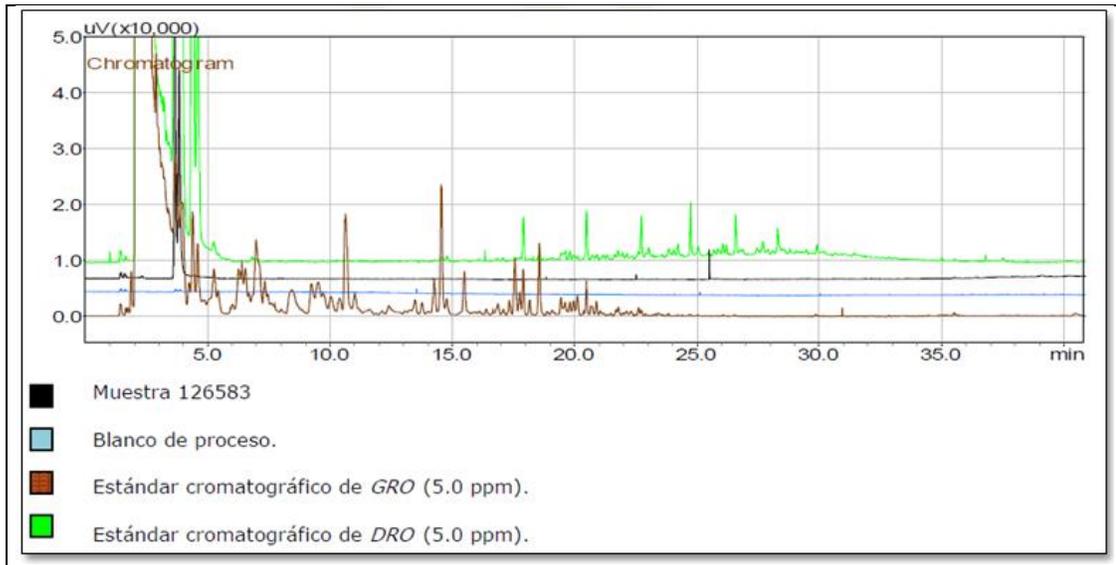


Figura 7-25 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto Tambor 1
Fuente (ASOAM, 2016)

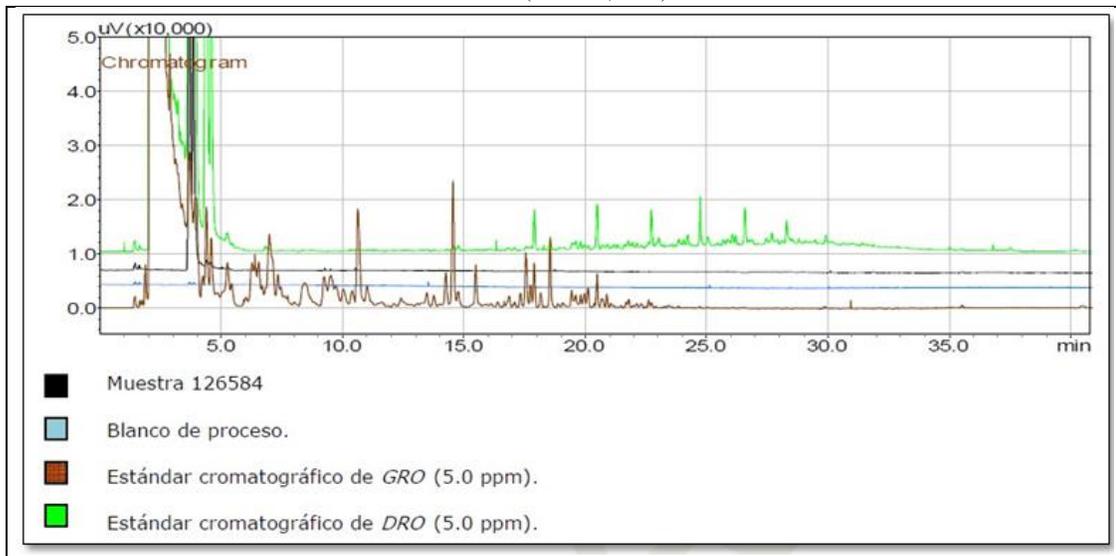


Figura 7-26 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares punto tambor 2
Fuente (ASOAM, 2016)

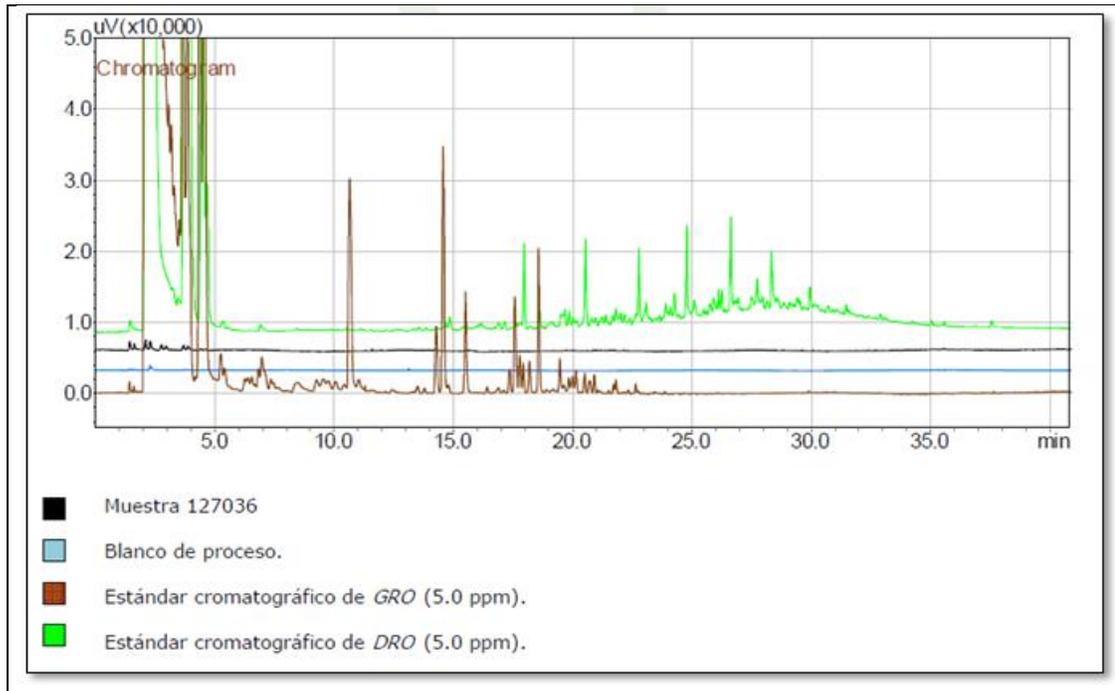


Figura 7-27 Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares Tangua 2

Fuente (ASOAM, 2016)

Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica realizada a las muestras de suelo provenientes del zona de proyecto, como parte del Estudio de Impacto Ambiental en el tramo vial Pedregal- Pasto, permiten afirmar que:

En relación a los puntos de muestreos evaluados en metales totales; los diferentes rangos de concentración de cada elemento determinado no tienen variaciones significativas; es decir, que las condiciones fisicoquímicas del suelo, no son factores que intervengan de manera puntual en la acumulación de estos elementos.

La Capacidad de Intercambio Catiónico CIC, en las muestras analizadas presenta buena retención de iones y macronutrientes, infiriendo a partir de esto buenas condiciones para el sustento de la vegetación de estos suelos

La Humedad registró valores asociados a la disponibilidad y retención de agua en el suelo, describiendo en todos los puntos, condiciones adecuadas para el sostenimiento de especies vegetales. El valor más alto fue registrado en el punto tambor 2 y el más bajo en el punto Tangua 2, comportamiento dado por las condiciones físicas, químicas y geográficas propias de los terrenos.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

En relación de los hidrocarburos totales de petróleo en las cuatro (4) muestras tomadas, no coincide con los perfiles del estándar de GRO y DRO, y no pudieron ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

Adicionalmente, los puntos tamgua 1 y tambor 1 reportar un valor en el rango de 27 a 29 cmol(+)/kg ss, indicando buen intercambio de compuestos aprovechables

- Meteorología

- *Clima*

Teniendo en cuenta las características de localización y geomorfología, el municipio de Ipiales presenta un clima tropical de alta montaña, el cual posee una temperatura que fluctúa muy poco, porque existe una alta humedad relativa y precipitación que constituyen un aporte a la vegetación y a los suelos de la zona.

La humedad está afectada por dos dinámicas que son: La masa continental amazónica que incide en el pie de monte oriental y la vertiente; y ocasionalmente el fenómeno del niño que influye en la zona occidental del departamento de Nariño.

En la actualidad, por el desarrollo de la agricultura y de la tala indiscriminada del bosque, se ve afectada por los cambios que se observan en la atmósfera como precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y corrientes de aire. Estos fenómenos se convierten en elementos que determinan la climatología de Ipiales.

- *Temperatura*

El comportamiento de la temperatura está relacionado con el relieve expresado en la altitud. La situación intertropical no genera grandes variaciones en los valores promedios mensuales a lo largo del año, cuya variación no sobrepasa los 5 °C.

Por lo general las épocas más calurosas se reparten en los dos semestres del año y corresponden a períodos de menores lluvias. El promedio anual es de 10.8%, lo que permite establecer que en los meses de junio, julio y agosto se presentan bajas temperaturas. Estos aspectos climáticos son de vital importancia por que determinan el ciclo biológico de los cultivos. En el mes de Julio del año de 1985 se registra la temperatura más baja con 8.3 °C y la temperatura más alta en los meses octubre de 1941 y en mayo de 1995 con 14.4 °C.

- *Precipitación*

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

La precipitación tiene su origen en la condensación de la humedad atmosférica. El área de estudio es de origen orográfico, pues la condensación y enfriamiento de las masas de aire caliente provenientes del océano, producen el ascenso de éstas por la vertiente de la cordillera. En el páramo, la precipitación es mayor y decrece en el pie de monte oriental y altiplano andino.

Para tener una información sobre la precipitación en la zona de influencia del municipio de Ipiales, se tomaron los datos de la estación meteorológica del Aeropuerto San Luis desde 1941 a 1995.

Los registros indican que durante los meses de marzo y abril las lluvias son mayores, disminuyendo en la mitad del año o sea en los meses de julio y agosto y aumentando nuevamente hacia los meses de octubre, noviembre y diciembre con un promedio anual de 970.8 mm, presentándose un valor máximo de 1230.4 mm en el año de 1970 y un mínimo de 211.2 mm en el año de 1946. El promedio mensual es de 72.57 mm. El valor mensual máximo reportado corresponde a febrero de 1963 con 270.0 mm y el mínimo 2.0 mm en agosto del mismo año.

El fenómeno anterior se explica por presentarse en el municipio un régimen pluviométrico bimodal, que se caracteriza por registrar dos períodos de mayor lluviosidad (marzo-abril) y (octubre-diciembre) con un período de menor lluviosidad en la mitad del año (julio y agosto)

– *Humedad relativa*

Los valores de la humedad relativa durante los últimos diez años han sido del 85% y según los registros de la estación de San Luis, el valor promedio anual del período de 1941 a 1995 es de 83% de donde se deduce que existe una gran fluctuación entre 63% valor mínimo y el 91% valor máximo.

– *Brillo y radiación solar*

Por la situación de Ipiales en el cinturón ecuatorial y por la altura, difícilmente se libera de la nubosidad, lo cual ha sido una evolución clave de los paisajes sobre todo del bosque de niebla, sin embargo analizando los datos de la Estación de San Luis, presenta una fluctuación que van de 51.1 a 199 horas mensuales con un promedio anual en el período de 1941 a 1995 de 1.434.3 horas.

– *Evaporación*

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Durante los últimos cinco años se presentó menor evaporación como consecuencia de la baja temperatura del área equivalente a 892 mm.

– *Vientos*

Las corrientes de aire que actúan sobre el municipio de Ipiales, ejercen gran influencia en la determinación del clima. Los vientos del sureste (Alisios), que soplan del Trópico hacia el Ecuador, vienen cargados de humedad, lo cual se deposita sobre la cordillera Centro Oriental; y de esta forma modifica el régimen pluviométrico durante los meses de julio y agosto.

Otra corriente atmosférica es la dinámica que ejerce la masa continental amazónica que dan origen a las corrientes cargadas de humedad, las cuales al chocar con las altas montañas se precipitan causando cambios drásticos de temperatura en las laderas circundantes de La Victoria, Cultún y los valles del Pun y Cultún.

También se presentan vientos locales a causa de la dinámica físico-espacial, estos modifican la temperatura y son percibidos con mayor intensidad en las horas de la tarde, reciben el nombre de brisas de montaña, brisas del valle. Este fenómeno se explica por el calentamiento que sufren las laderas de las montañas durante el día, lo cual produce un flujo de aire del valle con dirección a la montaña, por la relación existente entre temperatura y presión atmosférica. Durante la noche el fenómeno se invierte y es percibido en el altiplano de Túquerres e Ipiales y en las vertientes de la cordillera Centro Oriental.

Con respecto a la velocidad del viento es importante tener en cuenta que en el año de 1982 el valor promedio de la velocidad del viento fue de 3.23 m/seg, con variaciones entre 5.53 m/seg (máximo), en el mes de agosto y 2.03 m/seg (mínimo) registrado en el mes de diciembre.

Lo anterior permite establecer que el viento sopla con mayor fuerza durante los meses de julio y agosto y disminuye su velocidad al finalizar el año, es decir durante los meses de noviembre y diciembre.

La presencia de cadenas montañosas, actúan como factor modificante de la radiación (insolación e irradiación), presión y cobertura de nubes, que se manifiestan en modificaciones térmicas según niveles altitudinales designados como pisos térmicos.

– *Hidrología*

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Está conformada por tres cuencas importantes:

- Cuenca del río Guaitará y sus afluentes: que los constituye el río Boquerón que en la parte alta es quebrada Doña Juana; río Blanco, Carchi, quebrada Morro, Teques o Pulcas, Orejuela, El Rosario, Cutuaquer.
El nombre del río Guáytara o Guaitara, provienen de la lengua quechua que significa río azul. Se caracteriza por sus espectaculares abismos, su espectacular cañón y hermosos paisajes, en su trayecto de 135 km hasta su desembocadura en el río Patía.
- Cuenca del río Chingual, que en su parte alta se denomina la quebrada Pun o Chúnquer y sus afluentes que son los ríos San Francisco, Verde, Yamués, El Cultún.
- Cuenca del río San Miguel y sus afluentes: conformada por los ríos Churuyaco, Sapoyaco, Rumiyaco, Kerosén, Lora y Ranchería.

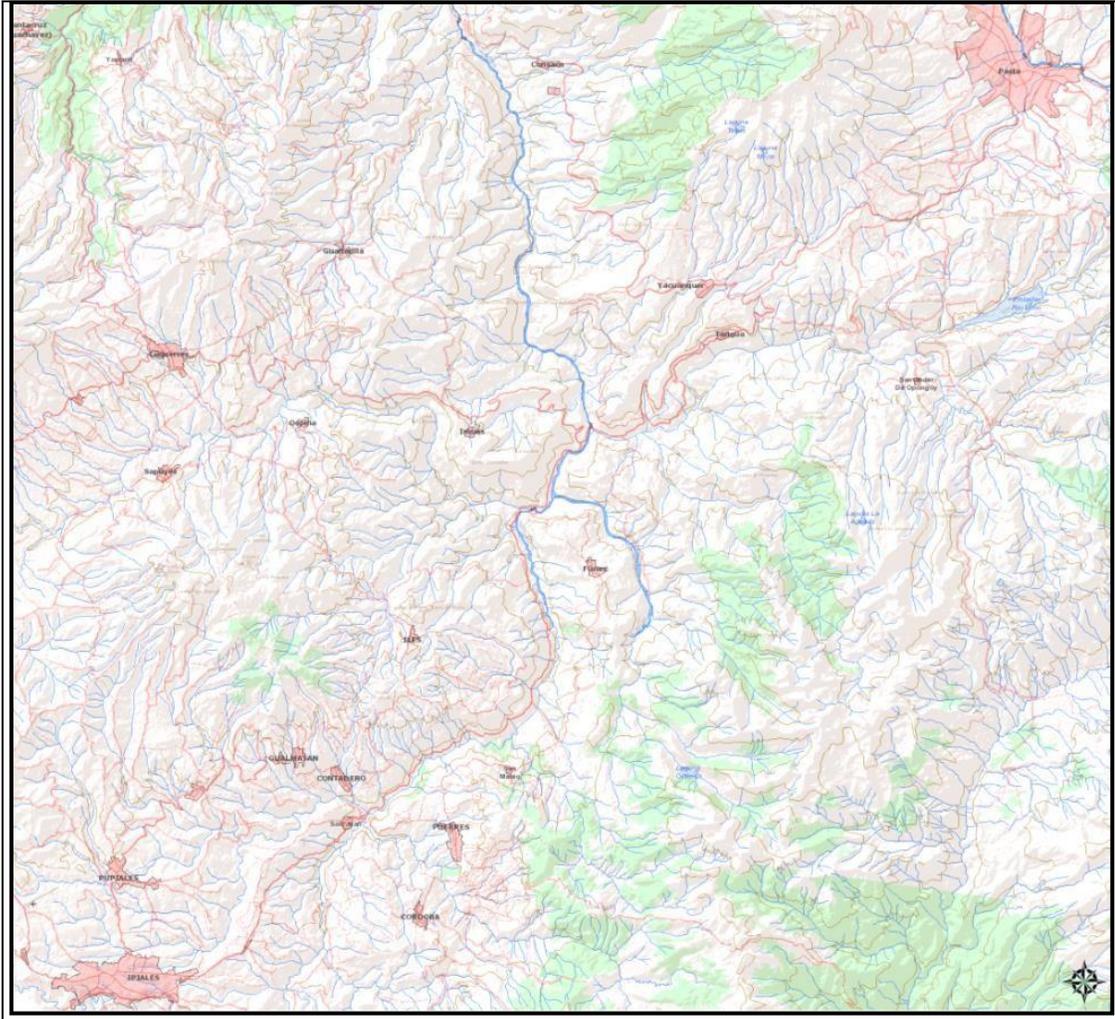


Figura 7-28 Escorrentías superficiales del sector de estudio
Fuente IGAC

– *Geología*

La geología del área está conformada por rocas sedimentarias del terciario y depósitos poco o nada consolidados del cuaternario.

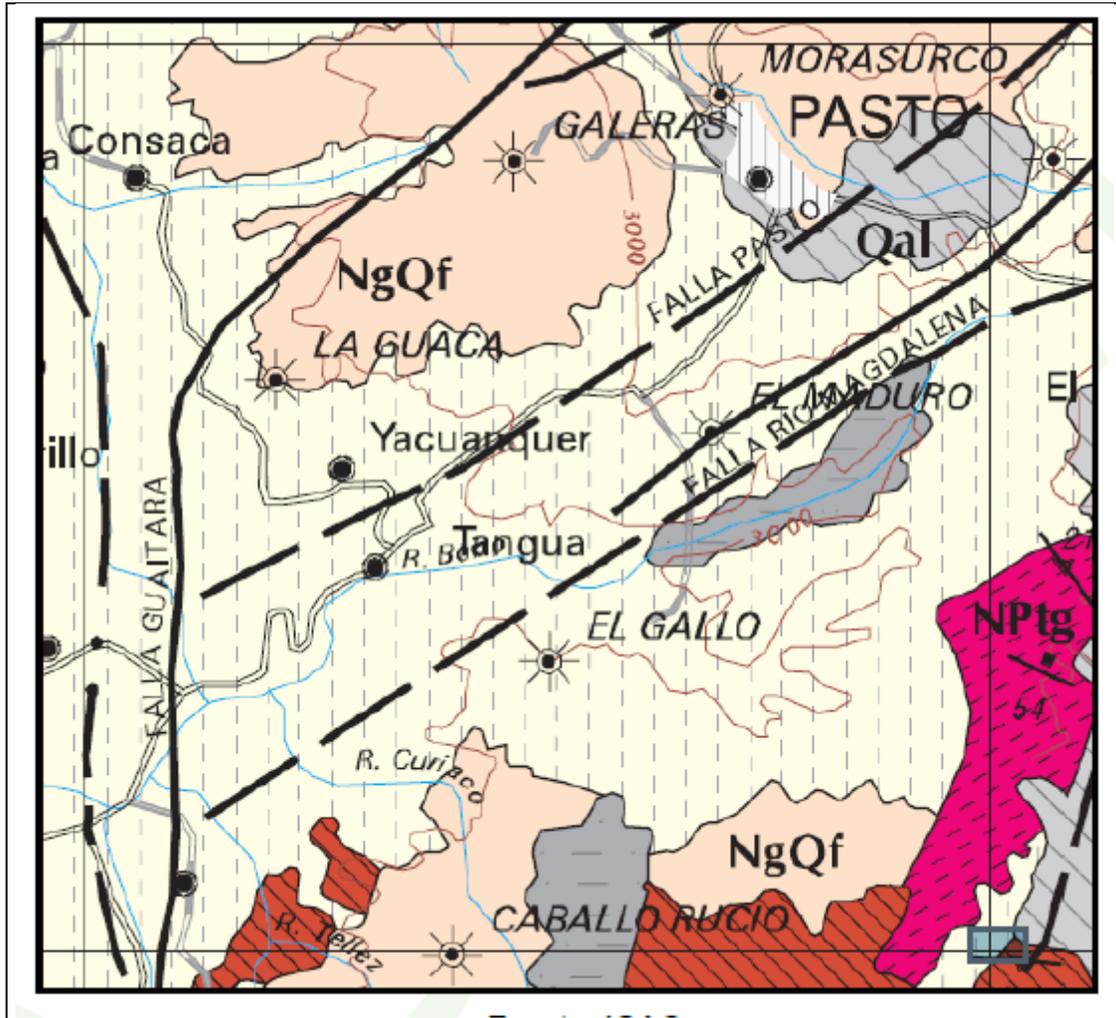


Figura 7-29 Geología general del área de estudio

Fuente IGAC

Descripción de las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio:

- Qal: Depósitos aluviales, lacustres y glaciares del cuaternario localizados al oriente y occidente del área de interés.
- NgQp: Rocas piroclástica intercalada localmente con flujos de lodo y depósitos aluviales, son de edad neocénica y aflora a lo largo de toda la Troncal de Occidente.
- NgQf: Lavas con intercalaciones ocasionales de piroclastos, afloran en la parte norte, suroriental y suroccidental del área de estudio y son de edad neocénica.
- Nptg: Formaciones precámbricas intrusivas conformadas por migmatitas, granitos y sienitas y afloran al suroriente del área de interés.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Mptg: Rocas metamórficas de edad precámbrica, conformadas por granulitas, migmatitas, anfibolitas y neises biotíticos y afloran al suroriente del área de interés.
- Medidas para prevenir la contaminación del suelo

Las medidas propuestas hacen parte de un sistema de tratamiento físico bacteriológico que permita la remoción de carga contaminante teniendo en cuenta la composición estimada del vertimiento esto con el fin de mejorar las características de las aguas residuales resultantes de procesos industriales y domésticos. En el anexo 7.3.2.b se presenta el plan de gestión para vertimientos.

7.3.5 Plan de Gestión del riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) Provenientes de los Campamentos Cebadal y Tangua

Por último en lo que respecta a los vertimientos generados por las diferentes actividades del proyecto, en el Anexo 7.1.3.c se presenta el documento *Plan de Gestión del riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) Provenientes de los Campamentos Cebadal y Tangua sobre la Quebrada La Magdalena*, el cual contiene los lineamientos específicos a implementar para garantizar la seguridad técnica y operacional en relación a los vertimientos realizados durante la etapa constructiva del proyecto, para evitar la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia, ante la ocurrencia de una descarga en condiciones que impidan o limiten el cumplimiento de la norma de vertimientos. A continuación, se presentan los aspectos generales considerados para la formulación del Plan:

- **Localización del Sistema de Gestión del Vertimiento – SGV**

El SGV propuesto para el tratamiento de las ARD y ARnD se ubicará en el municipio de Tangua del departamento de Nariño. En la figura siguiente se presenta una imagen satelital con la identificación de los campamentos Cebadal y Tangua y la quebrada de La Magdalena, además de la ubicación de los puntos de descarga sobre esta última.

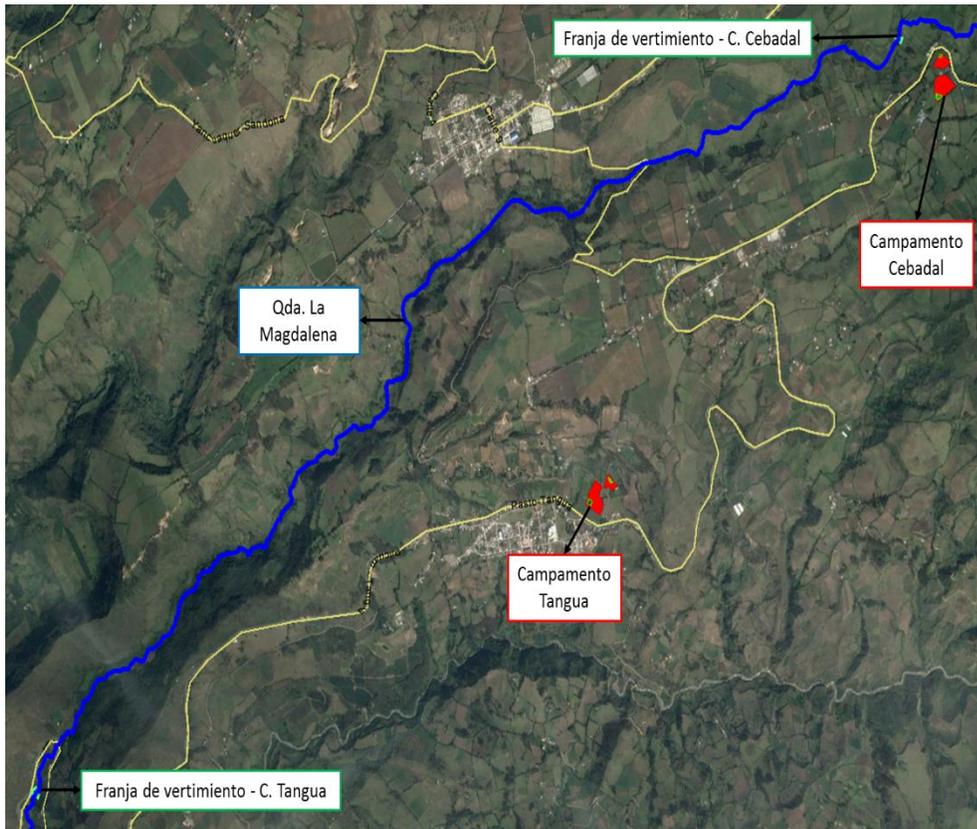


Figura 7-30 Localización general de los campamentos Cebadal y Tangua

Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

En las figuras a continuación se presenta una vista más detallada de cada uno de los campamentos, mientras que en las tablas se encuentran las coordenadas MAGNA-SIRGAS de la georreferenciación de los puntos de descarga, teniendo en cuenta que se han definido los vertimientos sobre la quebrada de La Magdalena a lo largo de una franja de 30 a 50 metros de longitud.

Por otra parte, las coordenadas de los vértices de los polígonos de ambos campamentos hacen parte de la GDB (*Geo-Data Base*) del EIA.

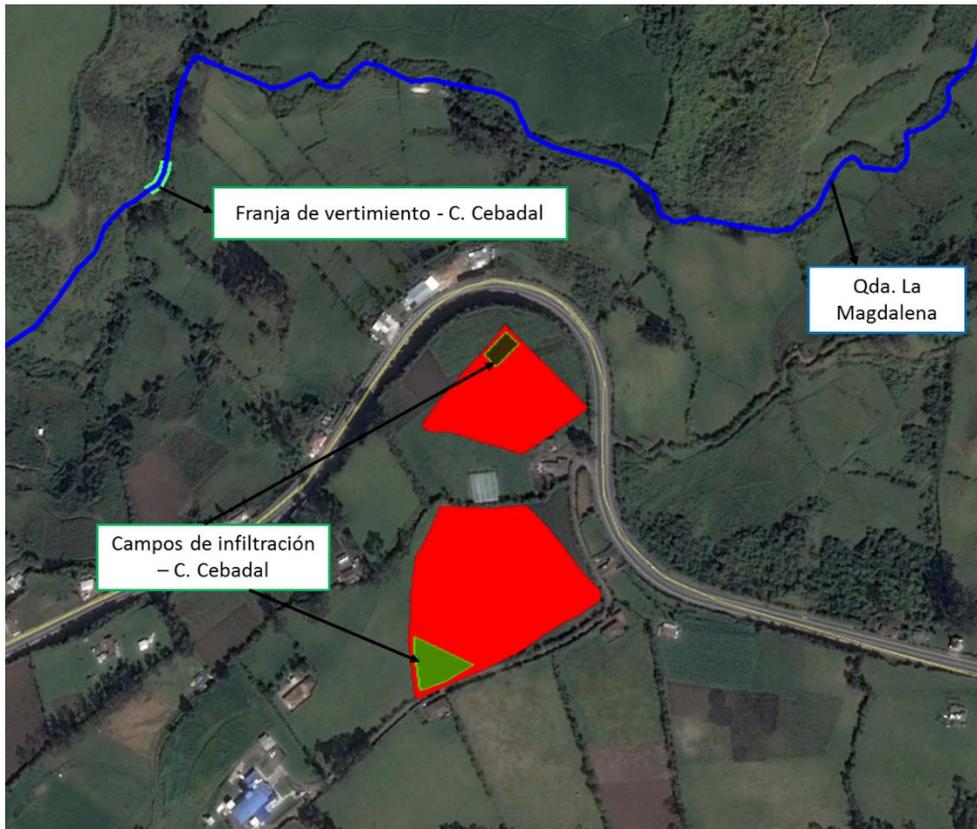


Figura 7-31 Localización del SGV – Campamento Cebadal

Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Tabla 7.35 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Cebadal

ELEMENTO	COORDENAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE			
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Franja de vertimiento – C. Cebadal	966934,5958	616232,1331	966941,9825	616259,7543

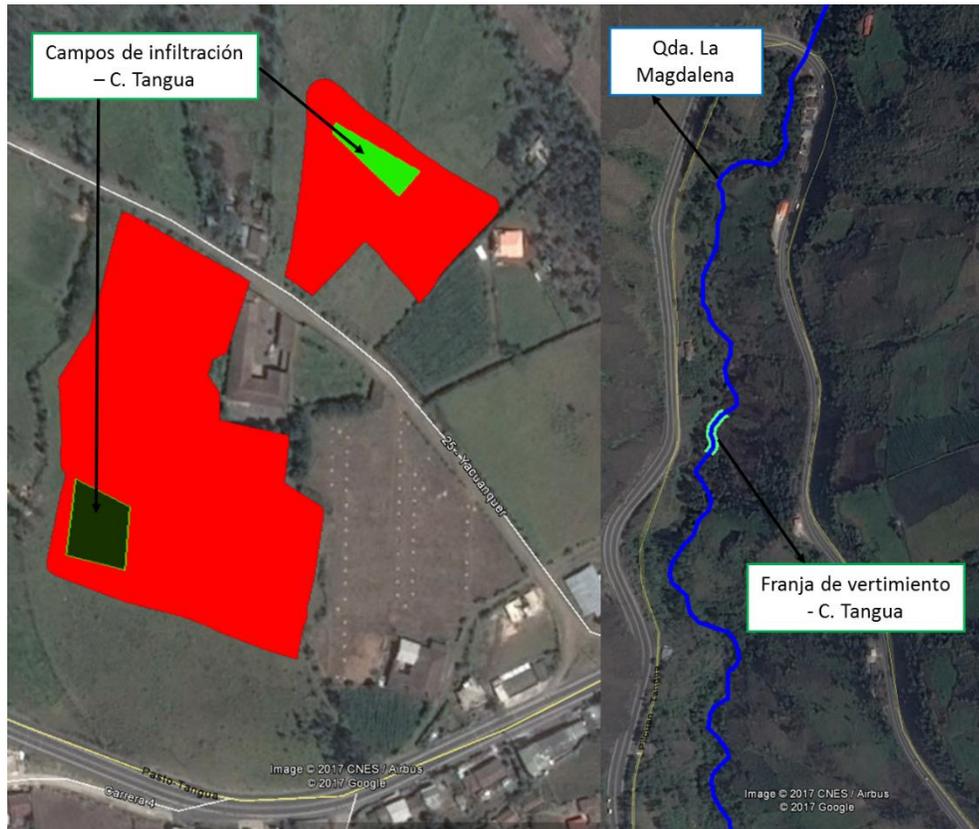


Figura 7-32 Localización del SGV – Campamento Tangua

Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Tabla 7.36 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Tangua

ELEMENTO	COORDENAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE			
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Franja de vertimiento – C. Tangua	966934,5958	616232,1331	966941,9825	616259,7543

- Componentes y funcionamiento del Sistema de Gestión del Riesgo del Vertimiento**

En esta sección se describen las unidades de tratamiento propuestas para la gestión de los vertimientos de ARD y ARnD de los campamentos Cebadal y Tangua, esto teniendo en cuenta que parte de la información necesaria fue levantada durante la conformación del EIA del proyecto vial, lo cual conllevó a incluir únicamente información

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

complementaria para cada estructura con base en la literatura con el fin de evitar redundancias en la documentación remitida a la autoridad ambiental.

Es importante aclarar que dadas las condiciones de la gestión del vertimiento en cada campamento debido a las distancias entre su ubicación y los puntos de descarga, proponen diferentes esquemas para el manejo de las ARD y de las ARnD.

- Esquema de manejo 1.1

Trampa de grasas: Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento 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. Estos mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica y la sedimentación en el pozo séptico. 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).

Los parámetros de diseño y los diagramas de dicha estructura se encuentran en el numeral 7.3.6 de este capítulo.

Pozo séptico: El tratamiento primario de las Aguas Residuales Domésticas generadas por los campamentos estará representado por un pozo séptico cuya función principal es la estabilización de la materia orgánica y la sedimentación de las partículas en suspensión en la matriz de agua, es el sistema más utilizado para regular la calidad del agua, se construye en materiales impermeables (fibra de vidrio, concreto, polietileno, etc.) y es recomendable localizarlo a una distancia no menor a 15 m de cualquier fuente de abastecimiento, sobre un terreno no inundable y en un sitio despejado para facilitar su mantenimiento y limpieza (Romero, 2002).

El diagrama básico de operación del pozo séptico se encuentra en el numeral 7.3.6 de este capítulo.

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA): Los porcentajes de remoción y algunas características técnicas del FAFA se pueden apreciar en el numeral 7.3.6 de este capítulo

No obstante, es preciso mencionar que de los sistemas de tratamiento aerobio este es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque el tipo de flujo (ascendente o ascensional) prácticamente evita las obstrucciones en el material filtrante, bien sea grava, arena, roca o mixto (Romero, 2002).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tanques de almacenamiento: En este esquema de manejo de vertimientos diseñado especialmente para el campamento Tangua se determinó que una vez finalizado el proceso de tratamiento en el FAFA se almacenarían las aguas residuales en un tanque intermedio cuya función será la contención del efluente y su entrega a un vehículo recolector tipo vactor, el cual recorrerá una distancia de 8,04 km por la vía Pasto-Tangua hasta la franja de vertimiento sobre la quebrada de La Magdalena, en donde se ubicará un segundo tanque de almacenamiento que permitirá la igualación de los caudales entregados a la corriente receptora mediante una tubería de salida y una válvula hidráulica. En figura siguiente se aprecia la ruta de transporte del efluente tratado:



Figura 7-33 Recorrido desde el campamento Tangua hasta el punto de descarga
Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Finalmente, a continuación se presenta el diagrama de flujo para el esquema de manejo de vertimientos 1.1:

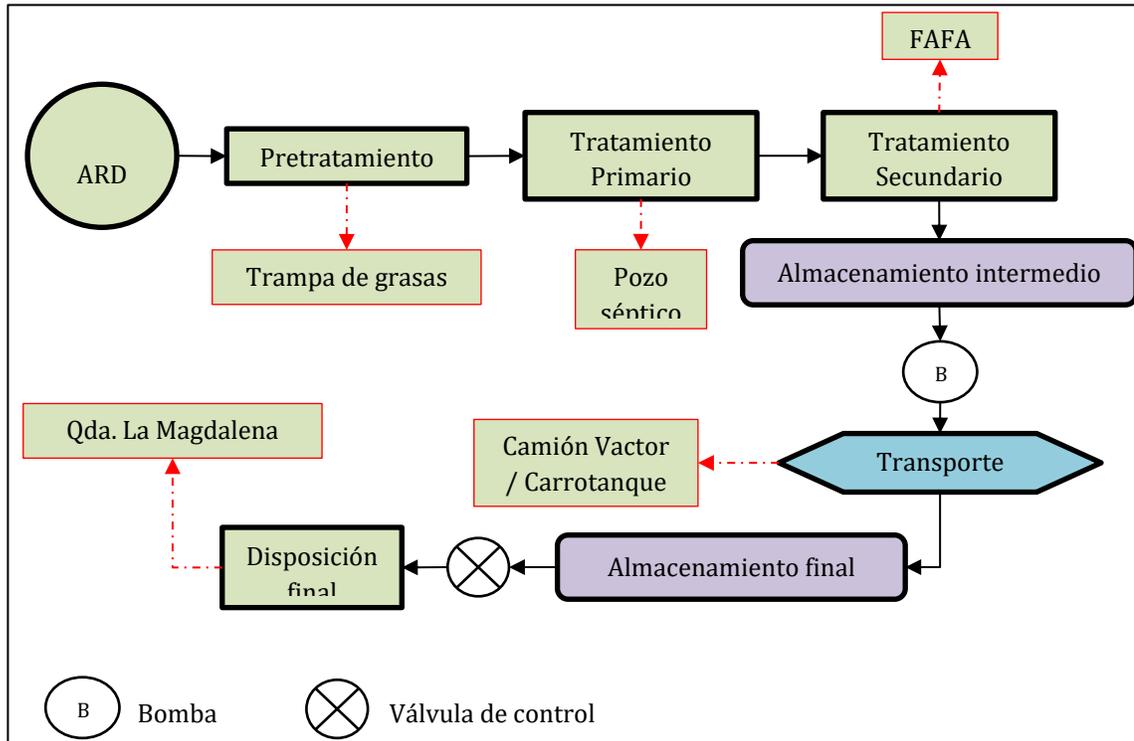


Figura 7-34. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.1

Fuente: El Consultor, 2017

o **Esquema de manejo 1.2**

Las unidades y estructuras de tratamiento preliminar, primario y secundario de este esquema de manejo son las mismas del esquema anterior, la particularidad en este caso está relacionada con la disposición final del vertimiento tratado, la cual no requiere de la ejecución de actividades de transporte del efluente ya que la cercanía entre su generación y la corriente receptora favorece la entrega mediante una tubería de descarga. El diagrama de flujo para este esquema se presenta en la siguiente figura:

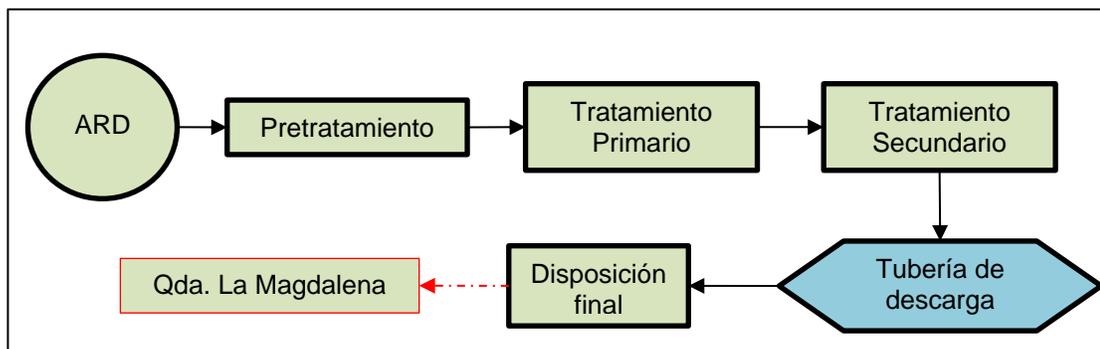


Figura 7-35. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.2

Fuente: El Consultor, 2017

○ Esquema de manejo 1.3

Este esquema de manejo de ARD está diseñado específicamente para la fracción de aguas residuales que se genera por el uso de los baños portátiles o unidades sanitarias que estarán dispuestas a lo largo de todo el proyecto vial, las cuales estarán localizadas a una distancia máxima de 60 m de las áreas de trabajo y deberán satisfacer las necesidades fisiológicas de los empleados en una relación 1:10 o 1:15 (1 unidad sanitaria por cada 10 a 15 empleados).

Con base en lo anterior, se ha determinado que el manejo de las ARD podrá realizarse a través de un gestor externo que cuente con las autorizaciones y/o permisos ambientales necesarios para realizar las actividades de recolección o succión, transporte y disposición final de residuos líquidos contaminados, y que certifique cada una de ellas, tal como se representa a continuación:

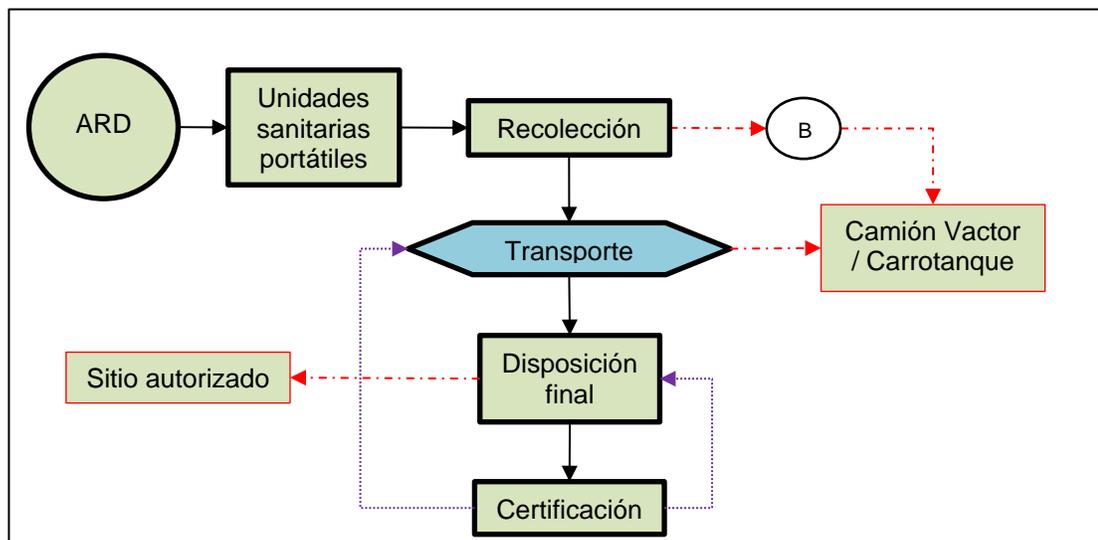


Figura 7-36. Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.3

Fuente: El Consultor, 2017

○ Esquema de manejo 2.1

Trampa de grasas: Las actividades industriales asociadas a la generación de vertimientos de ARnD corresponden principalmente al lavado de maquinaria y equipos y a la operación de la planta de hormigón, lo cual indica que las concentraciones de este parámetro de calidad del agua serán significativamente altas comparadas con los

niveles de contaminación de las ARD. En el numeral 7.3.6 de este capítulo se describe el funcionamiento del mecanismo y sus características principales.

Desarenadores: Los desarenadores son utilizados para remover arena, graba, partículas y cualquier otro material sólido pesado cuya velocidad de asentamiento o peso específico sean mayores que los de los sólidos orgánicos degradables, protegen los equipos mecánicos del desgaste y reducen la formación de depósitos pesados en tuberías y conductos. Su diseño dependerá del tipo de flujo y del tipo de limpieza seleccionada (manual o mecánica), siendo el desarenador de flujo horizontal el más utilizado (Romero, 2002). Información adicional y detalles de la unidad desarenadora se encuentran en el numeral 7.3.6 de este capítulo.

Unidad sedimentadora: Las características técnicas como la impermeabilización, diámetro de partículas a sedimentar, porcentajes de remoción y manejo de residuos (lodos) se encuentran en el numeral 7.3.6 de este capítulo.

Es importante resaltar que la sedimentación primaria tiene como objetivo la remoción de los sólidos sedimentables y en muchos casos, del material flotante remanente (grasas y aceites), reduciendo así el contenido de SST (Sólidos Suspendidos Totales), deben proveer 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). Luego de pasar por esta estructura, el vertimiento de ARnD sería conducido hasta la corriente receptora como se observa en la siguiente figura.

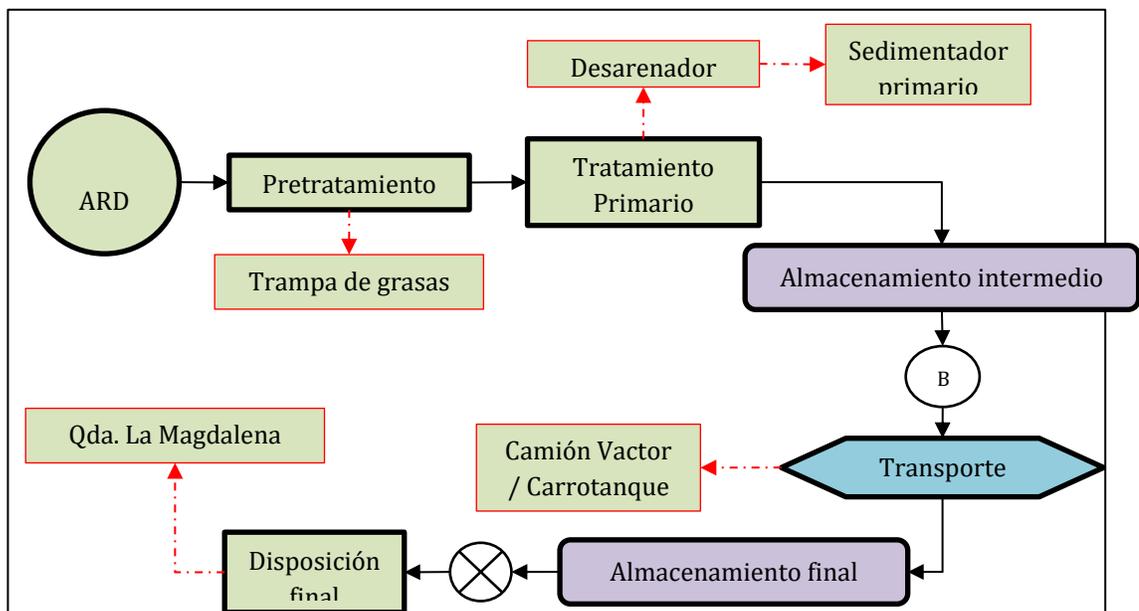


Figura 7-37 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.1

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Fuente: El Consultor, 2017

○ Esquema de manejo 2.2

Al transcurrir las etapas de tratamiento preliminar y primario descritas en los esquemas anteriores, se estableció una alternativa de manejo consistente en la disposición final del efluente tratado en un campo de infiltración, tal como se expone a continuación:

Campos de infiltración: Un campo de infiltración recibe el efluente tratado de un sistema de tratamiento y gracias a la permeabilidad del suelo, permite realizar la disposición subsuperficial de las aguas residuales. Para lograr esto, es necesario conocer dos (2) aspectos fundamentales: Las aptitudes del suelo receptor mediante pruebas en campo y la profundidad del nivel freático, que no podrá ser inferior a 1,0 m medido desde la base de la estructura.

Dentro del desarrollo del EIA del proyecto vial se realizaron pruebas de percolación para determinar la capacidad de infiltración del suelo, muestreos de caracterización física y química, determinación del porcentaje de humedad, granulometrías, conductividad hidráulica, análisis de hidrocarburos, entre otras, lo cual podrá encontrarse en el numeral 7.3.6 de este capítulo.

En la siguiente figura es posible observar la estructura típica de un campo de infiltración, compuesto por una o varias tuberías perforadas separadas entre 1,8 y 2,4 m y dispuestas a una profundidad entre 0,3 y 0,6 m:

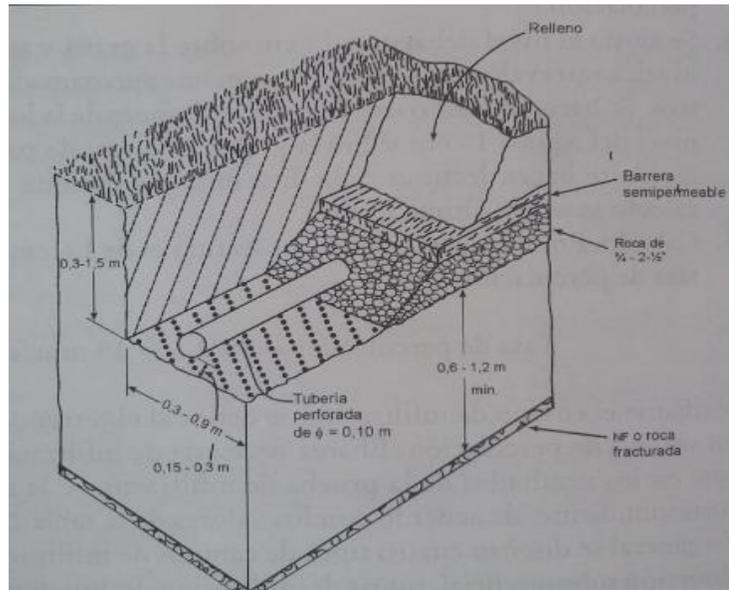


Figura 7-38 Campo de infiltración subsuperficial

Fuente: ROMERO, J. 25.4 Campos de infiltración. Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño. Pág. 732. 2002

Finalmente, en la siguiente figura se encuentra el diagrama de flujo que plasma la secuencia de manejo del vertimiento de aguas residuales y su disposición final en el suelo.

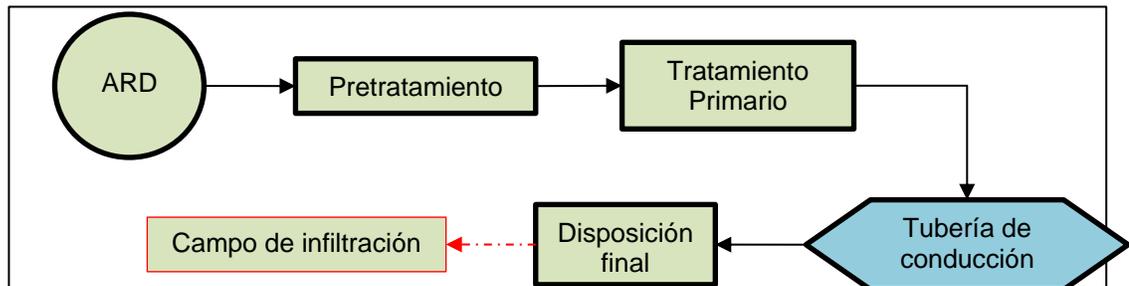


Figura 7-39 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.2

Fuente: El Consultor, 2017

Con respecto a la información relativa al vertimiento en las siguientes tablas se incluyeron propiedades como su frecuencia, cantidad diaria y mensual estimada, además de los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica del afluente crudo.

Tabla 7.37 Características generales de los vertimientos

CARÁCTERÍSTICA	UNIDADES	VALOR
Tipo de descarga	-	Lateral

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Frecuencia	días/mes	30
Tiempo de descarga	h/día	24
Caudal de descarga ARD	l/s	0,21
	m ³ /s	0,00021
Cantidad diaria estimada ARD	m ³ /día	18,144
Cantidad mensual estimada ARD	m ³ /mes	544,32
Caudal de descarga ARnD	l/s	0,60
	m ³ /s	0,00060
Cantidad diaria estimada ARnD	m ³ /día	51,84
Cantidad mensual estimada ARnD	m ³ /mes	1.555,2

Fuente: El Consultor, 2017

Tabla 7.38 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR ARD	VALOR ARnD
Color	UPC	187,5	-
Cloruros	mg Cl ⁻ / l	187,5	73,5
DBO total	mg O ₂ / l	625	-
DBO lenta	mg O ₂ / l	487,5	-
DBO rápida	mg O ₂ / l	137,5	-
DQO	mg O ₂ / l	750	270
Dureza total	mg CaCO ₃ / l	62,8	5.275
pH	Unidades de pH	6,00 – 8,00	13,75
Turbidez	NTU	-	62,5
Sólidos totales	mg / l	-	623,75
Sólidos sedimentables	ml / l	-	415
Sólidos disueltos	mg / l	375 – 1.000	-
Sólidos suspendidos	mg / l	125 – 250	-
Sólidos inorgánicos	mg / l	70,72	-
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² / l	50 – 125	168,75
Coliformes totales	NMP / 100 ml	1.125.000	-
Coliformes fecales	NMP / 100 ml	100.000	-
Grasas y aceites	mg / l	62,5 – 100	-
Nitrógeno orgánico	mg / l	29	-
Nitrógeno amoniacal	mg / l	40	-
Nitrógeno total	mg / l	69	-
Nitritos	mg / l	0	-
Nitratos	mg / l	0	-
Fósforo orgánico	mg / l	4,7	-
Fósforo inorgánico	mg / l	6,3	-
Fósforo total	mg / l	11	-
Ortofosfatos	mg / l	4,7	-
SAAM	mg / l	12	-

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR ARD	VALOR ARnD
Alcalinidad	mg CaCO ₃ / l	100	4.236,25
Conductividad	μS / cm	1.538,46	9.000
Oxígeno disuelto	mg / l	4	5,3
Detritus	mg / l	179,28	-
Arsénico	mg / l	-	0,63
Bario	mg / l	-	1,25
Cadmio	mg / l	-	0,01
Cinc	mg / l	-	16,25
Cobre	mg / l	-	1,025
Mercurio	mg / l	-	0,03
Plomo	mg / l	-	0,06
Selenio	mg / l	-	0,01

Fuente: CORPOBIOTICA. Modelación matemática para la Evaluación Ambiental del Vertimiento del campamento Tangua sobre la Quebrada La Magdalena. Pág. 32, 35. 2017

Debido a que los sistemas de tratamiento propuestos para los vertimientos están gobernados en su mayoría por procesos físicos (sedimentación, decantación) y biológicos (filtración anaerobia), la utilización de sustancias, reactivos o insumos es prácticamente nula, es decir, a excepción de la energía eléctrica necesaria para operar las bombas no se requieren aditivos de origen químico para la estabilización de la contaminación.

Con respecto a los cuerpos de agua atravesados por el SGV, tras un análisis de la información espacial del proyecto en relación a la hidrología del territorio se determinó que no existe una influencia o afectación relevante sobre corrientes de agua superficiales, humedales, lagos y/o lagunas. Por otra parte, en la siguiente tabla se encuentra una breve descripción de las redes de tuberías que conforman el SGV.

Tabla 7.39 Descripción de las tuberías del SGV

TIPO DE TUBERÍA	DIÁMETRO	LONGITUD	PRESIÓN
PVC	4-8"	300 m	Flujo libre

Fuente: El Consultor, 2017

Ahora bien, atendiendo a los términos de referencia del PGRMV, en las siguientes figuras se presenta en su orden, el diagrama de operación del SGV, las actividades proyectadas para su mantenimiento y limpieza, y las etapas a ejecutar para realizar su cierre o clausura en caso de ser necesario.

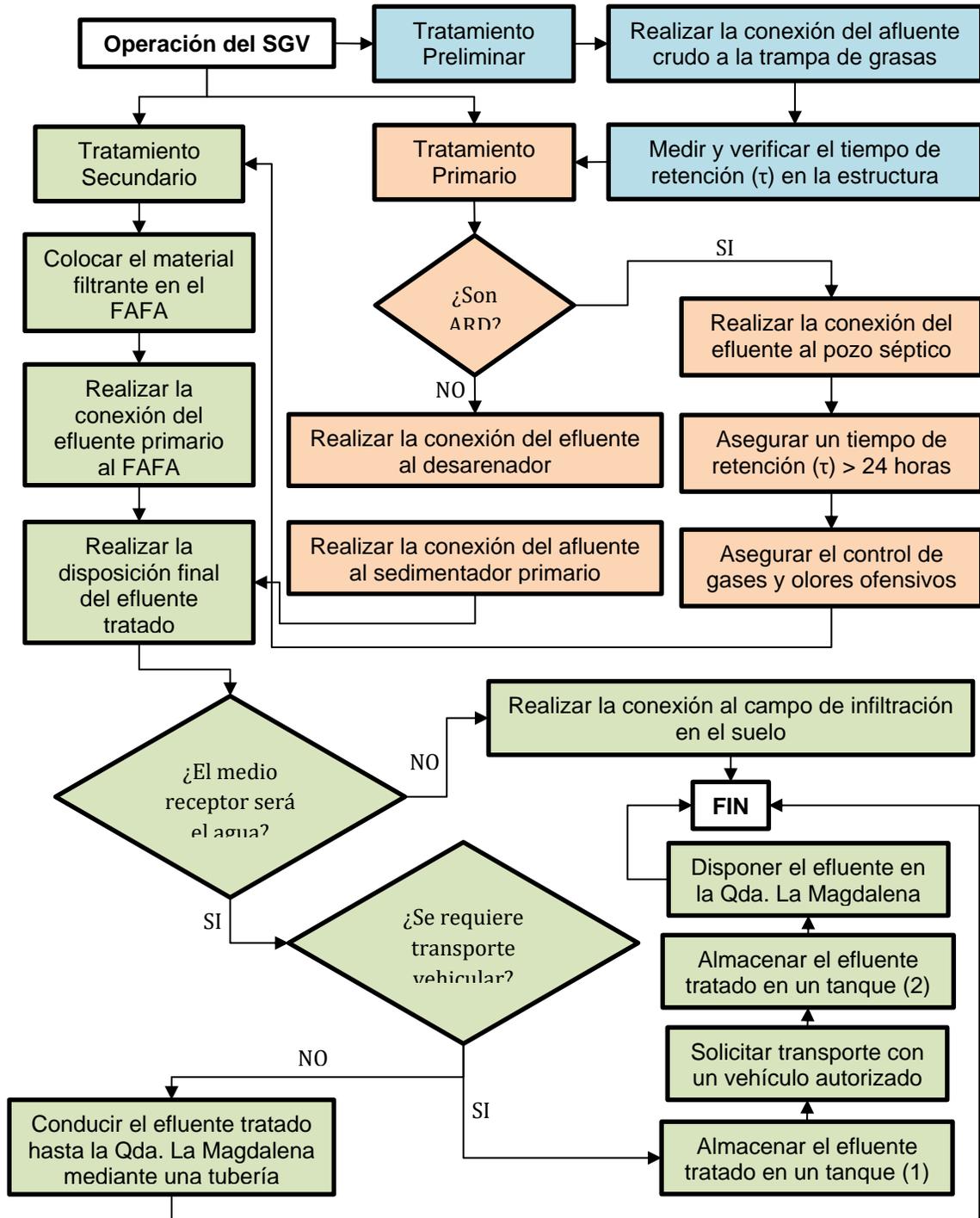


Figura 7-40. Diagrama de flujo – Operación del SGV

Fuente: El Consultor, 2017

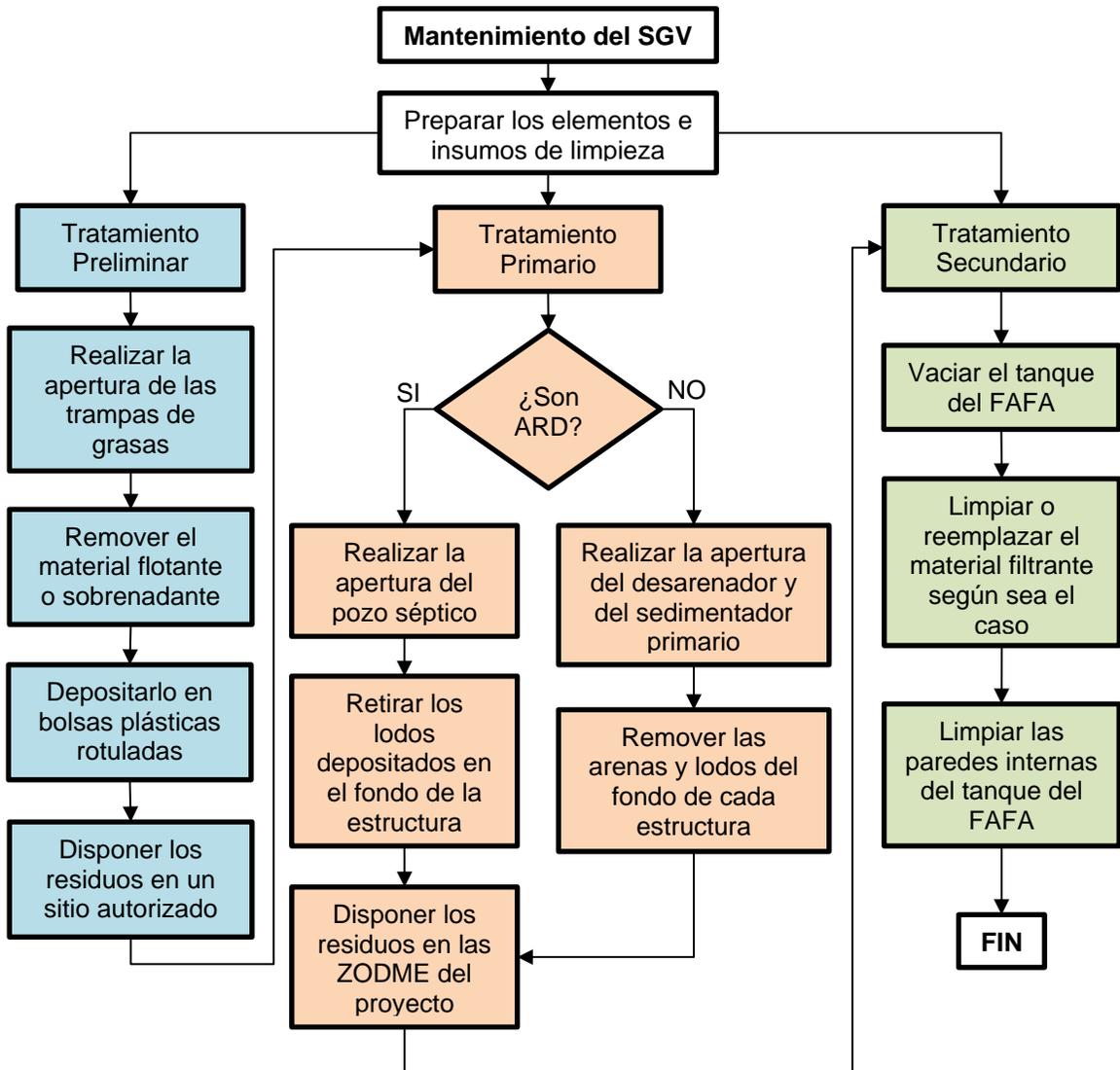


Figura 7-41. Diagrama de flujo – Mantenimiento del SGV

Fuente: El Consultor, 2017

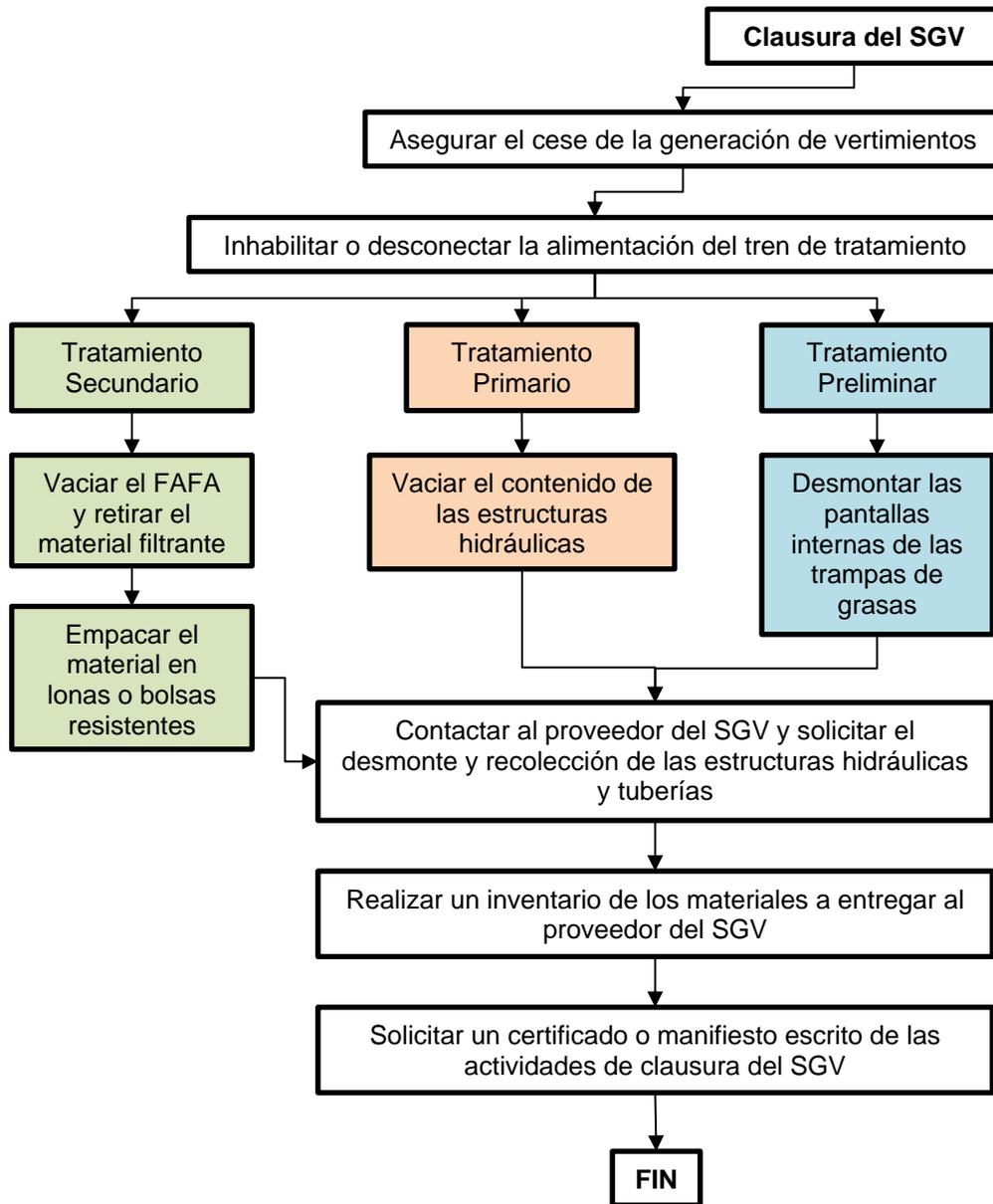


Figura 7-42. Diagrama de flujo – Clausura del SGV

Fuente: El Consultor, 2017

7.3.6 Sistemas de tratamiento

Los diseños de los sistemas de tratamiento obedecen a las características de las aguas residuales a tratar, las cuales varían en función de su origen. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales, no son solo una medida de manejo ambiental por las posibles afectaciones que el desarrollo del Proyecto, si no que hoy en día se asume como

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

una actividad del mismo. Debido a esto, la Concesionaria busca proponer alternativas a los sistemas de tratamiento que presenten una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes, traduciéndose finalmente en mayor protección al recursos naturales y al ambiente. La recolección de los vertimientos se hará después de previo tratamiento en pozo séptico (aguas negras) y trampa de grasas (aguas grises), sedimentadores, etc, a través de un tercero autorizado para su recolección y tratamiento.

- Sistema de tratamiento de aguas grises

Provenientes de los campamentos (duchas, lavamanos, lavaplatos, y lavarropas), se caracterizan por tener materiales en suspensión y grasas de origen vegetal. El índice de contaminación orgánica en estas aguas es menor que en aguas de tipo sanitario o negras. Estas aguas serán conducidas de manera independiente hasta una trampa de grasas cuyo efluente se unirá al pozo séptico con una eficiencia de remoción del 80%, para ser dispuesto en el campo de infiltración que cumplirá con la normatividad exigida RAS 2000, en la que se especifica distancias mínimas de 50 mts de cualquier cuerpo de agua.

Las unidades de tratamiento previstas antes de la verter el agua en el campo infiltración serán las siguientes:

- ✓ Trampa de grasas

Como primera medida se implementará una trampa de grasas (proceso físico) para la retención de grasas, será localizada a la salida del área habitacional del campamento con el fin de prevenir problemas de obstrucción, adherencia, malos olores, entre otros. En su implementación, se debe tener en cuenta los parámetros de diseños establecidos. Tabla 7.40

Tabla 7.40 Parámetros de diseño, trampa de grasas.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Capacidad de almacenamiento (kg)	≥ [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: (Ministerio de Desarrollo Economico, 2008)

La Figura 7-43 y la Figura 7-44 Muestran respectivamente la operación, y las vistas de perfil y de planta de una trampa de grasas típica.

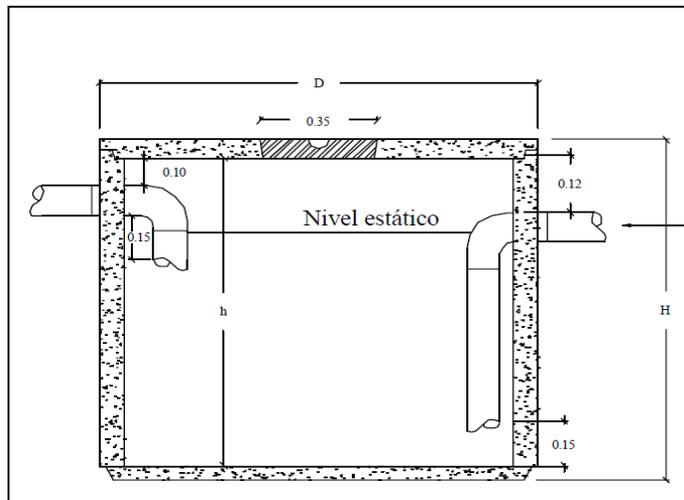


Figura 7-43: Diseño típico trampa grasas

Fuente Fatuvisa, 2013

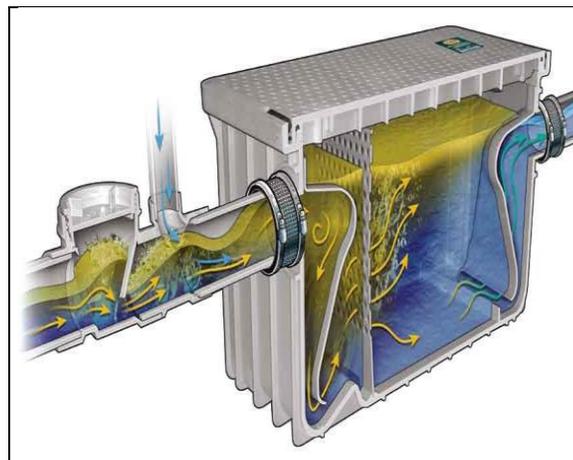


Figura 7-44: Operación Trampa de Grasas

Fuente Anveplast, 2013

✓ Pozo séptico

La función del tanque séptico es recibir y descontaminar las aguas residuales que se generan producto de labores como cocinar, lavado con detergentes que contienen alta carga de grasas y de residuos biológicos. Cuando el agua contaminada entra al tanque los residuos sólidos van al fondo, en un proceso llamado sedimentación en donde se

estabiliza la materia orgánica y lograr transformarla en lodos con características inofensivas.

El tanque deber ser hermético, de larga duración y de una estructura estable ya que su contenido posee una concentración muy alta de materia orgánica y organismos patógenos que pueden ser causantes de enfermedades e infecciones, sin embargo es necesario que cuenten con una tapa para poder realizar inspecciones y mantenimiento, adicional debe tener un tubo de escape como mecanismo de ventilación. Ver Figura 7-45

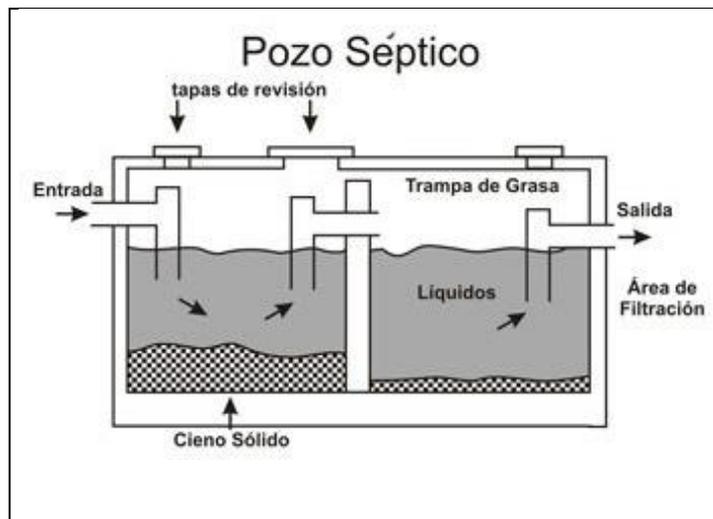


Figura 7-45: Operación básica de tratamiento

Fuente: (Guía de orientación de saneamiento básico, 2016)

✓ Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente - FAFA

Es un sistema complementario al pozo séptico, logra una reducción de un 50 a 70% de DBO, sobre la remoción lograda previamente. El sistema FAFA consiste en un tanque o cámara cerrada, compuesta por un lecho de grava y gravilla en donde el afluente proveniente de los anteriores tratamientos y pasa de manera ascendente a través de los intersticios y la película biológica que se forma sobre la superficie de este material granular realiza un trabajo de digestión y reducción anaerobia.

El sistema FAFA es un bioreactor anaerobio que posee un material de relleno inerte, sobre el material de relleno crece una población bacteriana que degrada la DBO soluble del afluente dando como resultado un efluente clarificado con una menor carga orgánica. Es un sistema de fácil operación lo que hace que en el campamento se disminuya la probabilidad de que se presente una emergencia sanitaria.

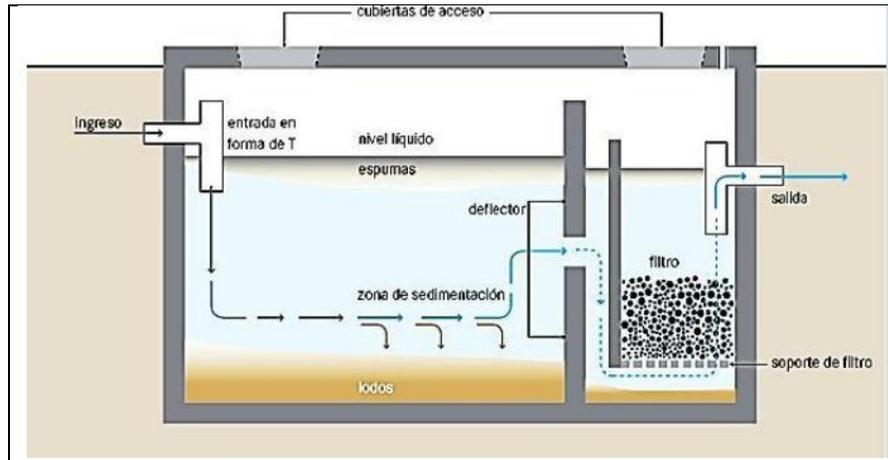


Figura 7-46: Modelo Fafa

Fuente: (Alianza por el agua, 2016)

Con esta última fase de tratamiento se espera un porcentaje de remoción total de 95% de carga contaminante, lo que hace que esta sea óptima para aprovechamiento de esta en procesos industriales y humectación de vías.

Para garantizar el tratamiento propuesta las medidas de operación y mantenimiento de este hacen parte del plan de manejo ambiental, Ver capítulo 11.1.1.

- Sistema de tratamiento de aguas negras

Las aguas provenientes de todas las unidades sanitarias, se caracterizan por tener un alto contenido de carga orgánica y elevada población de los coliformes totales y fecales. Su concentración dependerá del caudal y del número de trabajadores el cual se calcula que para el pico máximo de producción será de 150 hab.

El tratamiento de las aguas residuales sanitarias en frentes de obra y campamentos se instalará unidades sanitarias portátiles que serán contratadas y trabajan por succión al vacío, se debe verificar las respectivas licencias ambientales para dicha actividad y tener en cuenta la capacidad operacional del contratista debido a las condiciones de desarrollo del proyecto. La empresa elegida a operar será notificada en el primer Informe de Cumplimiento Ambiental ICA.

La instalación, operación y mantenimiento de unidades sanitarias portátiles se realiza por parte del contratista que prestará este servicio, este debe contar con todos los permisos ambientales y operacionales, teniendo en cuenta que éste se encarga de la disposición final de los residuos que allí se generan. Estas unidades están construidas

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

en material de alta resistencia a la intemperie y con sistemas que permiten el retiro del desecho. Ver Figura 7-47.



Figura 7-47: Unidad sanitaria portátil

Fuente: (Venta de Baños portátiles, 2016)

Se recomienda instalar una unidad sanitaria portátil por cada 10-15 trabajadores por diferencia de género (American National Standards Institute) y a no más de 60 metros del lugar de trabajo.

- Sistema de tratamiento de agua residual Industrial

Las aguas residuales industriales son producto de un procesos de transformación de material, estas aguas residuales presentan una elevada cantidad de solidos disueltos (hidróxido de sodio y potasio) y suspendido (carbonato de calcio) alta alcalinidad con características de alta alcalinidad y calor residual. Presenta las características de aguas residuales plantas de hormigón.

- ✓ Trampa de grasas para aguas aceitosas

Como primera medida de tratamiento para agua industrial se tiene la trampa de grasas para aguas aceitosas, con esta trampa se espera la retención de aceites y grasas provenientes de lavado y mantenimiento de equipos.

El aporte de grasas y aceites básicamente proviene de los derrames de material de la plata de hormigon. Los elementos a eliminar, que generalmente se presentan en este tipo de aguas residuales, comprenden aceites libres y emulsionados, fenoles, compuestos nitrogenados y sulfurados, provenientes de los diques para tanques, limpieza de equipos, .Por tanto el control efectivo de estas es necesario instalar una trampa de grasas que permita retener estos materiales, es de aclarar que la

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

minimización de aceites y grasas depende del buen comportamiento del personal que debe ser capacitado.

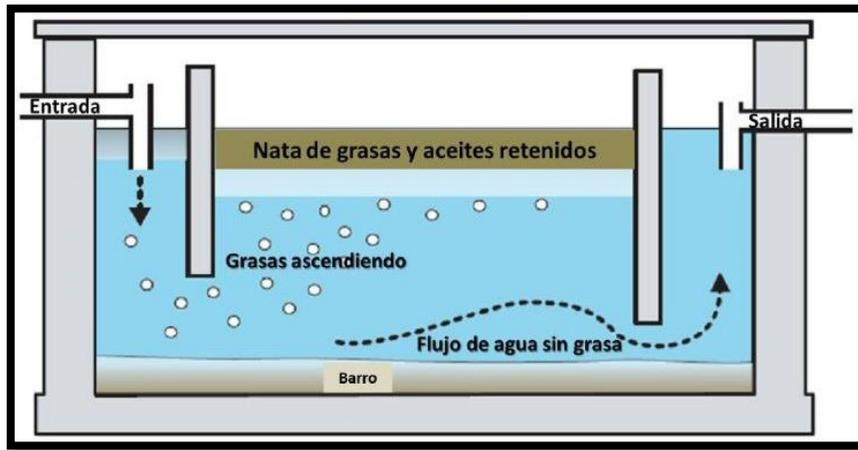


Figura 7-48 Funcionamiento de trampa de grasa

Fuente (Universidad nacional , 2016)

✓ Desarenadores

Un desarenador tiene por objeto separar del agua las arenas, partículas gruesas y solidos sedimentables inferiores a 1mm y superiores a 0,2 mm, el uso del desarenador impide que se produzcan depósitos en la línea de conducción evitando sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

La unidad desarenadora es una estructura hidráulica que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño, por lo que se estableció un desarenador de flujo horizontal a fin de aumentar el tiempo de retención, al lograr mayor tiempo de retención se obtiene mayor sedimentación de solidos presentes.

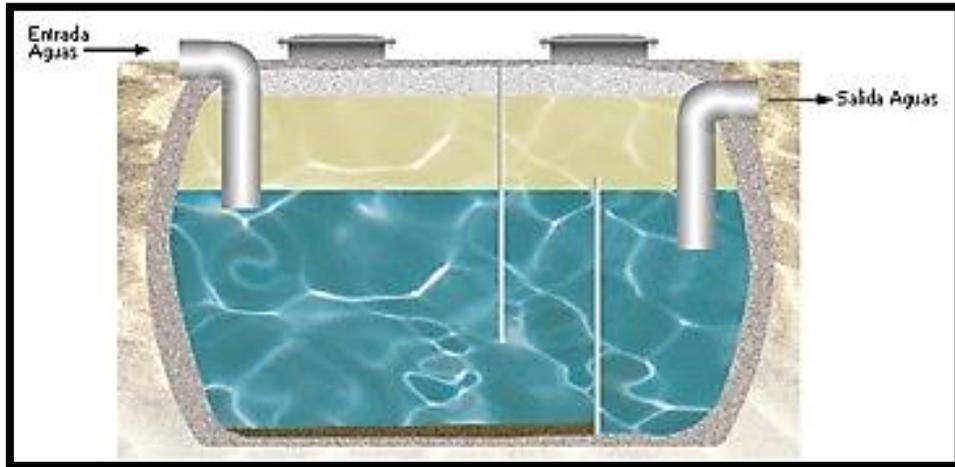


Figura 7-49 Tanque desarenador

Fuente (Hidritec, 2016)

Una vez el agua pasa por el desarenador estas son conducidas a la piscina sedimentadora que es la unidad de tratamiento físico final de las aguas industriales.

✓ Piscina sedimentadora

El uso de piscina tiene como finalidad la decantación de solidos suspendidos presentes en aguas residuales previa eliminación de solidos sedimentables. Esta debe contar con una cubierta de impermeabilización en geomembrana HDPE que permita la protección al suelo inhibiendo la filtración de líquidos, y separando las partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,5 mm por medio de gravedad, lo que permite una reducción de 15% DBO y un 50% de solidos suspendidos.

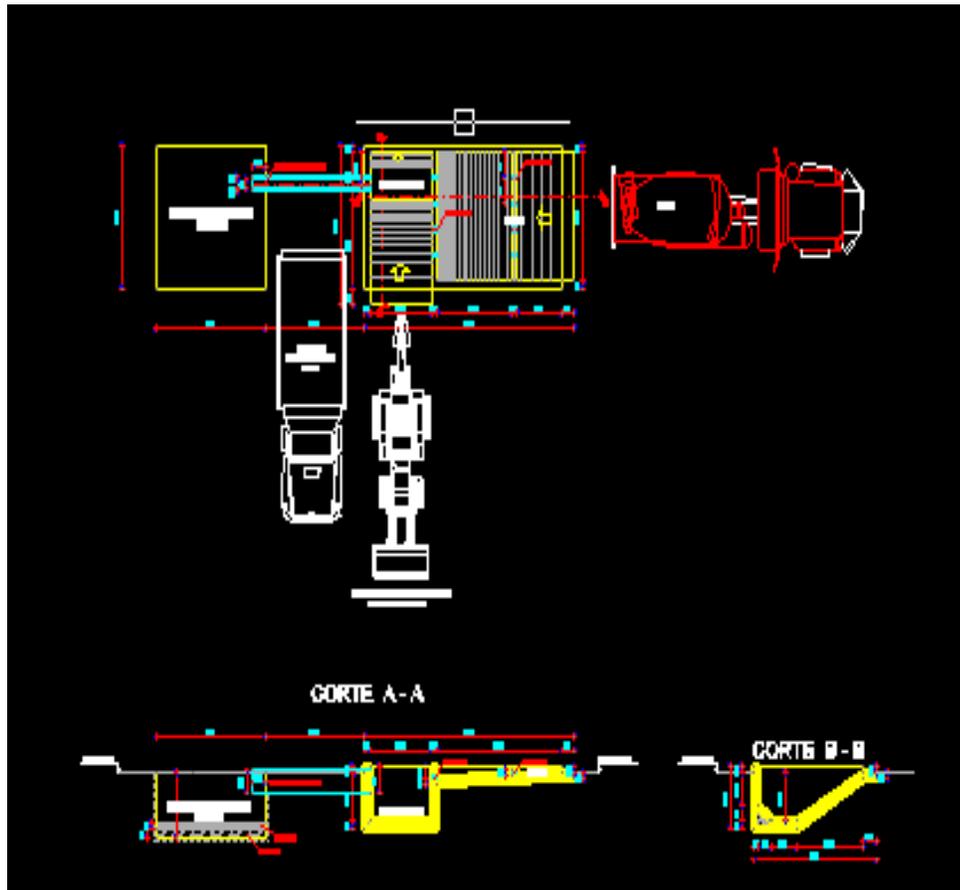
La piscina estará ubicada aledaña al campamento donde el agua producto del tratamiento y altamente clarificada con un porcentaje del 80% de remoción se considera óptima para la recirculación en procesos industriales y en la humectación de vías, en caso de esta presentar algún mal olor se hará uso de productos para control de olores.

Los lodos generados producto del tratamiento de aguas residuales serán transportados en volquetas hasta las ZODME's autorizadas. Es de anotar que así como los otros sistemas propuesto estos tendrán un seguimiento y condiciones de manejo especificadas en el plan de manejo, ver capítulo 11.1.1 del presente estudio.

✓ Descripción De Piscinas Para Recirculación Y Reuso De Agua En Planta De Producción.

PISCINA PLANTA DE HORMIGÓN

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017



En las Plantas de Hormigón el agua tiene dos usos que están claramente definidos, el primero es para la producción de los Hormigones de las distintas resistencias que se requieran dentro del proyecto y el segundo es para el lavado de los mixer a la salida de la planta luego de que han sido cargados con el hormigón requerido. En el primer caso no existe desperdicio de agua y el ciento por ciento del agua que interviene en el proceso es utilizado para la mezcla de los agregados pétreos con el cemento. En el segundo caso, en cambio, el agua que se requiere para el lavado de los mixer, de posibles restos de materiales que pueden estar en el exterior del mismo, debe pasar por las piscinas de sedimentación a fin de que todos los sólidos suspendidos se depositen en estas estructuras para luego sacarlas y llevarlas a las zonas de depósito de materiales no utilizables para obra o ZODME.

El proceso inicia con el despacho del Hormigón requerido para ejecución de las obras en los camiones mixer; vehículos que una vez descargados, se trasladan hasta la zona de lavado de equipos, dicha área se ubica en la zona industrial, en piso duro, pendiente mínima y con canaletas perimetrales dotadas de rejillas que conducen el agua hacia única piscina de lavado. El vehículo se estaciona de tal manera que la “pera” de mezclado se ubique dentro del área destinada para el lavado y se procede al mismo con mangueras a presión, las cuales hacen parte del equipo. Durante el proceso, se

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
Julio de 2017			

garantiza la eliminación de todos los materiales que se hayan adherido previniendo la corrosión de las partes del equipo. El agua de lavado, pasa a una piscina sedimentadora en la cual los sólidos se separan por gravedad por diferencias de tamaño, aquí los sólidos sedimentables se depositan en el fondo de la piscina para posteriormente ser retirados durante las jornadas de mantenimiento y el agua decantada pasa a través de una canal en concreto abierto hacia un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser reutilizada durante la ejecución del proyecto en actividades como humectación o durante las actividades de construcción de obras de arte.

Los lodos generados, son retirados con equipos tipo retrocargador y dispuestos en las ZODME.

7.4. Ocupación de Cauce

En esta sección se hace referencia a cada una de las intervenciones sobre cauces que necesita el proyecto para habilitar las estructuras y funcionamiento del corredor vial o de alguna infraestructura asociada, según se describió en el capítulo 3 de este EIA.

Las estructuras necesarias en sitios de cauce pueden ser viaductos, puentes, box culvert y alcantarillas, entre otros, que se han expuesto en el capítulo 3 y también en los anexos como Anexo GDB/ cartografía/PDF/ EIADCRP_IP_034.

Los cruces de corrientes de agua superficial consisten en obras de ingeniería diseñadas y proyectadas para dar paso y manejo adecuado a las aguas de escorrentía en cada uno de los sitios. Se ha previsto hacer obras en un total de (34) cuerpos de agua de la UF-4 y UF-5, como se relaciona en la Tabla 7.41 (Anexo 7,4).

Tabla 7.41: Ocupaciones de Cauce

No.	ABSCISA	TIPO	DIAMETRO	LONGITUD (m)	OCUPACIÓN DE CAUCE	
					NORTE	ESTE
1	0+136,95	BOX	2,5*2,5	42,00	606813,0	957046,7
2	0+602,88	BOX	2,5*2,5	30,30	607163,0	957325,0
3	0+932,85	ALCANTARILLA	1,8	24,20	607459,0	957447,0
4	2+960	PUENTE GUÁITARA	-	309,85	608558,0	958736,0
5	5+300,41	ALCANTARILLA	1,8	25,10	608705,5	960799,3
6	6+381,11	ALCANTARILLA	0,9	57,80	609596,9	960949,5
7	6+659,32	ALCANTARILLA	1,5	28,40	609865,0	960963,0
8	6+859	CANAL INTERCEPTOR	-	200	610061,2	960929,4
9	7+000	ESTRUCTURA MAGDALENA	-	204,37	610136,0	961056,0
10	7+265	CANAL INTERCEPTOR	-	224,50	609965,1	961228,3
11	7+593,68	ALCANTARILLA	1,2	26,20	609686,0	961381,0
12	7+952,26	ALCANTARILLA	0,9	22,80	609365,1	961531,4
13	8+420,07	ALCANTARILLA	1,2	38,10	609396,0	961925,0

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Consortio Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

No.	ABSCISA	TIPO	DIAMETRO	LONGITUD (m)	OCUPACIÓN DE CAUCE	
					NORTE	ESTE
14	9+437,34	ALCANTARILLA	0,9	26,30	610310,0	962041,0
15	9+522,83	ALCANTARILLA	0,9	26,00	610390,0	962012,0
16	9+647,33	ALCANTARILLA	0,9	26,90	610503,0	962055,0
17	13+038,35	ALCANTARILLA	1,8	29,60	612730,0	963996,0
18	14+025,88	ALCANTARILLA	1,8	24,30	613117,0	964901,0
19	14+234,35	ALCANTARILLA	1,8	13,40	613119,0	965098,0
20	16+214,74	BOX CULVERT	3.5*3.5	40,60	613848,0	966054,0
21	16+925,25	ALCANTARILLA	0,9	26,30	613873,0	966628,0
22	17+735,97	BOX CULVERT	2*2	33,40	614224,0	966464,0
23	18+095	BOX CULVERT	2*2	46,00	614532,0	966314,0
24	19+125	ALCANTARILLA	0,9	13,60	614470,0	965538,0
25	19+130	ALCANTARILLA	0,9	18,30	614489,0	965512,0
26	22+675,57	ALCANTARILLA	1,5	27,00	616530,0	967993,8
27	23+000	ALCANTARILLA	1,5	23,80	616858,0	968022,0
28	23+265	BOX CULVERT	3*3 DOS CELDAS	74,70	617057,0	968199,0
29	23+560	BOX CULVERT	3*3 DOS CELDAS	49,60	617051,0	968403,0
30	23+620	CANAL INTERCEPTOR	-	183,32	616962,0	968520,0
31	24+777,22	ALCANTARILLA	0,9	23,90	617289,0	969408,0
32	27+440	ALCANTARILLA	1,2	30,20	618605,0	971267,0
33	27+841	BOX CULVERT	3*3 DOS CELDAS	56,10	618404,0	971537,0
34	31+373,53	BOX CULVERT	3,5*3,5	45,00	619262,0	974563,0

Fuente Consorcio SH, 2017

Las intervenciones de cauces para realizar las obras descritas en la tabla anterior requieren de la autorización por parte de la autoridad ambiental, esta es solicitada por medio de permisos de ocupación de cauce cuyos formularios se encuentran en el Anexo 7. 4.

Es pertinente mencionar que la conformación de zedmes y la construcción de accesos a las mismas, a frentes de obra y a sitios de captación de agua, NO demandan de construcción de obras civiles que impliquen la ocupación de cauces.

En razón a la anterior información se procede con la solicitud de los respectivos permisos (ver Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Ocupación de Cauce en Anexo 7.1.3.d).

– *Procedimiento constructivo*

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Las obras de drenaje son necesarias para el control del exceso de aguas de escorrentía, permitir el paso de la misma, evitar procesos erosivos del terreno o la estructura de pavimento, así como no interferir en la trayectoria de cauces o canales tanto naturales como artificiales.

Dentro de la información primaria necesaria para la construcción de una alcantarilla, se debe tener en cuenta principalmente, la longitud de la estructura, pendiente, diámetro o sección transversal (para Box Couvert), cota de entrada y salida.

Por otra parte, hay que considerar el manejo y control de aguas, el cual compone todas las operaciones necesarias para garantizar la realización de los trabajos de construcción y/o mantenimiento de las redes de acueducto o alcantarillado. Este manejo de aguas se puede realizar a partir de:

- **Desvío de aguas:** Este proceso comprende la conducción de las aguas presentes en los cauces permanentes intervenidos, hasta el sitio previsto aguas abajo de la obra según los alineamientos y niveles especificados en los planos. En este proceso se habilita un canal temporal sin revestimiento que conduce el agua a una distancia adecuada del área de influencia de la construcción.
- **Ataguías:** La colocación de ataguías laterales son usadas para evitar el acceso de agua a los sitios o evitar inundaciones de las áreas de influencia necesarias para las actividades proyectadas. Las ataguías pueden ser en (a) Bolsa suelo o bolsacreto o sacos de polipropileno (b) Ataguías prefabricadas (c) Ataguías construidas con láminas de polietileno de alta densidad (d) Ataguías construidas con material granular del sitio recubiertas con material arcilloso.
- **By-Pass por Tuberías:** Método adecuado para el manejo de los sistemas existentes mientras se están realizando las actividades proyectadas. El sistema By-Pass dependerá del material de la tubería.

A continuación, se presenta el procedimiento general para la construcción de las obras de drenaje:

1. Localización y Replanteo

Con el objeto de situar los alineamientos y cotas de la obra en cuestión, se realiza la localización y replanteo mediante un estacado en el terreno, basado en las dimensiones, niveles y referencias indicadas en los planos. Adicionalmente, se ubican dos puntos auxiliares adicionales para evitar que estos se pierdan con el trabajo de las maquinarias al realizar el movimiento de tierra.

2. Excavación

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Siguiendo los puntos demarcados en el proceso anterior, se procede a realizar el retiro del material presente en la obra, a partir de un método manual o mecánico de excavación. La elección de la metodología de trabajo, depende de las condiciones de acceso y trabajo del lugar destinado para la construcción de la estructura de drenaje; así como los equipos y herramientas disponibles para tal labor. Por lo general, el equipo más usado para esta labor es la excavadora o retroexcavadora.

En este procedimiento se debe considerar la adecuada disposición del material de excavación en la zona contigua al área de trabajo, considerando al menos una distancia equivalente a la mitad de la profundidad de la zanja de excavación cuando no hay entibado y 90 cm en caso contrario para disminuir los factores de riesgo durante este procedimiento.

Al llegar al fondo de excavación es importante detectar y si es posible retirar algún tipo de material contaminante que afecte las propiedades de la estructura. En tal caso, es recomendable el uso de un concreto “pobre” o solado de limpieza (uso recomendable para Box Culvert).

3. Instalación

Se debe disponer en primera medida de una cama de apoyo en la parte inferior de la excavación, constituido por un material seleccionado que tiene el objetivo de brindar soporte a la tubería en toda su longitud. Para esta capa granular debidamente compactada, se recomienda el uso de arena gruesa o gravilla.

Para el montaje de la tubería, se asegura la misma a la maquinaria a través de elementos de amarre como cabos, bandas, cadenas. Posteriormente, se desarrolla el izado de la tubería hacia la excavación, considerando su disposición en contrapendiente; es decir, la primera de ellas aguas abajo y así sucesivamente hasta completar la longitud requerida.

Para las obras de Box Culvert, se realizan tres etapas:

1. Figurado de acero
2. Encofrado
3. Vaciado de Concreto

Nota: Al finalizar la colocación se deberá verificar la pendiente a través de la mira. Además, el eje de la tubería se debe vigilar constantemente con topografía.

4. Relleno

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

En esta etapa constructiva, se puede reutilizar el material de excavación, siempre y cuando cumpla con las características definidas para el material seleccionado. La conformación de este relleno o terraplén debe hacerse con las operaciones encaminadas a conseguir las características resistentes y estructurales exigidas en cada capa para que de esta forma se asegure un correcto funcionamiento del mismo.

5. Encoles-Descoles

Posterior a los anclajes se procederá a desarrollar los demás componentes de la alcantarilla y/o Box Culvert, según las especificaciones técnicas, dimensiones y materiales indicados en los diseños.

Nota: Es importante realizar las pruebas hidráulicas, con el fin de verificar que todos los componentes hayan quedado correctamente instalados, identificando fugas, condición del flujo y revisión de pendientes adecuadas para evitar procesos de sedimentación

Las obras de drenaje serán de carácter permanente y su construcción se realizará según la siguiente programación:

- Alcantarillas:
 - o Frente C-DT01: Entre septiembre de 2017 y septiembre de 2019.
 - o Frente C-DT02: Entre septiembre de 2017 y septiembre de 2019.
 - o Frente C-DT03: Entre septiembre de 2017 y abril de 2018.
- Box coulvert:
 - o Frente C-MB01: Entre septiembre de 2017 y julio de 2018.
 - o Frente C-MB02: Entre diciembre de 2017 y febrero de 2018.
- *Cruces especiales*

En el proyecto vial hay dos cruces especiales de gran importancia hídrica las cuales son Río Guátara y quebrada La Magdalena (ver Tabla 7.42). En el capítulo 3 del presente estudio se encuentran los diseños de las obras hidráulicas.

Tabla 7.42 Cruces especiales

UF	NOMBRE DE LA FUENTE	TIPO	TEMPORAL	COORD_X	COORD_Y
4	Río Guátara	Puente y/o Viaducto	Permanente	958736,0	608558,0
4	Quebrada Magdalena	Box	Permanente	961056,0	610136,0

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

7.4.1 Análisis de frecuencia para caudales

Los caudales máximos para las áreas de drenaje aferentes a cada obra hidráulica se calcularon mediante el Método Racional para aquellas cuencas con áreas de drenaje menores a 2,5 km². Para cuencas mayores se calcularon los caudales a partir del método de hidrograma unitario.

- Método racional

Es una metodología comúnmente utilizada en hidrología para generar caudales máximos en cuencas pequeñas o menores donde no existe información hidrométrica; consiste en la estimación del caudal máximo suponiendo una intensidad uniforme de la precipitación durante el tiempo de concentración de la cuenca. La suposición de la uniformidad de la precipitación durante el tiempo de concentración, es una aproximación que se hace teniendo en cuenta que en la realidad un evento de lluvia es uniforme durante el tiempo de concentración de la cuenca. De esta forma, el caudal en un punto dado de la cuenca crecerá paulatinamente hasta alcanzar un valor máximo cuando la totalidad de la cuenca esté contribuyendo a la escorrentía en el sitio de concentración de las aguas. El "Método Racional" se expresa mediante la relación:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

Q : Caudal máximo, en m³/s.

C : Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/h.

A : Área de drenaje, en ha.

- Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía, relaciona el caudal máximo generado producido después de descontar las pérdidas por almacenamiento, retención e infiltración, con la intensidad de precipitación que lo genera, es propio de cada cuenca y depende principalmente del tipo de suelo, de la cobertura vegetal y de la pendiente de la cuenca.

Se estimaron los caudales máximos para diferentes periodos de retorno. En la Tabla 7.43 se presenta el resumen de parámetros empleados para el cálculo de caudales máximos en las quebradas con área mayor a 2,5 km². Para el resto de cuencas los parámetros empleados se resumen en la Tabla 7.44

Tabla 7.43 Resumen de parámetros de modelación para estimar caudales máximos en cuencas mayores a 2,5 km²

Sitio	Área (km ²)	Tc (min)	Tlag (min)	CN	Hietograma	Factor de reducción por área	Duración aguacero (horas)
La Magdalena	36,6	154	92	81	SCS tipo II	0,75	2,5

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.44 Intensidades diseño para diferentes períodos de retorno, cuencas margen derecha

Cuenca	Área (Km ²)	Tc (min)	Intensidad (mm/h)						
			2,33	5	10	20	25	50	100
1	0.0557	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
2	0.6715	17.38	66.33	76.6	87.4	99.7	104.	118.	135.
3	0.1331	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
4	0.1331	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
5	0.7259	18.08	64.69	74.7	85.3	97.3	101.	115.	132.
6	0.0068	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
7	0.0247	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
8	0.1805	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
9	0.1226	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
10	0.0466	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
11	0.0531	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
12	0.0395	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
13	0.0382	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
15	0.0289	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
17	0.9751	20.06	60.59	70.0	79.9	91.1	95.1	108.	123.
18	0.0126	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
19	0.1484	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
20	0.0044	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
21	0.1458	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
22	0.1474	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
23	0.0678	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.
24	0.0304	15	73.05	84.4	96.3	109.	114.	130.	149.

Fuente: Consorcio SH

La determinación de los caudales de diseño teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente se presentan en las Tabla 7.45 y Tabla 7.46

Tabla 7.45 Caudales de la quebrada La Magdalena

Tr	Cuenca	Área (km ²)	Tc (min)	C N	Q (m ³ /s)
5	Q. La Magdalena	36,5	154	81	26,2
10					35,3
20					44,9
25					48,15
50					58,4
100					69,3

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.46 Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno para las cuencas aferentes a las obras de drenaje.

Cuenca	Área (Km ²)	Q m ³ /s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
1	0.0557	0.42	0.52	0.63	0.76	0.82	0.99	1.22
2	0.6715	4.65	5.81	6.96	8.50	9.07	11.02	13.60
3	0.0732	0.55	0.69	0.82	1.00	1.07	1.30	1.61
4	0.1643	1.23	1.54	1.85	2.26	2.41	2.92	3.61
5	0.0437	0.33	0.41	0.49	0.60	0.64	0.78	0.96
6	0.6633	4.42	5.53	6.62	8.09	8.63	10.49	12.94
7	0.0068	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15
8	0.0366	0.28	0.34	0.41	0.50	0.54	0.65	0.80
9	0.2139	1.61	2.01	2.40	2.94	3.13	3.81	4.70
10	0.1226	0.92	1.15	1.38	1.68	1.80	2.18	2.69
11	0.0466	0.35	0.44	0.52	0.64	0.68	0.83	1.02
12	0.0670	0.50	0.63	0.75	0.92	0.98	1.19	1.47
13	0.0251	0.19	0.24	0.28	0.34	0.37	0.45	0.55
14	0.0165	0.12	0.16	0.19	0.23	0.24	0.29	0.36
15	0.0175	0.13	0.16	0.20	0.24	0.26	0.31	0.38
16	0.0923	0.69	0.87	1.04	1.27	1.35	1.64	2.03
17	0.4338	3.00	3.75	4.49	5.49	5.86	7.12	8.78
18	0.1992	1.38	1.72	2.06	2.52	2.69	3.27	4.03
19	0.1484	1.11	1.39	1.67	2.04	2.17	2.64	3.26
20	0.0044	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.10
21	0.1458	1.09	1.37	1.64	2.00	2.14	2.60	3.20

Cuenca	Área (Km ²)	Q m ³ /s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
22	0.1474	1.11	1.38	1.66	2.03	2.16	2.62	3.24
23	0.0678	0.51	0.64	0.76	0.93	0.99	1.21	1.49
24	0.0304	0.23	0.29	0.34	0.42	0.45	0.54	0.67
25	0.0977	0.73	0.92	1.10	1.34	1.43	1.74	2.15
26	0.0618	0.46	0.58	0.69	0.85	0.91	1.10	1.36
27	0.0189	0.12	0.15	0.18	0.22	0.24	0.29	0.36
28	0.3521	2.02	2.53	3.03	3.70	3.95	4.80	5.92
29	0.1756	1.14	1.43	1.71	2.09	2.23	2.71	3.34
30	0.2076	1.24	1.56	1.86	2.28	2.43	2.95	3.64
31	0.0696	0.45	0.57	0.68	0.83	0.88	1.07	1.32
32	0.4690	2.63	3.29	3.94	4.82	5.14	6.25	7.71
33	0.0607	0.39	0.49	0.59	0.72	0.77	0.94	1.15
34	0.0302	0.20	0.25	0.29	0.36	0.38	0.47	0.58
35	0.0384	0.25	0.31	0.37	0.46	0.49	0.59	0.73
36	0.2830	1.84	2.30	2.76	3.37	3.59	4.36	5.38
37	0.1407	0.91	1.14	1.37	1.67	1.79	2.17	2.68
38	0.1893	1.23	1.54	1.84	2.25	2.40	2.92	3.60
40	0.0548	0.36	0.45	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
41	0.0795	0.52	0.65	0.77	0.95	1.01	1.23	1.51
42	0.0263	0.17	0.21	0.26	0.31	0.33	0.40	0.50
43	0.0170	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.26	0.32
44	0.0858	0.56	0.70	0.83	1.02	1.09	1.32	1.63
45	0.0997	0.65	0.81	0.97	1.19	1.26	1.54	1.90
46	0.0169	0.11	0.14	0.16	0.20	0.21	0.26	0.32
47	0.0312	0.20	0.25	0.30	0.37	0.40	0.48	0.59
48	0.0830	0.54	0.67	0.81	0.99	1.05	1.28	1.58
49	0.0295	0.19	0.24	0.29	0.35	0.37	0.45	0.56
50	0.0400	0.26	0.32	0.39	0.48	0.51	0.62	0.76
51	0.0403	0.26	0.33	0.39	0.48	0.51	0.62	0.77
52	0.0231	0.15	0.19	0.23	0.28	0.29	0.36	0.44
53	0.0821	0.53	0.67	0.80	0.98	1.04	1.27	1.56
54	0.0546	0.35	0.44	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
55	0.0407	0.26	0.33	0.40	0.48	0.52	0.63	0.77
56	0.0449	0.29	0.37	0.44	0.53	0.57	0.69	0.85
57	0.0200	0.13	0.16	0.19	0.24	0.25	0.31	0.38
58	0.0219	0.14	0.18	0.21	0.26	0.28	0.34	0.42
59	0.0299	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57

Cuenca	Área (Km ²)	Q m ³ /s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
60	0.0355	0.23	0.29	0.35	0.42	0.45	0.55	0.68
61	0.0275	0.18	0.22	0.27	0.33	0.35	0.42	0.52
62	0.1695	1.10	1.38	1.65	2.02	2.15	2.61	3.23
63	0.0061	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.12
64	0.0156	0.10	0.13	0.15	0.19	0.20	0.24	0.30
65	0.0955	0.62	0.78	0.93	1.14	1.21	1.47	1.82
66	0.2055	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
67	0.1142	0.74	0.93	1.11	1.36	1.45	1.76	2.17
68	0.2219	1.44	1.80	2.16	2.64	2.82	3.42	4.22
69	0.2057	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
70	0.2123	1.27	1.59	1.91	2.33	2.48	3.02	3.72
71	0.3350	1.93	2.42	2.90	3.54	3.78	4.59	5.66
72	0.1698	1.10	1.38	1.65	2.02	2.16	2.62	3.23
73	0.3297	2.14	2.68	3.21	3.92	4.18	5.08	6.27
74	0.0128	0.08	0.10	0.12	0.15	0.16	0.20	0.24
75	0.0298	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57
76	0.0626	0.41	0.51	0.61	0.75	0.79	0.97	1.19

Fuente: Consorcio SH

7.4.2. Cálculo de socavación

Los estudios de socavación se han realizado de acuerdo con lo establecido en las publicaciones de Maza Álvarez (Maza Álvarez J, 1970) y de Monforte Ocampo (Monforte Ocampo, 1986).

Cuando ocurren las crecientes, se producen alteraciones en la corriente, en el fondo y en las bancas del cauce. Estos cambios que sufre la forma del cauce se deben a la mayor capacidad de arrastre de la corriente, la cual al transportar un mayor número de partículas en suspensión y tomarlas del fondo, hace que este descienda.

La metodología utilizada para el cálculo de la socavación general, corresponde a la propuesta por Maza A.J.A (Maza Álvarez J, 1970). En esta metodología, el criterio de cálculo fue propuesto por Lichtvan - Lebediev y para su aplicación es necesario hacer distinción en las características de cohesividad y homogeneidad de los suelos presentes en el lecho.

La profundidad máxima de socavación esperada al paso de la creciente está dada por las siguientes expresiones:

Ecuación 7-1

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_0^{5/3}}{0,68 d_m^{0,28} \beta} \right]^{1/(1+x)}$$

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_0^{5/3}}{0,60 \gamma_s^{1,18} \beta} \right]^{1/(1+x)}$$

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Ecuación 7-2

La Ecuación 7-1 se utiliza para suelos granulares y la Ecuación 7-2 para suelos cohesivos.

A continuación, se describen cada uno de los parámetros involucrados en las ecuaciones de socavación general:

H_s = Es la altura entre la superficie del agua (al pasar la creciente) y el fondo erosivo (m).

α = Coeficiente de distribución de gasto, calculado mediante la Ecuación 7-3.

Ecuación 7-3
$$\alpha = \frac{Q_d}{H_0^{5/3} B_e}$$

Dónde,

Q_d = Caudal de diseño para el periodo de retorno considerado (m³/s).

H_0 = Es la profundidad de la sección transversal para el caudal de diseño considerado (m).

B_e = Es el ancho de la sección para el nivel del caudal de diseño (m). Es importante aclarar

que, si la corriente incide paralelamente al eje de las pilas, esa longitud será la del tramo considerado menos el espesor de las pilas que están dentro de él. Cuando existe un ángulo de esviaje de la corriente, el ancho efectivo se puede calcular gráficamente trazando líneas que indican la dirección de la corriente, tangentes a las pilas, y midiendo los claros que resultan.

d_m = Diámetro medio de las partículas de fondo (mm). Este parámetro se calcula mediante la Ecuación 4.4.

Ecuación 7-4
$$d_m = 0,001 \sum_{i=1}^n d_i p_i$$

Dónde,

- d_i = Diámetro medio de una fracción de la curva granulométrica de la muestra total que se analiza (mm).

- p_i = Porcentaje del peso de la misma porción, comparada con el peso total de la muestra.
- β =Coeficiente relacionado al periodo de retorno del caudal de diseño, el cual es obtenido con los valores de la Tabla 7.47

Tabla 7.47 Coeficiente β .

TR	β .	Probabilidad %
1	0,77	100
2	0,82	50
5	0,86	20
10	0,9	10
20	0,94	5
50	0,97	2
100	1	1
300	1,03	0,3
500	1,05	0,2
1000	1,07	0,1

Fuente Géminis Consultores S.A.S

Z= Coeficiente usado únicamente para suelos granulares calculado mediante la Ecuación 7-5

Ecuación 7-5 $Z = 0,394557 - 0,04136 \log(d_m) - 0,00891 (\log[d_m])^2$

Dónde,

- d_m = Diámetro medio de las partículas de fondo (mm). Ver Ecuación 7-6

X= Coeficiente utilizado únicamente para suelos cohesivos, calculado mediante la Ecuación 4.6.

Ecuación 7-6 $X = 0,892619 - 0,58073 \gamma_s + 0,136275 \gamma_s^2$

Dónde,

- γ_s = Peso específico del suelo (Ton/m³).

Para determinar la socavación a partir del Método Gráfico en un punto P, como se muestra esquemáticamente en la Figura 7-50, intervienen las variables que se describen a continuación:

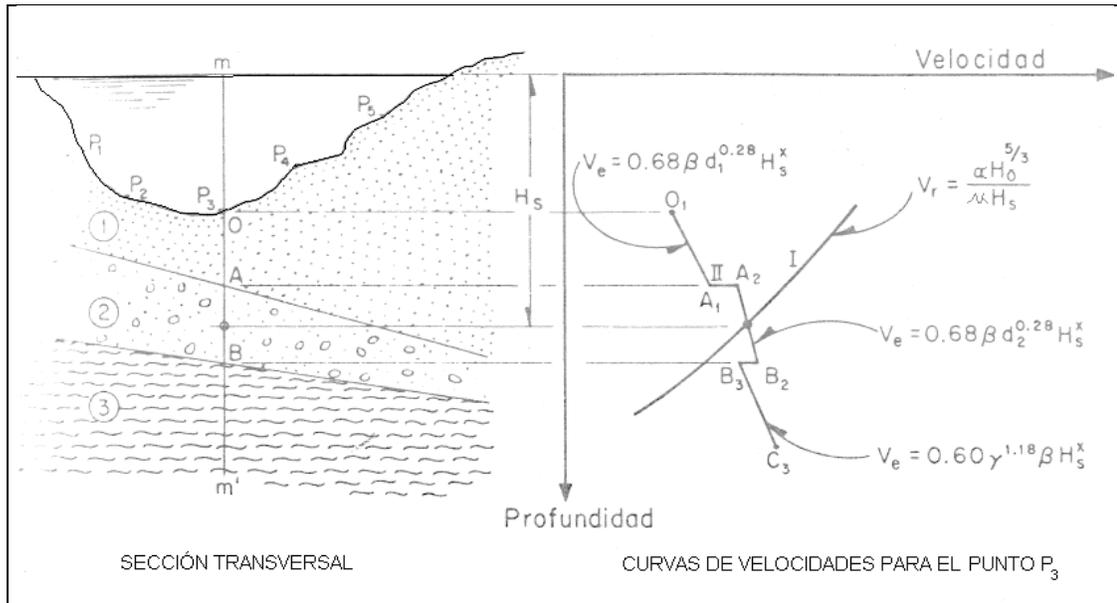


Figura 7-50 Cálculo de la socavación por el método gráfico

Fuente: Consorcio SH

μ = Coeficiente de contracción, que depende de la distancia entre las pilas y la velocidad media de la sección, calculado mediante la Ecuación 7-7.

Ecuación 7-7

$$\mu = 1 - 0,387 \frac{\bar{v}}{L}$$

Dónde,

- \bar{v} = Velocidad media de la sección transversal para el caudal de diseño (m/s).
- L = Longitud entre las dos pilas (m).

d_s = Profundidad de socavación, calculada mediante la Ecuación 7-8

Ecuación 7-8

$$d_s = H_s - H_0$$

Dónde

H_s = Es la altura entre la superficie del agua (al pasar la crecida) y el fondo erosivo (m).

H_0 = Es la profundidad de la sección transversal para el caudal de diseño considerado (m).

Teniendo en cuenta el dimensionamiento de las obras con las que se intersectan las corrientes de agua al trazado de la vía proyectada en el tramo Pedregal – Pasto, y

teniendo en cuenta que los resultados de la densidad que se muestra en la Tabla 7.48, se ha calculado la socavación general.

Tabla 7.48 Densidad del material transportado.

Abscisa	Densidad (KN/m ³)
K0+000-K2+550	13,7
K2+550-K5+930	13,4
K5+930-K12+620	13,9
K12+620-K15+750	13,7
K15+722 - K18+876	14,42
K18+876 - K24+018	8,25
K24+018 - K30+030	9,14
K30+030 - K37+948	10,25

Fuente: Consorcio SH

Con el fin de determinar la socavación a la salida de la estructura, se ha proyectado una sección de geometría rectangular, con un ancho variable de acuerdo con el diámetro de la alcantarilla. En la Tabla 7.49 se presenta el ancho de la estructura de salida, en relación al diámetro de la alcantarilla.

Tabla 7.49 Geometría a la salida de la estructura.

Diámetro de la alcantarilla (m)	Base de la estructura de salida (m)
0,9	4,5
1	5,05
1,2	5,9
1,3	6,3
1,5	7,15
1,6	7,6
1,8	8,5

Fuente: Consorcio SH

Para las estructuras tipo *Box Culvert*, se estimó la sección de salida como el ancho de la estructura, más un ancho adicional de un metro a cada lado; cuando hay más de una celda se estima como el caso de una celda, adicionando un metro, simulando esto como la separación entre celdas.

La socavación se ha calculado a partir de la fórmula de Lichtvan – Lebediev para suelos cohesivos, para lo cual se ha tenido en cuenta los resultados de laboratorio por zonificación. Los resultados de la socavación se han agrupado según las dimensiones y el tipo de obra de la siguiente manera, en la Tabla 7.50 se muestra los resultados para las alcantarillas y en la Tabla 7.52 para los Box Couvert.

Tabla 7.50 Socavación en alcantarillas Unidad Funcional 4

Zona homogénea/Diámetro	0,9 m	1,2 m	1,5 m
K0+000 – K2+550	0,80	0,80	-
K2+550 – K5+930	0,79	-	-
K5+930 – 12+620	0,81	0,82	0,86
K12+620 - K15+750	0,80	0,82	0,85

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.51 Socavación en alcantarillas unidad funcional 5

Zona homogénea/Diámetro	0,9 m	1,2 m	1,5 m
K15+722 - K18+876	0,20	0,30	0,45
K18+876 - K24+018	0,35	0,60	0,75
K24+018 - K30+030	0,30	0,50	0,60

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.52 Socavación en Box Couvert

Abscisa	Base (m)	Altura (m)	Socavación (m)
K0+136.9 5	2,50	2,50	0,90
K0+602.8 8	2,50	2,50	0,89
K16+200, 46	3,50	3,50	1,0
K17+746	2,00	2,00	0,75
K18+122	2,00	2,00	1,5
K23+309, 72	3,00	3,00	1,5
K23+479, 90	3,00	3,00	1,5
K27+854, 54	3,00	3,00	1,5

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

Abscisa	Base (m)	Altura (m)	Socavación (m)
K31+403,37	3.50	3.50	1.75

Fuente: Consorcio SH

- Análisis Hidráulico Del Drenaje Superficial

Existen varios parámetros y criterios usados para el diseño y/o análisis de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje transversal los cuales fueron incluidos en el documento “CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (PEPA-CDI-HID-UFS-007-R0), a continuación, se describen cada uno de ellos.

- Obras de Drenaje Transversal, Alcantarillas y Box Coulvert

- *Localización de Las Obras de Drenaje Transversal*

La localización de las obras de drenaje se realizó teniendo en cuenta la condición natural de los diferentes drenajes, quebradas y ríos al ser interceptados con la vía, buscando preferiblemente que los cruces mantengan su alineamiento, sin embargo, por motivos topográficos se presentan derivaciones menores a sus alineamientos, los cuales son corregidos con encauzamientos cortos, para en la menor longitud mantener las condiciones naturales de los drenajes.

La separación entre obras de drenaje obedece a las condiciones topográficas naturales del sector, la generación de puntos bajos en la geometría vial del proyecto, la capacidad del drenaje longitudinal y la continuidad de las obras de drenaje existentes. En particular el desarrollo de muchas de las áreas urbanas e industriales de la zona del proyecto, han tenido como eje central la vía, generando necesidades de servicios de todo tipo, como restaurantes, estaciones de gasolina, parqueaderos, etc. Que han cambiado el patrón de drenaje natural considerando nuevas estructuras y separaciones de las obras de drenaje.

Se consideraron dos tipos de estructuras de entrada a las obras de drenaje, dependiendo de la ubicación de la rasante con respecto al drenaje natural: cuando la vía se encuentra en corte la estructura de entrada proyectada es del tipo caja en concreto reforzado y cuando la vía se encuentra en relleno la estructura de entrada proyectada es del tipo cabezal con aletas. En algunos casos en la condición de corte se proyectaron estructuras de disipación de energía que permitan conducir el agua por los taludes.

- Funcionamiento Hidráulico

El flujo en una alcantarilla es no uniforme, presentando zonas con flujo gradualmente variado y zonas con flujo rápidamente variado, por lo que su análisis teórico es

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Compañía Vial</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

complejo. Su capacidad y funcionamiento depende de, donde se localice la sección de control hidráulico de la alcantarilla, es así que el flujo puede ser con control a la entrada o con control a la salida. Las condiciones de flujo han sido clasificados por diferentes autores como Bodhaine (Chow, 1994),

Para el diseño de las obras de drenaje del proyecto, se limitó a las condiciones de flujo correspondiente al caso A con control a la entrada, y el caso E con control a la salida, en los cuales la altura de la lámina aguas abajo de la salida de la obra TW no es mayor al diámetro “d” o la altura de la obra es decir no existe sumergencia a la salida, y el flujo descargue libremente. El diseño se basa en realizar el análisis para las dos condiciones de control hidráulico, se adopta como diseño el mayor HW.

En los conductos con control hidráulico a la entrada, el dimensionamiento de la alcantarilla proyectada se calcula mediante los criterios presentados en el Hydraulic Design Series Number 5 (United States Department of Transportation, 2001), por medio de las siguientes ecuaciones:

Dónde:

D= Diámetro del conducto, en m

Q= Caudal, en m³/s

A= Área de la sección del conducto, en m²

E_c Energía crítica = $Y_c + (VC^2 / 2g)$

Dónde:

Y_c = Profundidad crítica

VC = Velocidad crítica

g= Gravedad

k, m = Coeficientes de pérdidas para Control Hidráulico a la entrada

Z= Factor de corrección de pendiente de la línea de energía en la entrada (0,7*S) para entradas perpendiculares, y (-0,5*S), para otro tipo de entradas, donde S es la pendiente de la obra en m/m.

Si el control hidráulico se localiza a la salida, se presenta flujo subcritico en la alcantarilla y el dimensionamiento debe considerar el remanso originado dentro de ella como resultado de la rugosidad del conducto y las pérdidas hidráulicas a la entrada y salida de la obra, por lo que se utiliza la fórmula de Manning con el fin de determinar las

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

perdidas en el barril o conducto. La ecuación utilizada para determinar el diámetro o altura de la obra es:

Dónde:

YT = Perdidas por entrada, fricción y salida.

Y0 = Máximo entre TW y el valor de (YC+D) /2

TW = Nivel aguas abajo.

S = Pendiente de la obra

L = Longitud de la obra

Tomando en cuenta las condiciones del terreno natural, se evidencia que para las estructuras hidráulicas del proyecto presentará un flujo con el control hidráulico a la entrada, sin embargo, se realiza la comprobación de las condiciones.

El dimensionamiento de estas obras de drenaje se realizó complementando una estandarización comercial de los diámetros de las tuberías, por tal razón el diseño limito el flujo a un nivel HW justo antes de la entrada, a un valor de la relación entre este nivel HW y el diámetro o alto de la sección rectangular (D) entre 0,8 y 1,0 utilizando diámetros comerciales de tuberías y la mayor estandarización de alturas y anchos en los Box Culverts.

– *Diámetro Mínimo.*

El diámetro mínimo de todas las alcantarillas nuevas será de 0.90 m, las alcantarillas existentes de 0,6 de diámetro ubicadas bajo la calzada existente se conservaron siempre y cuando se cumplieran las siguientes condiciones:

- Que no presente daños estructurales que puedan llegar a afectar la estabilidad de la obra.
- Que tenga la capacidad hidráulica requerida conforme a los criterios de diseño establecidos en el documento “CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (PEPA-CDI-HID-UFS-007-R0) y para el presente diseño.
- Que la obra se encuentre ubicada en la calzada existente y que esta calzada se conservará en el trazado definitivo del nuevo proyecto (haciendo mención a la sugerencia del manual de trazado geométrico en el que se señala que se aprovechará la calzada existente tanto como sea posible).

Estimación de áreas de drenaje

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Comisariado Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

La definición de las áreas de drenaje o cuencas aportantes a cada obra de drenaje se definió considerando los drenajes existentes de la vía y los puntos bajos de la vía. A partir de la localización de estos sitios, el trazado en planta del proyecto y la cartografía existente se trazaron las divisorias de cuencas y áreas de drenaje hasta la ubicación de la obra de drenaje implantada. En los planos CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H1 - CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H2 - CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H3 se presenta la delimitación de cuencas.

- Drenaje Existente

En la etapa inicial del proyecto se realizó un inventario de campo sobre la calzada existente donde se identificaron la cantidad y tipo de obras existentes.

A partir de este procedimiento se determinó la existencia de tuberías de concreto con diámetros de 0,25 m, 0,60 m, 0,70 m y 0,90 m, predominando el diámetro de 0,60 m; se identificaron secciones tipo Box Culvert de hasta 3,0 m de base por 4,0 m de alto, en la Tabla 7.53 se muestra el resumen de la cantidad de obras existentes por diámetro y tipo de obra.

Tabla 7.53 Resumen de obras existentes

UF	TIPO DE OBRA	DIÁMETRO/ BASE (m)	ALTURA (m)	# TUBOS	CANTIDAD
4	Alcantarilla	0,25	-	1	1
	Alcantarilla	0,6	-	2	2
	Alcantarilla	0,6	-	1	152
	Alcantarilla	0,9	-	1	2
	Box Culvert	0,66	0,6	-	1
	Box Culvert	1,3	2,2	-	2
	Box Culvert	3	4	-	1
5	Alcantarilla	0,6	-	2	4
	Alcantarilla	0,6	-	1	352
	Alcantarilla	0,7	-	1	3
	Alcantarilla	0,9	-	1	7
	Alcantarilla	0,9	-	2	1
	Box Culvert	0,66	0,6	-	1
	Box Culvert	0,9	0,95	-	1
	Box Culvert	0,9	0,58	-	1
	Box Culvert	1	1	-	1
	Box Culvert	1,3	2,2	-	1
	Box Culvert	1,6	2	-	1

UF	TIPO DE	DIÁMETRO/	ALTURA	# TUBOS	CANTIDAD
	Box Culvert	1,7	1,9	-	1
	Box Culvert	1,7	2	-	1
	Box Culvert	3	4	-	1

Fuente: Consorcio SH

- Análisis hidráulico de obras de drenaje transversal existente

Esta etapa consistió en analizar la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes identificadas y caracterizadas en el inventario de obras de campo siguiendo los parámetros establecidos en el documento “CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (CSH-4-VD-G-G-7000-0, CSH-5-VD-G-G-7000-1).

A partir de esta modelación se identificaron las estructuras que cuentan con la suficiente capacidad hidráulica y que por su ubicación se pueden conservar y las estructuras que deben ser remplazadas, según el caudal aferente asociado a los periodos de retorno establecidos.

Como resultado del análisis realizado se tiene que para la unidad funcional 4 Y 5 se conservarán en una de las márgenes de la vía las obras de drenaje y se empalmarán mediante una caja con las obras de drenaje definidas para el carril proyectado como se presenta en la Tabla 7.54

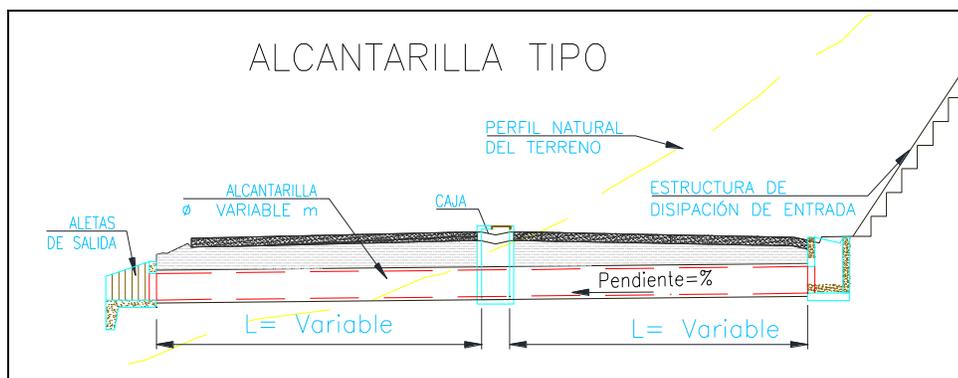


Figura 7-51 alcantarilla tipo

Fuente (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

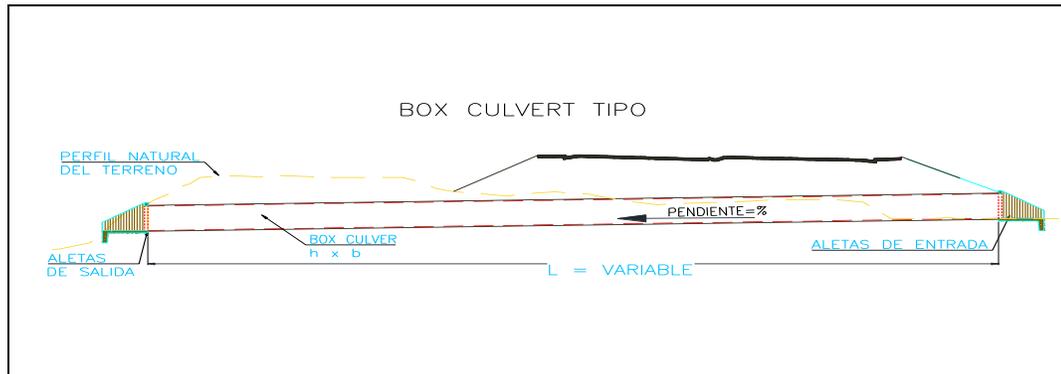


Figura 7-52 Box tipo

Fuente (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

Tabla 7.54 Obras existentes que se conservan en el carril existente y se prolongan en el carril proyectado

UF	Cuenc a	Abscis a	Tipo de obra	Carril existente (obra a conservar)		Carril proyectado (obra nueva)	
				Margén	Diámetr o (m)	Margé n	Diámetr o (m)
4	30	4+770.03	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	62	10+844.28	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	63	10+938.58	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	64	11+038.24	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	65	11+169.28	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	66	11+274.59	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	67	11+357.37	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	68	11+436.90	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	69	11+516.07	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
	71	11+854.32	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
5	50	22+332.47	Alcantarilla	Derecha	0,6	Izquierda	0,9
	97	27+991.18	Alcantarilla	Izquierda	0,6	Derecha	0,9

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Consortio Vial Union del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Fuente: Consorcio SH

Adicionalmente y debido a que la calzada proyectada, en los tramos comprendidos entre las abscisas, 12+630 a 14+200 UF 4 y 19+036.20 a 19+864.19 UF 5, se encuentra en sección encajonada, el drenaje será manejado con las zanjas de coronación, la cuneta de la vía y la cuneta central, para el manejo del drenaje del carril que va sobre la vía existente, se conservarán las obras de drenaje que se presentan en la Tabla 7.52 y en la Tabla 7.56.

Tabla 7.55 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado UF 4

Abscisa	Tipo de obra	Carril existente (obra a conservar)	
		Margen	Diámetro (m)
K12+630	Alcantarilla	Izquierda	0,6
K12+692	Alcantarilla	Derecha	0,6
K12+771	Alcantarilla	Derecha	0,6
K14+102	Alcantarilla	Derecha	0,6
K14+200	Alcantarilla	Derecha	0,6

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.56 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado UF 5

No de obra según inventario	Tipo de obra	Diámetro (m)	Abscisa	Eje Abscisa
197	Alcantarill	0.6	K19+43	Auxiliar
198	Alcantarill	0.6	K19+52	Auxiliar
200	Alcantarill	0.6	K19+67	Auxiliar
201	Alcantarill	0.6	K19+79	Auxiliar
306	Alcantarill	0.6	K28+87	Principal
307	Alcantarill	0.6	K28+94	Principal
308	Alcantarill	0.6	K29+07	Principal
309	Alcantarill	0.6	K29+15	Principal
310	Alcantarill	0.6	K29+24	Principal
311	Alcantarill	0.6	K29+32	Principal

Fuente: Consorcio SH

7.4.3 Diseños preliminares de obras

Los diseños de las obras a construir, la temporalidad, procedimientos constructivos, diseño de transito hidráulico y la etapa de factibilidad de los bordes libres y obras de

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

protección adicionales fueron establecidas para cada una de las obras de ocupación de cauce, estas se pueden analizar en el Anexo 7. 4.2

- Drenaje Proyectado

Análisis hidráulico y dimensionamiento de obras nuevas

A partir de las actividades presentadas en los criterios de diseño establecidos en el documento “CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (CSH--VD-G-G-7000-0, CSH--VD-G-G-7000-1) y en los numerales anteriores, se realizó el dimensionamiento de las obras de drenaje. Para el diseño se utilizó una hoja de cálculo desarrollada por INGETEC, la cual contiene las recomendaciones, fórmulas, parámetros y criterios presentados en el documento técnico Hydraulic Design Series Number 5 del “United States Department of Transportation”, el diseño se basa en realizar el análisis para las 2 condiciones de control hidráulico (control a la entrada y control a la salida), se adoptó como diámetro o altura de diseño, el que mayor resultado de HW determine. Esto se realizó para alcantarillas de hasta 1,80 m.

Análisis hidráulico y dimensionamiento de obras mayores

Las obras con dimensión superior a un diámetro de 1,5 m y 1,8 m, se realizó el diseño utilizando el software de libre acceso HY-8 Culvert hydraulic analysis program desarrollado por *Federal Highway Administration of U.S. Department of Transportation*, tomando en cuenta que estas secciones por condiciones de caudal, pueden tener velocidades altas dentro y fuera del barril; a continuación se presentan los resultados obtenidos para las obras mayores que se proyectan en la unidad funcional 4 y 5.

En la **Tabla 7.57** y **Tabla 7.58** se presentan las estructuras de disipación ubicadas en los taludes de corte y que entregan a caja de obra de drenaje por unidad funcional.

Tabla 7.57 Estructuras de disipación con entrega a caja UF 4

CUENCA	ABSCISA	CUENCA	ABSCISA
1	K0+035.26	45	K7+794.71
3	K0+276.46	46	K7+952.26
6	K0+807.11	47	K8+212.39
7	K0+932.85	50	K8+843.38
8	K1+112.92	52	K9+437.34
9	K1+210.12	53	K9+522.83
10	K1+334.56	54	K9+644.19
11	K1+410.40	55	K9+767.18
12	K1+496.11	56	K9+917.35
13	K1+863.83	57	K9+967.92

CUENCA	ABSCISA
16	K2+264.10
17	K2+479.64
18	K2+680.64
22	K3+631.60
23	K3+837.20
24	K4+054.04
25	K4+232.90
27	K4+560.12
32	K5+189.11
33	K5+300.41
34	K5+486.83
35	K5+731.53
36	K5+922.81
42	K7+278.64
43	K7+417.95
44	K7+561.71

CUENCA	ABSCISA
73	K12+324.77
74	K12+508.01
75	K13+040.01
76	K13+284.01
77	K13+421.35
78	K13+862.38
79	K14+025.87
80	K14+234.35
81	K14+545.55
82	K14+628.45
83	K14+970.81
84	K15+132.25
85	K15+465.07
86	K15+642.87
87	K15+736.78

Fuente: Consorcio SH

Tabla 7.58 Estructuras de disipación con entrega a caja UF 5

CUENCA	ABSCISA	CUENCA	ABSCISA
1	K15+862.97	49	K25+017.77
2	K15+913.26	50	K25+153.57
3	K16+139.09	51	K25+278.75
5	K16+512.06	52	K25+374.73
7	K16+725.41	53	K25+476.87
9	K16+948.00	54	K25+594.87
10	K17+013.13	55	K25+738.61
15	K18+317.79	56	K25+819.02
16	K18+546.41	57	K25+996.51
17	K18+636.22	58	K26+078.42
19	K18+873.57	62	K26+456.45
23	K20+443.27	65	K27+015.86
24	K21+036.58	66	K27+255.95
25	K21+128.16	69	K27+669.79
26	K21+200.22	70	K27+729.29
27	K27+279.11	72	K27+989.69

CUENCA	ABSCISA
28	K21+397.91
29	K21+488.43
30	K21+573.76
31	K21+942.08
32	K22+109.23
34	K22+577.00
36	K22+912.16
40	K23+963.00
41	K24+043.26
42	K24+171.12
43	K24+335.46
44	K24+490.29
45	K24+568.74
46	K24+678.71
47	K24+787.47
48	K24+932.54

CUENCA	ABSCISA
73	K28+070.41
76	K28+424.47
77	K28+559.21
78	K28+676.63
79	K28+777.45
80	K29+683.03
81	K29+898.39
82	K30+059.53
84	K30+304.14
85	K30+476.40
86	K30+617.71
87	K30+685.57
99	K32+161.33
101	K32+353.72
102	K32+433.45
103	K32+525.91

Fuente: Consorcio SH

- Subdrenaje

El objetivo del subdrenaje es el de eliminar el agua infiltrada que pudiera afectar la vía, con el fin de garantizar la estabilidad de la plataforma, la estructura del pavimento y la de los taludes de la carretera. Los objetivos específicos son:

- Facilitar la ejecución de las explanaciones durante la fase de construcción de la vía, pues el adecuado drenaje permite la circulación y el trabajo de las máquinas y favorece la posibilidad de utilización de los suelos excavados en la construcción de terraplenes.
- Impedir la saturación de la subrasante y de las capas del pavimento, aumentando la capacidad portante de aquélla, mejorando su capacidad de respuesta y reduciendo el espesor requerido de pavimento
- Contribuir en la estabilidad de los taludes mediante la orientación favorable de los flujos de agua subterránea, la reducción de las presiones intersticiales y, consecuentemente, el mejoramiento de sus propiedades geotécnicas.

Funciones Básicas del Subdrenaje

Los sistemas de subdrenaje deben cumplir las siguientes funciones básicas para minimizar los impactos del agua interna en los proyectos viales:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Abatir el nivel freático en el área de la carretera, en los taludes de los cortes y los rellenos y en las fundaciones de los terraplenes y de las estructuras viales.
- Interceptar las filtraciones subterráneas para impedir afloramientos de agua en el pavimento.
- Drenar el agua superficial que se infiltre en el pavimento y en las estructuras de contención.
- Colectar las descargas de los diferentes sistemas de subdrenaje.

– *Clases de Subdrenajes*

Los elementos de los sistemas de subdrenaje se clasifican en dos categorías: 1) los que controlan la infiltración y 2) los que controlan el agua subterránea. Los primeros se diseñan y construyen para interceptar y remover el agua que ingresa en la corona debido a la precipitación o al flujo superficial, en tanto que los segundos tiene como propósito abatir el nivel freático y reducir el movimiento de agua en las subrasante y las capas del pavimento.

Longitudinales

Este se coloca en una dirección esencialmente paralela al eje de la vía tanto horizontal como vertical. Constituido por una zanja de cierta profundidad, filtro protector y, eventualmente, un tubo colector. La instalación, específicamente, la evacuación del agua que se infiltra en el pavimento, se llama drenes laterales de base o drenes longitudinales, véase Figura 7-53

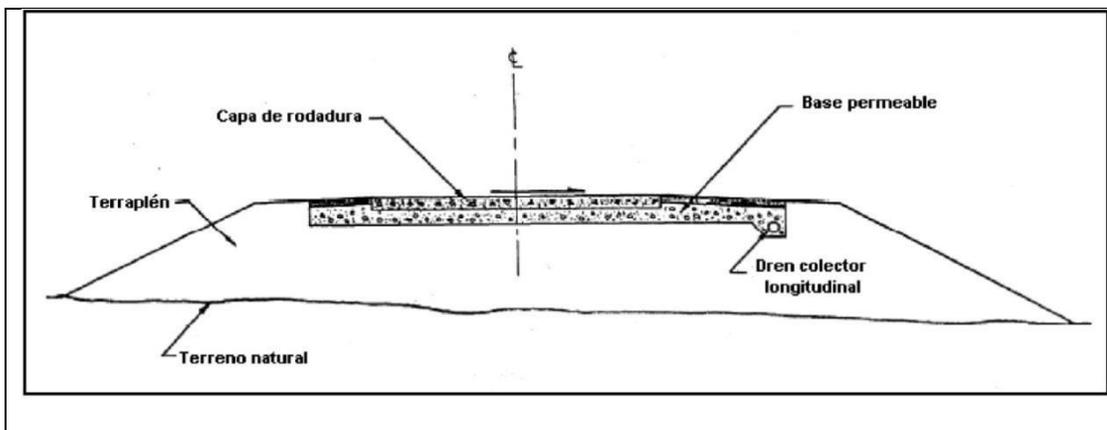


Figura 7-53 Esquema dren longitudinal

Fuente: Consorcio SH

- Transversales

Estos subdrenes son aquellos que atraviesan la vía de un lado a otro. Por lo general el cruce es en sentido perpendicular, pero es posible hacerlo de manera sesgada o, inclusive, en forma de espina de pescado. La constitución de este tipo de drenes es similar a los drenes longitudinales: zanja, tubería colectora y filtro protector. Los drenes

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

transversales se usan en juntas de pavimento para drenar la infiltración y el agua subterránea en bases y sub-bases, véase Figura 7-54

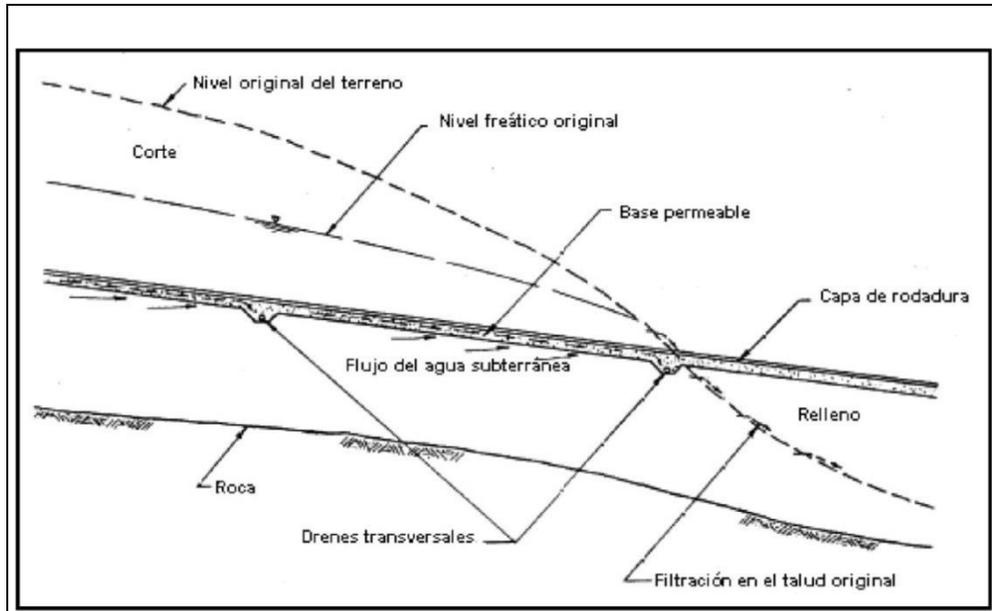


Figura 7-54 Dren transversal en vía en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (Perfil)

Fuente: Consorcio SH

- Horizontales

Los drenes horizontales están constituidos por tuberías de poco diámetro con pequeñas perforaciones, las cuales se instalan con una ligera inclinación ascendente en los taludes de corte o terraplenes para drenar aguas internas y aliviar presiones de poros, buscando un incremento en la estabilidad. Una de las ventajas de los drenes horizontales es su posibilidad de drenar el agua y/o abatir las presiones de poros a profundidades inaccesibles para otros elementos de subdrenaje más convencionales, véase Figura 7-55

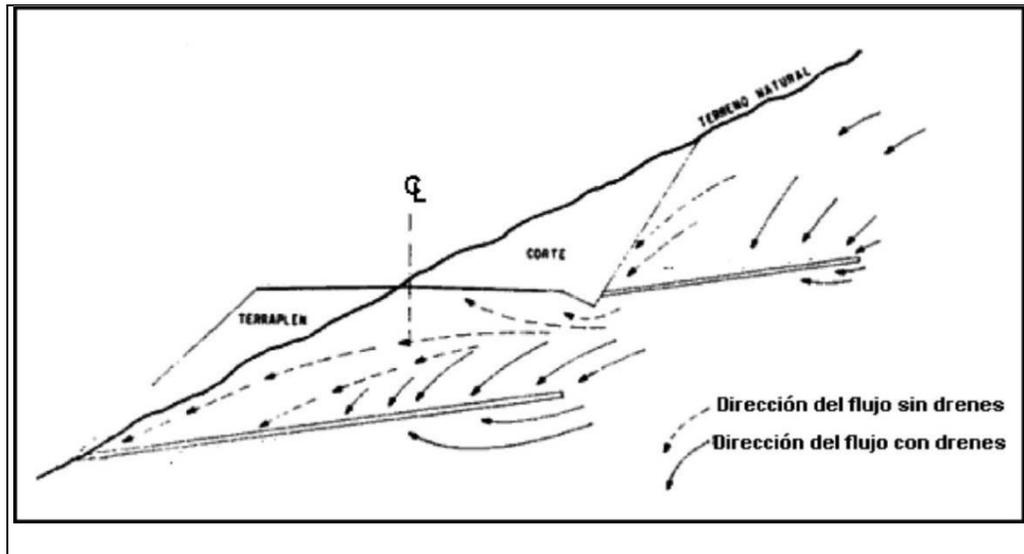


Figura 7-55 Dren horizontal en corte a media ladera

Fuente: Consorcio SH

Información Requerida para el Diseño de Subdrenaje.

Los datos necesarios para el análisis y el diseño de los subdrenaje se pueden ubicar en cuatro categorías:

1. La geometría del dominio de flujo.
2. Las propiedades de los materiales existentes.
3. Los datos climatológicos.
4. Información adicional.

La geometría del dominio de flujo involucra tanto el diseño geométrico de la carretera como las condiciones subsuperficiales preexistentes. Ella ayuda a definir los diferentes problemas asociados con el drenaje interno y provee las condiciones de borde que gobiernan su solución. Las propiedades fundamentales de los materiales permiten clasificarlos y ayudan a predecir su comportamiento, en particular en relación con su capacidad de transmisión del flujo de agua (permeabilidad).

Los datos climatológicos proporcionan al diseñador una idea de las posibles fuentes del agua subsuperficial que afectan la carretera. Dada la latitud en la cual se halla la república de Colombia, las precipitaciones constituyen el único aspecto relacionado con el clima que resulta de interés para el diseño del drenaje subsuperficial.

El diseñador deberá considerar otros aspectos que pueden tener alguna incidencia sobre el diseño del sistema de subdrenaje. Por ejemplo, el impacto que el sistema pueda tener sobre el régimen preexistente de agua subterránea y sobre otros aspectos del diseño, así como la influencia del subdrenaje o de la falta de él sobre la secuencia de las operaciones constructivas de la vía, etc.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Con el propósito de manejar las aguas por infiltración y nivel freático en la estructura de pavimento, se usarán drenes longitudinales en las zonas de la vía que se encuentren en cajón o en zonas con geometría mixta del lado del corte en donde sean necesarios, deben proyectarse filtros en la base de los taludes y en el separador central. Los drenes longitudinales propuestos tienen una dimensión de 0,50 m x 0,70 m, subdrenes con Geotextil y Material Granular, cubiertos por un geotextil NT2000 PAVCO o equivalente.

- Elementos De Drenaje Longitudinal

Para el manejo del drenaje longitudinal de la vía se presentaron zanjas de coronación, cuentas ubicadas sobre las bermas de corte, laterales y en el separador central, de acuerdo con lo presentado en la sección típica presentado en la Figura 7-56

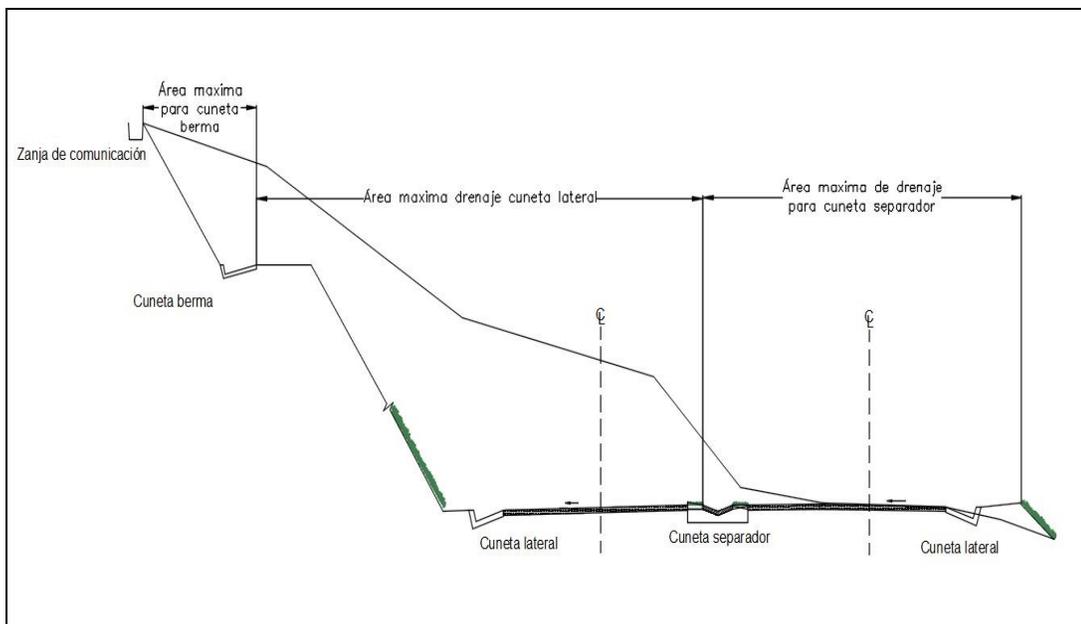


Figura 7-56 Elementos de drenaje longitudinal

Fuente: Consorcio SH

- Cunetas

Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de la berma y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua lluvia.

Para las cunetas en zonas de corte, los puntos de disposición son cajas colectoras de alcantarillas y salidas laterales al terreno natural en un cambio de corte a terraplén. En las cunetas en terraplén, las aguas se disponen al terreno natural mediante bajantes o

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

alivios y en las cunetas del separador central las aguas también son conducidas a la caja colectora de una alcantarilla.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplenes susceptibles a la erosión y en toda margen interna de un separador que reciba las aguas lluvias de las calzadas.

- Zanjas de Coronación

Las zanjas de coronación son interceptoras de la escorrentía en la parte alta del talud de corte o en proximidades de la base del terraplén, respectivamente. Las zanjas de coronación se utilizan para interceptar las aguas lluvias, evitando su paso por el talud, se deben ubicar como mínimo a una longitud de 3m del borde del talud de corte.

Por lo general se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas para evitar infiltraciones que puedan afectar el talud de la vía. Las zanjas de coronación pueden ser trapezoidales o rectangulares y al igual que las cunetas, el caudal y las dimensiones, se estiman con el método racional y la expresión de Manning para una sección y un revestimiento seleccionados y una topografía dada.

Funcionamiento Hidráulico

Consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, calculada con la ecuación de Manning, sea superior al caudal de diseño.

Ecuación 7-9 – $Q = \frac{1}{n} (AR^{2/3} S^{1/2})$

Donde:

Q= Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m³/s), el caudal de diseño se calcula mediante el método racional.

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

A= Área mojada, en metros cuadrados (m²). R: Radio hidráulico, en metros (m).

S= Pendiente, en metros por metro (m/m).

De la Ecuación 7-9 es posible obtener la lámina de agua y la velocidad en la sección para el caudal de diseño. La lámina de agua debe ser inferior o igual a la profundidad de la cuneta y la velocidad debe ser, a su vez, menor que la máxima admisible para el material de la cuneta, pero mayor que la velocidad que favorezca la sedimentación y el crecimiento vegetal.

La velocidad máxima del flujo depende del tipo del revestimiento del canal o de la cuneta, para lo cual se adoptaron las recomendaciones sobre velocidades máximas (Chow, 2004).

La definición de la capacidad hidráulica de las cunetas se realizó tomando en cuenta las áreas de drenaje aferentes, se estableció un caudal de diseño por metro lineal para cada tipo de estructura y posteriormente se definió la longitud máxima de cuneta en función de las pendientes longitudinales.

- Cuneta lateral

La cuneta tendrá una altura de 0,20 m, un ancho superficial de 1,00 m; 0,9 m de ancho sobre el lado de la vía y una pendiente de 4,5 H: 1,0 V y en el lado del talud de corte el ancho será de 0,10 m y una pendiente de 1,0H: 2,0V.

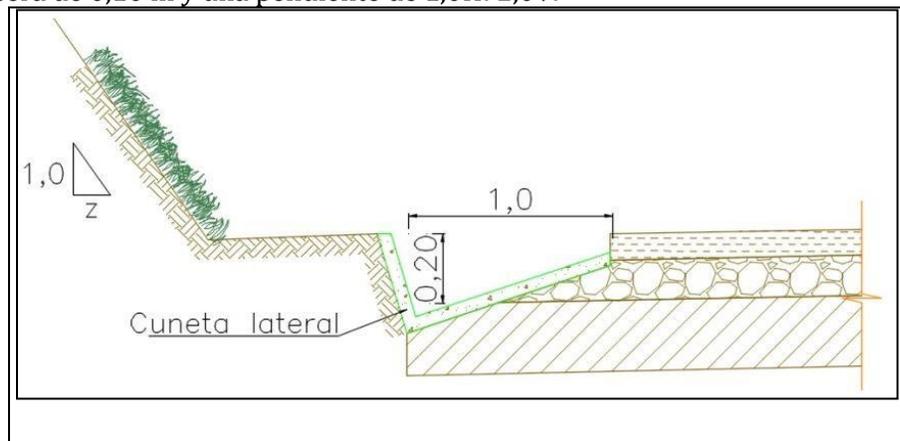


Figura 7-57 Cuneta lateral

Fuente: Consorcio SH

Para el cálculo del caudal se utilizaron coeficientes de escorrentía de 0,9 para la vía y 0,5 para la zona del corte, la intensidad fue tomada de la estación de Imues y Sindagua para un período de retorno de 10 años. En la Tabla 7.59 se presentan las variables utilizadas y los resultados de la estimación del caudal por metro lineal.

Tabla 7.59 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta lateral

UF	C. vía	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m ² /	A Corte	Qvía (m ³ /s/	Qcorte (m ³ /s/	Qtotal (m ³ /s/
4	0,9	0,5	96.34	12,3	14	0.000296241	0.00018732	0.000483566
	0,9	0,5	72.31	12,3	14	0.00022235	0.00014060	0.00036295

Fuente: Consorcio SH

Luego de obtener el caudal de aporte por metro lineal, se estimó la capacidad de la cuneta en concreto para un rango de pendientes longitudinales de la vía, que varían entre 0,5 % y 5% como se muestra en la Tabla 7.60

Tabla 7.60 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía

UF	Caudal (m ³ /s)	Pendiente (m/m)	Z1 1V	Z2 1V	n	Yn (m)	Vel. (m/s)	Longitud cuneta
4	0.0992	0,0050	4,500	0,50	0,014	0,20	0.993	205.16
	0.1400	0,0100	4,500	0,50	0,014	0,20	1.404	289.53
	0.1712	0,0150	4,500	0,50	0,014	0,20	1.719	353.96
	0.1973	0,0200	4,500	0,50	0,014	0,20	1.984	408.05
	0.2410	0,0300	4,500	0,50	0,014	0,20	2.428	498.38
	0.2776	0,0400	4,500	0,50	0,014	0,20	2.802	574.09
	0.3141	0,0500	4,500	0,50	0,014	0,20	3.143	649.56
5	0,0993	0,0050	4,500	0,50	0,014	0,20	0,994	274
	0,1404	0,0100	4,500	0,50	0,014	0,20	1,405	387
	0,1720	0,0150	4,500	0,50	0,014	0,20	1,721	474
	0,1985	0,0200	4,500	0,50	0,014	0,20	1,987	547
	0,2431	0,0300	4,500	0,50	0,014	0,20	2,434	670
	0,2808	0,0400	4,500	0,50	0,014	0,20	2,810	774
	0,3139	0,0500	4,500	0,50	0,014	0,20	3,142	865

Fuente: Consorcio SH

Las longitudes obtenidas son de más de 200 m, con lo cual se considera que la cuneta seleccionada es adecuada para el manejo de las aguas superficiales.

– *Cuneta separador central y cuneta berma*

Para realizar el dimensionamiento de las cunetas, del separador central (Figura 7-58) y de las bermas de corte, se llevó a cabo el mismo análisis realizado en el numeral anterior, las dimensiones de estas cuentas se estandarizaron con una altura de 0,15 m, un ancho superficial de 1,00 m y taludes laterales de 1,0H: 3,33V. Para efectos de la comprobación hidráulica se presenta el análisis hecho para la cuneta del separador central, teniendo en cuenta que hacia ella la superficie que drena es casi impermeable y por lo tanto tendrá un mayor aporte de caudal.

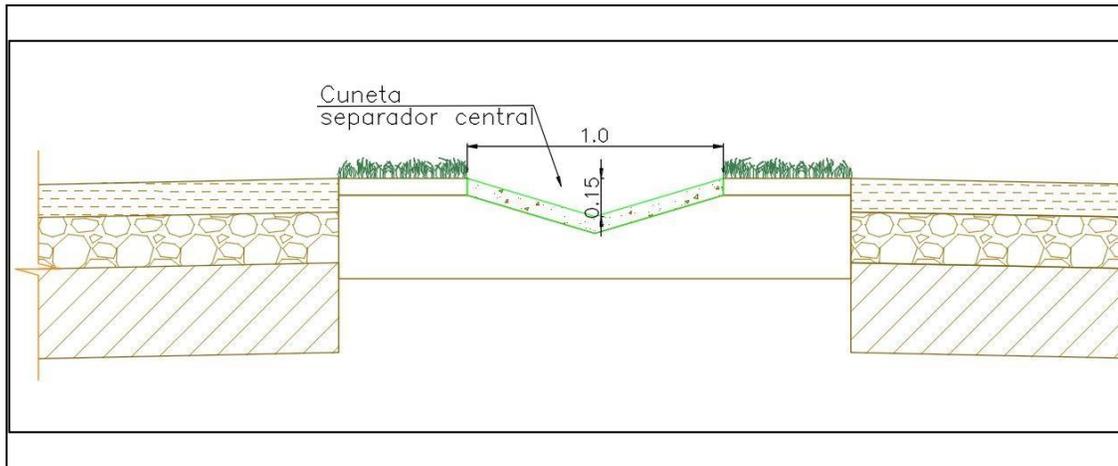


Figura 7-58 Cuneta separador central

Fuente: Consorcio SH

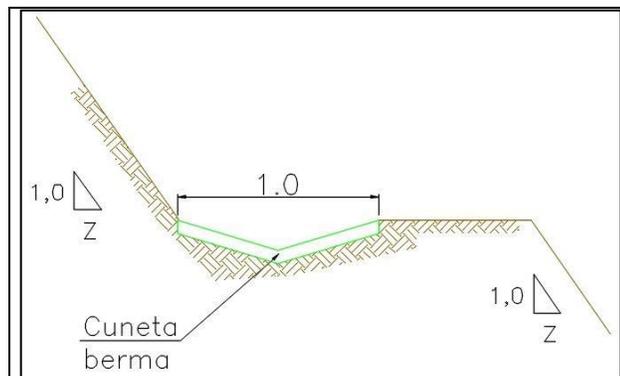


Figura 7-59 Cuneta berma de corte

Fuente: Consorcio SH

Para el cálculo del caudal se utilizó un coeficiente de escorrentía de 0,9 y la intensidad fue tomada de la estación de Imues y Sindagua para un período de retorno de 10 años. En la tabla se presentan las variables utilizadas y los resultados de la estimación del caudal por metro lineal.

Tabla 7.61 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta de separador central

UF	C vía	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m ² /)	Q Vía (m ³ /s)
4	0,9	96.34	12,3	0.000296
5	0.9	72.3	12.3	0.000222

Luego de obtener el caudal de aporte por metro lineal, se estimó la capacidad de la cuneta en concreto para un rango de pendientes longitudinales de la vía, que varían entre 0,5 % y 5% como se muestra en la Tabla 7.62

Tabla 7.62 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía

U F	Caudal (m ³ /s)		Pendiente (m/m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	N -	Yn (m)	V(m /s)	Longit ud cuneta (m)
4	0,0651		0,0050	3,330	3,33	0,014	0,15	0,86	216.37
	0,0920		0,0100	3,330	3,33	0,014	0,15	1,23	310.22
	0,1127		0,0150	3,330	3,33	0,014	0,15	1,51	379.58
	0,1302		0,0200	3,330	3,33	0,014	0,15	1,74	437.91
	0,1594		0,0300	3,330	3,33	0,014	0,15	2,13	535.44
	0,1841		0,0400	3,330	3,33	0,014	0,15	2,46	617.37
	0,2058		0,0500	3,330	3,33	0,014	0,15	2,75	689.32
5	0,0651		0,0050	3,330	3,33	0,014	0,15	0,87	179
	0,0920		0,0100	3,330	3,33	0,014	0,15	1,23	254
	0,1127		0,0150	3,330	3,33	0,014	0,15	1,51	311
	0,1302		0,0200	3,330	3,33	0,014	0,15	1,74	359
	0,1594		0,0300	3,330	3,33	0,014	0,15	2,13	439
	0,1841		0,0400	3,330	3,33	0,014	0,15	2,46	507
	0,2058		0,0500	3,330	3,33	0,014	0,15	2,75	567

Fuente: Consorcio SH

Las longitudes obtenidas son de más de 170 m, con lo cual se considera que la cuneta seleccionada es adecuada para el manejo de las aguas superficiales del separador central y de los taludes de corte.

3.3.1.1 Zanjas de coronación

Las zanjas de coronación en concreto tendrán una base de 0,40 m, una altura de 0,50 m y un ancho superficial de 1,00 m; 0 y pendientes en las paredes laterales de 0,6H: 1,0V. Ver Figura 7-60.

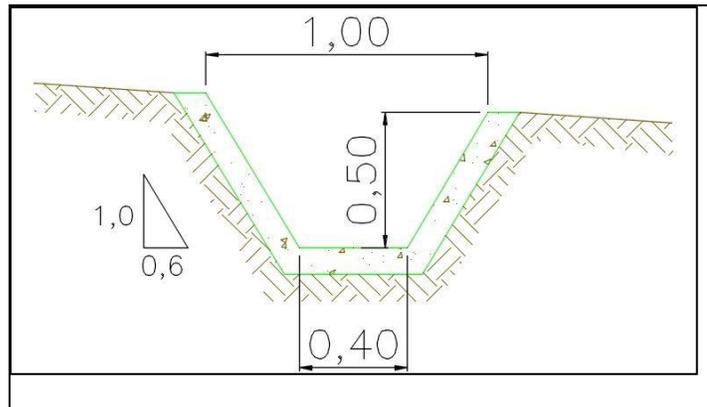


Figura 7-60 Zanjas de coronación

Fuente: Consorcio SH

La función de la pendiente longitudinal (rango de 0,5 a 5%), del material y de la geometría propuesta se estimó la capacidad hidráulica de la zanja de coronación de acuerdo con lo presentado en la Tabla 7.63

Tabla 7.63 Capacidad hidráulica de las zanjas de coronación.

U F	Caudal	Pendiente	Base	Z 1	Z 2	n	Y (V (m/s)
4	0,6514	0,0050	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	1.860
	0,9191	0,0100	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	2.629
	1,1270	0,0150	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	3.221
	1,3014	0,0200	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	3.720
	1,5932	0,0300	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	4.555
	1,8411	0,0400	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	5.261
	2,0567	0,0500	0,40	0,60	0,60	0,01	0,50	5.880
5	0,6511	0,0050	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	1,860
	0,9206	0,0100	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	2,630
	1,1275	0,0150	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	3,222
	1,3019	0,0200	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	3,720
	1,5945	0,0300	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	4,556
	1,8412	0,0400	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	5,261
	2,0585	0,0500	0,400	0,600	0,60	0,01	0,50	5,882

Fuente: Consorcio SH

Una vez obtenida la capacidad hidráulica para cada pendiente y aplicando el método racional, se estimó el área de drenaje aferente que puede evacuar la zanja de coronación, de acuerdo con lo presentado en la Áreas de drenaje de las zanjas de coronación. Ver Tabla 7.64

Tabla 7.64 Áreas de drenaje de las zanjas de coronación.

U F	Pendiente (m/m)	Coef. Escorrentía	Intensidad (mm/h)	Área de drenaj	Caudal (m ³ /)
4	0,0050	0,42	96,34	5,80	0,65
	0,0100	0,42	96,34	8,18	0,92
	0,0150	0,42	96,34	10,03	1,13
	0,0200	0,42	96,34	11,58	1,30
	0,0300	0,42	96,34	14,18	1,59
	0,0400	0,42	96,34	16,38	1,84
	0,0500	0,42	96,34	18,30	2,06
5	0,0050	0,42	72,31	7,72	0,65
	0,0100	0,42	72,31	10,91	0,92
	0,0150	0,42	72,31	13,36	1,13
	0,0200	0,42	72,31	15,43	1,30
	0,0300	0,42	72,31	18,90	1,59
	0,0400	0,42	72,31	21,82	1,84
	0,0500	0,42	72,31	24,40	2,06

Fuente: Consorcio SH

- Obras Adicionales

- *Estructuras de Disipación*

La finalidad de este tipo de obra es proteger contra la erosión los taludes de corte y terraplenes, para tal efecto se diseñaron tres tipos de estructuras de disipación en los cortes, la primera en los casos donde la entrega se hace a la caja de entrada de las alcantarillas, la segunda cuando la entrega se hace directamente a la cuneta de la vía, la tercera cuando la estructura de disipación se encuentra en la salida.

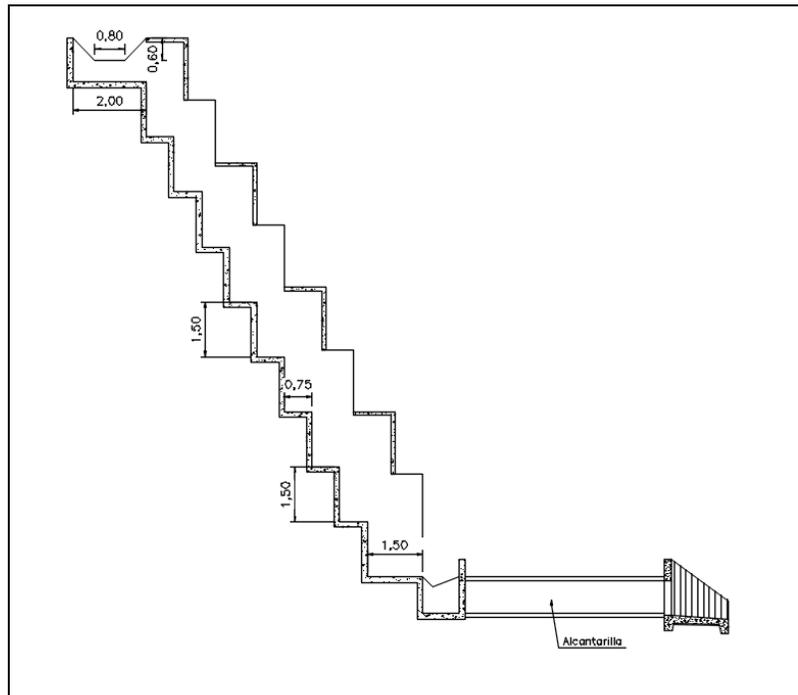


Figura 7-61 Estructura de disipación con caja de entrada a alcantarilla

Fuente: Consorcio SH

En la Figura 7-62 se presentan las estructuras de disipación ubicadas en los taludes de corte y que entregan a caja de obra de drenaje por unidad funcional.

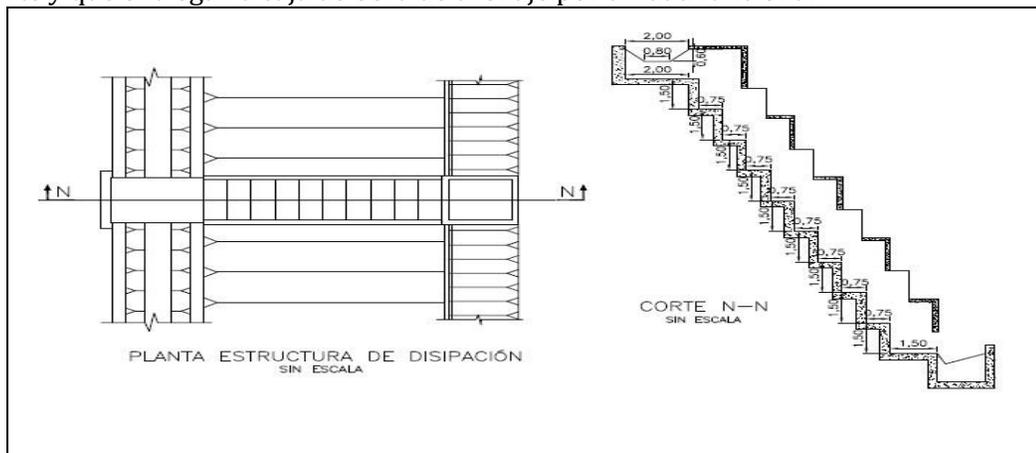


Figura 7-62 Estructura de disipación con entrega a cuneta

Fuente: Consorcio SH

En la Tabla 7.65 se presentan las estructuras de disipación ubicadas en los taludes de corte y que entregan a cuneta lateral.

Tabla 7.65 Estructuras de disipación con entrega a cuneta.

UF	CUENC	ABSCISA
----	-------	---------

	A	
4	3	K0+180.00
	3	K0+400.00
	8	K1+157.00
	35	K5+774.00
	50	K8+890.00
	57	K10+060.00
5	74	K12+563.00
	1	K15+800.00
	81	K29+514.00

Fuente: Consorcio SH

Para la protección de terraplenes se proyectó una estructura de disipación similar a la de los cortes pero con una geometría diferente debido a la diferencia de taludes en la Figura 7-63 se presenta este tipo de estructura.

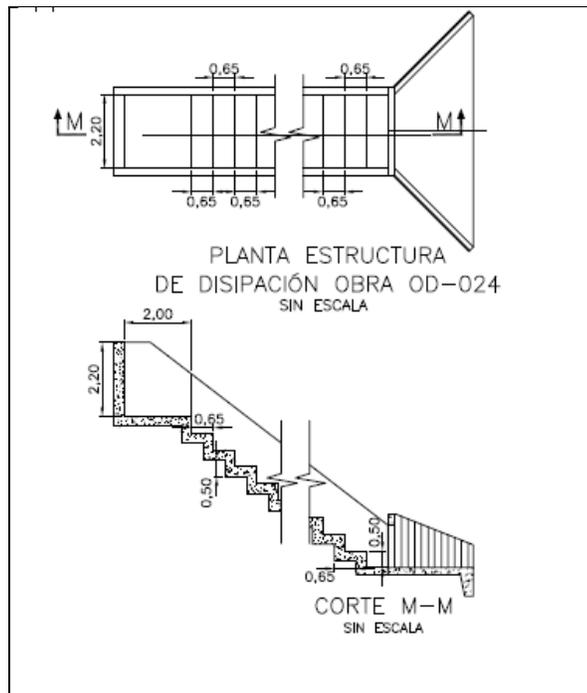


Figura 7-63 Estructura de disipación a la salida

Fuente: Consorcio SH

En la Tabla 7.66 se presentan las estructuras de disipación ubicadas sobre los rellenos.

Tabla 7.66 Estructuras de disipación con entrega a la salida.

UF	CUENCA	ABSCISA
4	14	K1+863.8 3
	20	K3+094.5 5
	22	K3+416.2 7
	50	K8+651.8 4
	51	K8+843.3 8
	52	K9+079.3 6
	53	K9+437.3 4
	54	K9+522.6 7
	55	K9+644.1 9
	57	K9+917.3 5
	58	K9+967.9 2
	70	K11+595.1 8
75	K12+508.0 1	
5	4	K16+237. 50
	21	K19+938. 92
	36	K22+912. 16
	40	K23+962. 46
	41	K24+043. 26
42	K24+171. 12	

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Consortio Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

UF	CUENCA	ABSCISA
	85	K30+476. 40

Fuente: Consorcio SH

La geometría y configuración de las estructuras de disipación a la entrada y salida de las obras de drenaje se presentan en el plano CSH-4-PL-OD-G-7002 y CSH-5-PL-OD-G-7007 - Detalles Típicos de Drenaje – Dimensiones.

- [Especificaciones de diseño y constructivas de las obras civiles en la quebrada La Magdalena](#)

1. [Relación de volúmenes estimados y tipo de material sobrante a disponer para la construcción del terraplén.](#)

El Proyecto Pedregal-Pasto consiste en la construcción de una doble calzada de altas prestaciones, ubicada en una zona de alta montaña caracterizada por una orografía montañosa y escarpada. Por esta razón se trata de un proyecto de alta complejidad técnica que implica grandes obras de movimiento de tierras y estructuras mayores. El alto volumen de excavaciones requerido para el cumplimiento del objetivo contractual, trae consigo una alta necesidad de zonas de disposición de sobrantes, para colocar el volumen de excavación requerido que resulta del balance de masas del proyecto.

En concreto, la estructura diseñada en la Quebrada La Magdalena, involucra un gran volumen de relleno de terraplén que permite así balancear el balance de masas del proyecto, reduciendo consecuentemente la necesidad de zódmes requeridas. Al respecto, el diseño de esta estructura colabora en minimizar los impactos asociados a la ocupación superficial de terreno en general.

Los materiales que se deben disponer para conformar el terraplén sobre la Quebrada mencionada son los exigidos por el INVIAS en sus Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras, más concretamente en su artículo 220-13. Esto está expresamente especificado en los planos de diseño del proyecto, en concreto en el plano CSH-4-PL-G-G-5006-1. Este material debe cumplir ciertos parámetros técnicos para asegurar su buen comportamiento en el futuro, en lo referente a asentamientos, deformabilidad, capacidad portante, estabilidad, etc... El artículo 200-13 de INVIAS se adjunta también en el anexo 7.1.3.e. Concretamente, las especificaciones del material de terraplén son las siguientes:

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
		Julio de 2017	

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

En general se utilizará material del tipo suelo adecuado o tolerable para el núcleo del terraplén y material adecuado o seleccionado para la coronación del terraplén, como se estipula a lo largo de las especificaciones técnicas de INVIAS.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

El volumen total de material a disponer en el terraplén de la Quebrada La Magdalena es de 385.000 m³ aproximadamente. Este material se excavará en los cortes y excavaciones de los tramos cercanos al terraplén, los cuales son necesarios para la construcción de la vía objeto del proyecto. En particular el volumen de excavación entre los PKs 4+000 a 7+000 y entre los PKs 8+000 y 10+000 es de aproximadamente 1.2 millones de m³, por lo que la fracción aprovechable de este material será la que se tiene previsto colocar en el terraplén sobre la Quebrada La Magdalena.

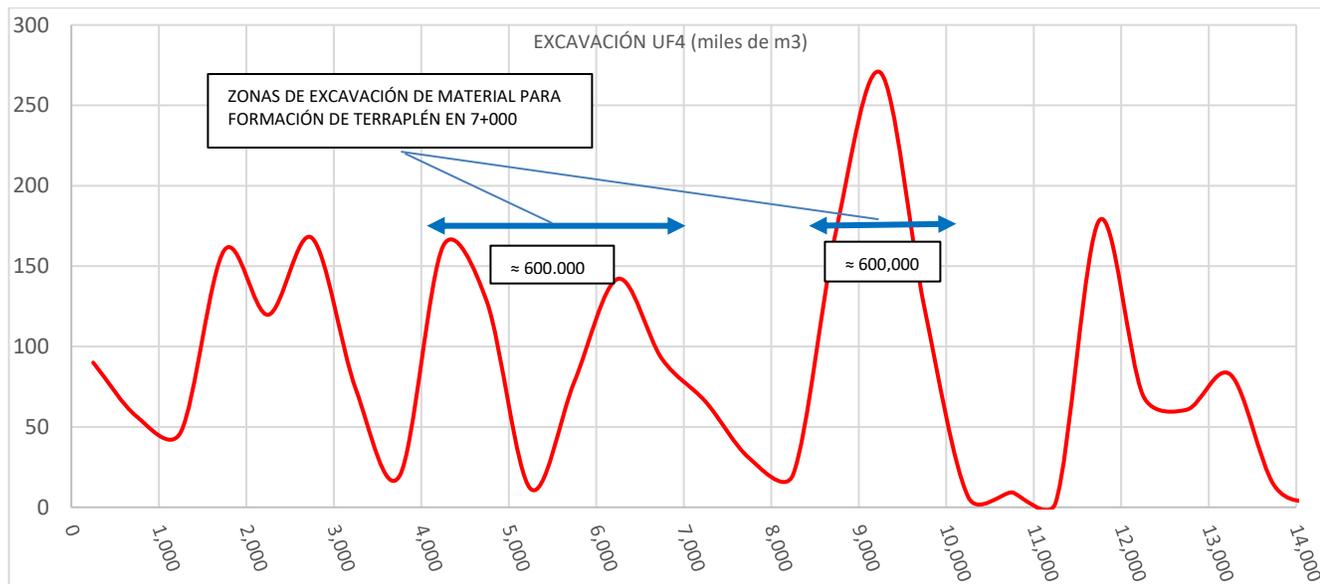
De acuerdo a los volúmenes de excavación diseñados en la zona, se prevé que el terraplén en mención se conforme a partir del material excavado entre los PKs anteriormente citados. En particular, los volúmenes de excavación esperados en la UF4 son los siguientes:

Tabla 7.67 Volúmenes de excavación para UF4

TRAMO (PKs)	EXCAVACIÓN (m3)
0-500	90.000
500-1000	56.000
1000-1500	47.000
1500-2000	160.000
2000-2500	120.000
2500-3000	168.000
3000-3500	74.000
3500-4000	19.000
4000-4500	163.000
4500-5000	128.000
5000-5500	11.000
5500-6000	78.000
6000-6500	142.000
6500-7000	92.000
7000-7500	66.000
7500-8000	30.000
8000-8500	20.000
8500-9000	174.000
9000-9500	270.000
9500-10000	124.000

TRAMO (PKs)	EXCAVACIÓN (m3)
10000-10500	6.000
10500-11000	9.000
11000-11500	3.000
11500-12000	179.000
12000-12500	69.000
12500-13000	61.000
13000-13500	82.000
13500-14000	13.000
14000-14500	4.000
14500-15000	13.000

Estos valores se han representado en el siguiente gráfico:



2. Análisis de la Integridad de la estructura hidráulica que permita determinar que las dimensiones de la misma y forma garantizan que no colapsará por el terraplén.

En el anexo 7.1.3.e se encuentra el diseño estructural del box culvert que canaliza el cauce a través del terraplén, mediante el cual, se garantiza la estabilidad y

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

resistencia estructural de la obra de drenaje. Estos cálculos estructurales han sido elaborados por empresas especialistas en el diseño de estructuras y aprobados por la propia Interventoría del proyecto.

Asimismo, se verifica y constata que los cálculos estructurales realizados cumplen con todo lo exigido en la normativa técnica y legislación vigente.

Desde el punto de vista estructural, el diseño del arco en concreto fue realizado teniendo en cuenta la sección resultante del diseño hidráulico y las condiciones de relleno de la estructura, así como los parámetros y recomendaciones geotécnicas. En el diseño estructural se contempló el relleno máximo de 40m y el mínimo de 20m obteniendo los espesores y el refuerzo producto de los análisis realizados teniendo en cuenta el tipo de estructura y el cumplimiento de las normas vigentes.

Adicionalmente desde el punto de vista geotécnico, para el análisis de integridad de la estructura se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- En el diseño estructural se consideró el efecto de la sobrecarga de los rellenos sobre la bóveda, los cuales se estimaron a partir del peso unitario de un relleno compactado y la altura del terraplén, la cual es variable a lo largo de la estructura.
- No obstante lo anterior, como medida para reducir la magnitud de esta sobrecarga, en el cuerpo del terraplén se proyectó la instalación de una capa de poliestireno expandido por encima de la clave de la bóveda con el propósito de generar un efecto de zanja inducida, lo cual genera una reducción en las fuerzas verticales sobre la estructura.

3. Los estudios geotécnicos del terraplén, así como el análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento frente a cargas externas, incluyendo las asociadas a la presión del cuerpo de agua bajo condiciones de represamiento. Definir las estructuras de confinamiento, contención y taludes del terraplén.

En el anexo 7.1.3.e se encuentra el diseño geotécnico del terraplén y del box culvert que canaliza al cauce a través del mismo. En particular, los volúmenes IV y V de cimentaciones y estabilidad de taludes respectivamente. En estos volúmenes de diseño se encuentran todas las justificaciones y verificaciones técnicas mediante las cuales, se garantiza la estabilidad geotécnica y la capacidad portante de la solución. Estos cálculos geotécnicos han sido elaborados por empresas especialistas en el tema y aprobados por la propia Interventoría del proyecto (en el anexo 7.1.3.e también se incluye la aprobación del volumen de geotecnia y taludes de la UF4 por parte de la interventoría del Proyecto).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

La evaluación de la estabilidad general del terraplén se realizó mediante el análisis de equilibrio límite utilizando la metodología de Spencer para un mecanismo de falla rotacional, para ello se seleccionaron la sección de mayor altura. Dentro de los análisis se involucraron las condiciones estáticas y pseudoestáticas para un comportamiento drenado de los materiales. Partiendo de estos valores se obtiene un factor de seguridad adecuado con un terraplén de altura máxima entre bermas de 10m, berma de 4 m de ancho e inclinación del talud de 1,7H:1V. Los detalles del estudio de estabilidad y las memorias de cálculo que soportan estas recomendaciones se encuentran en el informe CSH-4-VD-G-G-5000-2, capítulo 7.2 (anexo 7.1.3.e).

Para el caso de un evento de posible represamiento, se realizó un análisis de estabilidad, con un nivel de inundación que corresponde a 1.5 veces la altura de la obra de drenaje (Figura 1). Bajo estas condiciones se obtiene un factor de seguridad de 1.34 en el talud aguas abajo, el cual es adecuado para este escenario. En el talud aguas arriba se tiene una condición más favorable de estabilidad debido al efecto estabilizante de la presión hidrostática.

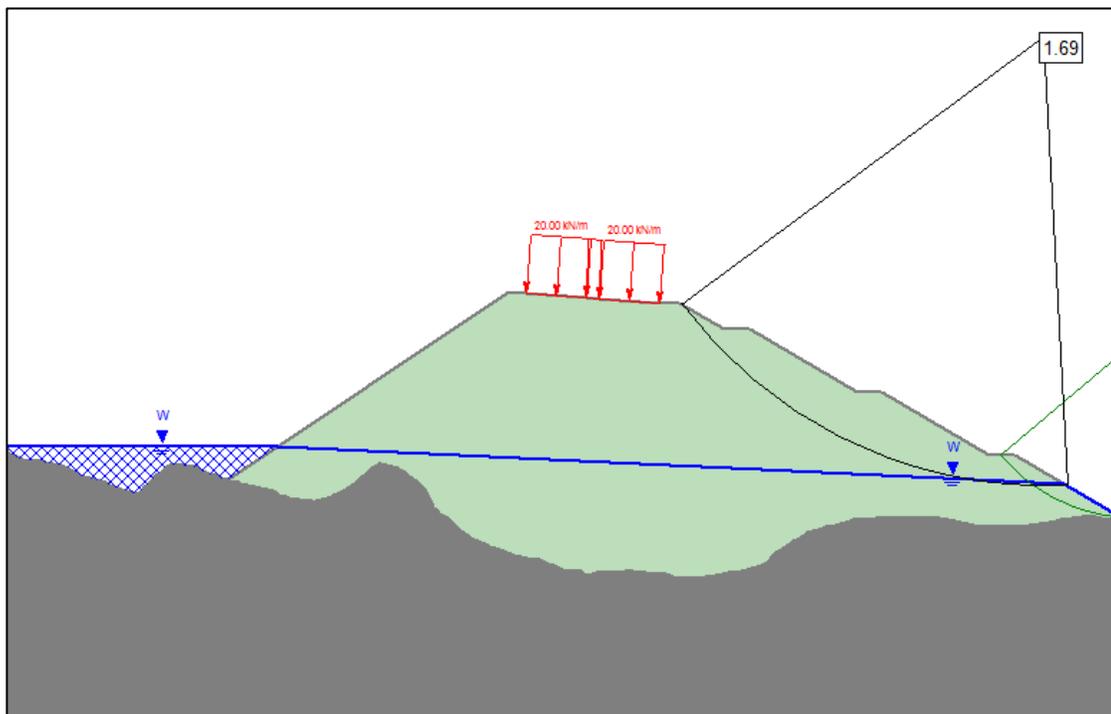


Figura 7-64 Modelo represamiento terraplén K7

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Los detalles de las estructuras en gaviones de entrada y salida se encuentran en el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-2, los anexos correspondientes a la revisión de estabilidad geotécnica de estas estructuras. Los diseños se encuentran en el Volumen VII - Hidráulica (anexo 7.1.3.e).

A continuación, se particularizan las aclaraciones necesarias en referencia a los estudios geotécnicos:

3.1. Condiciones de cimentación:

El terraplén localizado entre el K6+900 y el K7+050 tiene una altura máxima de 44,5 m, extendiéndose a lo largo de 280 m. La estratigrafía del material de cimentación del terraplén corresponde a un aglomerado volcánico conformado por gravas gruesas angulosas de andesitas, color marrón oscuro a marrón amarillento, poco litificado, que corresponde a un nivel de meteorización II-A y que tiene un espesor de 3 m. Subyaciendo este estrato, entre los 3,00 y los 7,50 m de profundidad, se espera la misma roca en un nivel de meteorización IIB. Finalmente, hasta la profundidad de investigación del subsuelo se encuentra la roca sana (nivel de meteorización III).

3.2. Conformación del terraplén:

De acuerdo con las especificaciones establecidas, el terraplén será conformado por material granular de acuerdo con las especificaciones para un material de terraplén previstas en el Artículo 220-13 del Instituto Nacional de Vías. En esta especificación se definen entre otros, las características granulométricas de los materiales a emplear, su plasticidad, las condiciones de compactación y los controles de obra correspondientes. Dadas las características exigidas para estos materiales, el terraplén estará conformado por materiales permeables y en los cuales los procesos de deformación se desarrollarán durante el proceso constructivo, sin producirse de manera diferida en el tiempo, lo cual asegura que no se producirán asentamientos a largo plazo en el terraplén.

3.3. Asentamientos:

Los asentamientos esperados a nivel de los estratos de cimentación del terraplén son menores, teniendo en cuenta que el suelo de cimentación del terraplén corresponde al macizo rocoso conformado por el aglomerado volcánico, el cual dadas sus características de litificación resulta poco deformable ante las cargas impuestas por el terraplén. Debido a la

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

granulometría de estos materiales (gravas gruesas angulosas), los asentamientos serán de carácter elástico e inmediato, no se esperan asentamientos por consolidación (diferidos en el tiempo).

Con relación a los asentamientos del cuerpo del terraplén, los asentamientos serán inmediatos y ocurrirán durante el proceso constructivo debido a que se trata de materiales granulares que se deformarán de manera elástica a medida que se conformen las capas de relleno. No obstante lo anterior, como se explica más adelante, el diseño del terraplén incorpora unas medidas de monitoreo y control de asentamientos para prevenir cualquier anomalía durante y después de la construcción. Estas medidas consisten en 17 puntos de control topográfico y un inclinómetro.

3.4. Estabilidad general del terraplén:

La estabilidad general del terraplén se analizó mediante un análisis de equilibrio límite en el cual se consideraron tanto las propiedades de resistencia de los materiales de conformación del terraplén como del suelo de cimentación. De esta manera se consideraron los mecanismos de falla que podrían presentarse tanto en el cuerpo del terraplén como a nivel de su cimentación. A partir de estos análisis se estableció la geometría de los taludes, la cual satisface los criterios de estabilidad establecidos en las normas correspondientes (NSR-10). Este análisis de estabilidad se encuentra en el anexo 7.1.3.e.

3.5. Instrumentación geotécnica:

Como parte del diseño del terraplén, tal y como se detalle en el volumen V, incluido en el anexo 7.1.3.e, se contempla la instalación de 17 mojones distribuidos en las bermas de los taludes y un inclinómetro/piezómetro localizado en la corona del terraplén. El propósito de este plan de instrumentación es el de hacer un seguimiento de posibles deformaciones no esperadas en el cuerpo del terraplén. En los mojones se llevará a cabo un control de desplazamientos superficiales verticales y horizontales, y en el inclinómetro/piezómetro se podrá hacer un seguimiento de las distorsiones que puedan presentarse al interior del cuerpo del terraplén, así como los niveles de agua al interior de los rellenos.

Respecto al plan de monitoreo se plantea que durante los tres meses siguientes a la construcción se deberán realizar dos lecturas topográficas y una lectura del inclinómetro/piezómetro por semana. Los siguientes tres meses deberán

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

tomarse mediciones topográficas y del inclinómetro/piezómetro quincenalmente. A partir de este momento si no se observan deformaciones significativas se podrá disminuir la frecuencia de medición a una lectura mensual.

4. Perfiles hidráulicos de la Quebrada La Magdalena que permitan determinar los caudales, niveles máximos y velocidades alcanzados para un caudal de retorno de 50, 100 y 500 años.

En el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-4 adjunto (anexo 7.1.3.e) se presentan los niveles de flujo, correspondiente a los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Presentando los niveles máximos alcanzados por la profundidad subsecuente en la formación del resalto. En el informe se presentan las velocidades máximas obtenidas para el caudal de un periodo de retorno de 25 años. Como conclusión, se puede evidenciar, que en ningún caso se produce el agotamiento de la capacidad hidráulica del box culvert y, por tanto, no existe riesgo de represamiento.

5. Los diseños de la capacidad hidráulica del box culvert, bajo condiciones extremas, por lo cual se recomienda utilizar periodos de retorno mayores, presentando, tal y como lo establece el Manual de Drenajes de Invias, la debida justificación.

En el anexo 7.1.3.e se incluye el volumen de diseño de hidrología y drenaje, el cual incluye la ingeniería de detalle referente a los diseños hidráulicos de toda la Unidad funcional 4 del proyecto y sus obras de drenaje, y en particular, los referentes al box culvert de la quebrada de la Magdalena.

En concreto, a continuación, se realizan las aclaraciones solicitadas por la ANLA:

- 1) El periodo de retorno utilizado para el dimensionamiento ha sido de 20 años, tal y como estipula el manual de drenaje de carreteras de Colombia (adoptado mediante Resolución 000024 de 2011 del Ministerio de Transporte, y de obligatorio cumplimiento para nuestro Contrato de Concesión) para el dimensionamiento de alcantarillas de gran tamaño, de acuerdo a la tabla 2.8, en la cual se estipula la obligatoriedad de utilizar los periodos de retorno en ella estipulados. Sin embargo, a la vista de que se trata de una obra de drenaje importante, se han considerado en el diseño diversos aspectos que permiten afirmar que el diseño de la capacidad hidráulica de la obra está ampliamente sobredimensionado y con márgenes generosamente holgados. Estos aspectos se describen a continuación:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

- 2) Actualmente existe una obra de drenaje en la vía actual, aguas arriba de la obra diseñada, la cual tiene unas dimensiones de 4 m x 3 m. Esta obra de drenaje está funcionando correctamente para el caudal que drena desde que fue construida, varias décadas atrás. La nueva obra de drenaje proyectada, que recibe un caudal similar, tiene dimensiones de 10 m x 6.5 m.

- 3) Dada la importancia de esta obra, se han realizado los cálculos de hidrología utilizando 3 métodos hidrológicos diferentes y tomando el más conservador de los 3. En concreto, se han utilizado: El método del hidrograma unitario, del United States Soil Conservation Service, SCS; Método del hidrograma de Snyder; y método del hidrograma de Clark. Estos 3 métodos están todos contemplados en el Manual de Drenaje de INVIAS y se describen y explican en el anexo 7.1.3.e (volumen de hidrología y drenaje de la Unidad Funcional 4).

- 4) Es importante resaltar que las metodologías SCS, Snyder y Clark, arrojan caudales diferentes para los diferentes periodos de retorno, sin embargo, por la diversidad de las cuencas en que se basaron para cada una de las investigaciones, y que en muchos casos se ajustan de manera diferente a la morfología de las mismas, en la mayoría de los casos, teniendo en cuenta la certidumbre de estos modelos, se recurre a realizar promedios de los resultados. Sin embargo, para el diseño de la estructura sobre la Quebrada La Magdalena, se adoptó el resultado obtenido con el hidrograma unitario del SCS, por ser el más conservador, despreciando los valores de los otros 2 métodos hidrológicos. Si se adoptaran los resultados de las otras metodologías (ambas aceptadas por el Manual de drenaje) se podría afirmar que la obra se estaría dimensionando incluso para TR superiores a los 100 años.

- 5) Por ejemplo, el caudal considerado para el dimensionamiento de la estructura corresponde a un periodo de retorno de 20 años, según el hidrograma unitario del SCS, pero correspondería a un periodo de retorno de 25 años, según el hidrograma de Snyder y de 100 años, según el hidrograma de Clark. Esto significa que, si se hubiese elegido el método de Clark, por ejemplo, el cual está aceptado y propuesto por el propio Manual de Drenaje de Colombia, se puede afirmar que la obra se ha dimensionado para un periodo de retorno de 100 años. Los caudales considerados por estos 3 métodos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.31 Caudales de la quebrada La Magdalena

Tr	Cuenca	Área (km ²)	Tc (min)	CN	Q (m ³ /s)		
					HU SCS	HU Snyder	HU Clark
5	Q. La Magdalena	36,5	154	81	26,2	25,3	17,4
10					35,3	34,2	23,4
20					44,9	43,5	29,7
25					48,15	46,7	31,8
50					58,4	56,7	38,6
100					69,3	67,2	45,7

- 6) Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada (lo cual no es real, pero sí es muy conservador) y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las pérdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. En conclusión, el manual de drenaje estipula un valor de CN = 65 para el periodo de retorno considerado, sin embargo, El Concesionario ha utilizado un valor de CN=81, permitiendo así ser más conservador aún en el dimensionamiento de la obra.
- 7) Adicionalmente, también se han tomado hipótesis conservadoras en lo referente a las curvas de lluvia – área de la cuenca. El factor de reducción para la cuenca de la quebrada La Magdalena, cuya área de drenaje hasta el cruce de la vía es de 36,6 km² y la duración del aguacero de 1,5 horas sería de 0,3 aproximadamente. Teniendo en cuenta la importancia de la obra, en lugar del valor anterior se ha empleado un factor de reducción por área conservador de 0.75 para el rango de áreas y duraciones indicadas, el cual se ha calibrado en estudios realizados por INGETEC como es el de “Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá”. Con este factor adoptado se presentan caudales conservadores para el diseño de las estructuras hidráulicas. Ver página 40 del volumen VII de la UF4, incluido en el anexo 7.1.3.e.
- 8) Para el periodo de retorno considerado finalmente en el diseño, con el caudal empleado para el diseño y con los parámetros conservadores descritos en los puntos anteriores, se realizó el dimensionamiento de la capacidad hidráulica del box, obteniendo que, para esta condición de máximos, la máxima altura de la lámina de agua, la cual se forma después del resalto hidráulico, es de 2.21 m. La altura total del box desde la cara superior de la losa de cimentación hasta la cara inferior de su techo es de 6.5 m, lo cual nos indica que el margen de capacidad hidráulica es de $(6.5 \times 100) / 2.21 = 295\%$.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, se concluye que, para la estructura sobre la Quebrada La Magdalena, dada su importancia y sus dimensiones, El Concesionario ha considerado muchos parámetros especiales y conservadores, de acuerdo a criterios técnicos razonables que permiten afirmar que el diseño de la capacidad hidráulica de la alcantarilla está ampliamente sobredimensionado.

En el numeral 3.5.4 del documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 (anexo 7.1.3.e) se describe el análisis hidráulico del Box Culvert K7+000. Teniendo en cuenta la fuerte pendiente de la quebrada el planteamiento de diseño contempló que en fondo del canal se plantearán escalones, definiendo un comportamiento de flujo saltante, el cual se caracteriza por un flujo subcrítico y el dimensionamiento de la longitud del escalón (l), que permite el desarrollo del resalto, permitiendo que el flujo vuelva a la condición subcrítica.

Además, tal como se puede observar en el plano del anexo 7.1.3.e, la máxima altura del flujo estará dada por la profundidad conjugada del resalto (d2), que varía entre 2,4 m y 3,4 m de altura para los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Por lo anterior, se puede concluir que el máximo nivel (3,4 m para 500 años de periodo de retorno) corresponden al 53 % de la altura (6.4 m) de la obra, con lo que se contaría con capacidad y aireación suficiente.

Un caudal medio de creciente es asumido como el caudal que se presenta para un periodo de 2.33 años; Por lo que periodos de retorno mayores se pueden considerar caudales extremos. Un caudal de 25 años es superior a las recomendaciones establecidas por el Manual para Box Culverts, en el cual se establece un periodo de retorno de 20 años, sin embargo, es importante aclarar que el diseño presentado, consideró un caudal de 25 años para el funcionamiento hidráulico en flujo rasante y flujo saltante, lo anterior no significa que el conducto no tenga capacidad hidráulica para caudales mayores, tal como se puede ver en el anexo 7.1.3.e. La máxima altura del flujo estará dada por la profundidad conjugada del resalto (d2), que varía entre 2,4 m y 3,4 m de altura para los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Por lo anterior, se puede concluir que el máximo nivel (3,4 m para 500 años de periodo de retorno) corresponden al 53 % de la altura (6.4 m) de la obra, con lo que se contaría con capacidad y aireación suficiente.

6. Balance de energía de la estructura hidráulica, carga hidráulica (diferencia de niveles entre el tramo 1 y el tramo 3) y longitud de protección (longitud del enrocado entre la transición y el canal de tierra).

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

El perfil escalonado se ha analizado con base, a experimentos y se desarrolla en relación al caudal unitario de vertido, altura de escalón y pendiente de la rápida, por lo anterior es de esperarse que cuando existe un vertido determinado y una relación h/l definida, se presente un tipo de flujo y por tal motivo la disipación de energía conforme al caudal de vertido.

Con base en lo anterior, se establece que la disipación de energía en un flujo escalón por escalón, ocurre debido al choque y mezcla del flujo, y por la formación de un salto hidráulico en el escalón. Si se toma en cuenta que la pérdida de energía en los escalones intermedios es cercana a la altura del escalón, la pérdida total de energía es igual a la diferencia entre la carga máxima y la carga residual en el final del canal.

En el documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 (anexo 7.1.3.e), se presenta el diseño de la estructura de disipación tipo cuenco de amortiguación, aguas abajo de la estructura. En el 7.1.3.e también se pueden observar las obras de protección diseñadas.

7. Diseños de estructuras de alivio que se encarguen de los caudales que pudieran hacer trabajar el sistema en condiciones de “tubo lleno”.

Las condiciones para un caudal asociado a un periodo de retorno de 500 años no producen que el sistema funcione en condiciones de Tubo Lleno, en el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-4 se presentan los niveles de flujo en la sección transversal.

8. Las velocidades estimadas de operación del box culvert tanto al inicio como al final, con el correspondiente análisis de los posibles impactos que el mismo generaría. Las velocidades de diseño deben propender por evitar al máximo la sedimentación de materiales al interior del box culvert, sin generar desgastes que puedan poner en riesgo el correcto funcionamiento de la estructura hidráulica.

Las velocidades de operación para los caudales habituales serán del orden de 1,2 m/s, y para el caudal de 25 años usado para el dimensionamiento hidráulico, la velocidad es del orden de 2 m/s. Mientras que para el caudal de 500 años las velocidades son del orden de 3 m/s. Con base en lo anterior se tiene que las velocidades esperadas son superiores a las teóricas, por lo que no se espera que exista sedimentación al interior del box. Es importante aclarar que la capacidad hidráulica es suficiente para caudales de 500 años, sin embargo, la estructura no disipará la misma energía en caso de un evento de estas magnitudes. La completa disipación de energía queda asegurada para el periodo de retorno de 25 años.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

9. Memorias de cálculo, archivos fuente de los programas utilizados y demás hojas de cálculo que contengan las recomendaciones, formulas, parámetros y criterios presentados en el documento. Incluir los resultados de la modelación en formatos Word o PDF a partir de los posibles escenarios que se pudieran presentar.

El diseño presentado se realizó según las recomendaciones presentadas en el libro “HYDRAULIC DESIGN OF STEPPED CASCADES, CHANELES, WEIRS AND SPILLWAYS” de Hubert Chanson, en donde se recopilan los resultados de modelaciones y ensayos de laboratorio a escala para este tipo de estructuras de varios autores.

Las formulas, ecuaciones, y parámetros utilizados, se presentan dentro del documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 y sus anexos (anexo 7.1.3.e).

10. Información de entrada para la obtención del Numero de Curva, este necesita información de suelos, cobertura, y pendientes de la cuenca.

Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las perdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. Los detalles y criterios adoptados se encuentran en el anexo 7.1.3.e.

Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada (lo cual no es real, pero sí es muy conservador) y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las perdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. En conclusión, el manual de drenaje estipula un valor de CN = 65 para el periodo de retorno considerado, sin embargo, El Concesionario ha utilizado un valor de CN=81, permitiendo así ser más conservador aún en el dimensionamiento de la obra.

11. Las medidas de seguimiento geotécnico y de integridad de la estructura que permita monitorear permanentemente (construcción y operación) tanto la estructura hidráulica como el terraplén.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Como parte del diseño del terraplén se contempla la instalación de 17 mojones distribuidos en las bermas de los taludes y un inclinómetro/piezómetro localizado en la corona del terraplén. El propósito de este plan de instrumentación es el de hacer un seguimiento de posibles deformaciones en el cuerpo del terraplén. En los mojones se llevará a cabo un control de desplazamientos superficiales verticales y horizontales, y en el inclinómetro/piezómetro se podrá hacer un seguimiento de las distorsiones que puedan presentarse al interior del cuerpo del terraplén, así como los niveles de agua al interior de los rellenos.

Durante los tres meses siguientes a la construcción del terraplén se deberán realizar dos lecturas topográficas y una lectura del inclinómetro/piezómetro por semana. Los siguientes tres meses deberán tomarse mediciones topográficas y del inclinómetro/piezómetro quincenalmente. A partir de este momento si no se observan deformaciones significativas se podrá disminuir la frecuencia de medición a una lectura mensual.

Los detalles se incluyen en el anexo 7.1.3.e, que es el volumen de diseño de hidráulica e hidrología de la Unidad Funcional 4.

12. El programa de mantenimiento periódico del box culvert, durante la fase de operación del mismo. No se evidencian dentro de los documentos allegados, los detalles de las estructuras de acceso para realizar el mantenimiento tales como manholes (pozos de inspección y de limpieza) o la adecuación de posibles accesos vehiculares, en caso que se requieran.

Dentro del informe se han incluido las recomendaciones de mantenimiento, las cuales corresponden a:

- Para el mantenimiento de la estructura escalonada que compone el box culvert es posible que se dé la acumulación de sedimentos, razón por la cual se plantearon rampas para acceso de un mini cargador, Bobcat, el cual podrá recorrer el tramo y limpiar o remover excesos de sedimentos o rocas que no hayan sido removidas por la corriente. Este procedimiento se deberá hacer periódicamente, antes de inicio de la temporada de lluvias, y durante esta temporada se debe hacer el seguimiento constante de la estructura.
- Para el control, que se puede llegar a presentar en esta estructura por la deposición de sedimentos y rocas, se proyectó una estructura para el control de bolos de mayor tamaño, el cual funciona como deflector de los materiales de arrastre. Sin embargo, esta estructura requiere de un mantenimiento periódico, el cual se considera se debe realizar antes del periodo de lluvias. Durante el

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

periodo de lluvias es necesario realizar el control semanal de la obra y según el estado solicitar un mantenimiento prioritario.

Lo anterior teniendo en cuenta que la zona presenta un comportamiento bimodal de altas precipitaciones, y que antes y durante estos periodos se debe realizar inspección de la obra ante la ocurrencia de cualquier evento de precipitaciones con intensidades medias altas, inclusive así no se esté en épocas de invierno, las inspecciones se deben realizar ante cualquier evento de alta intensidad de precipitación.

No obstante, durante la etapa de construcción se deberá prever el acceso para la construcción y posterior inspección y mantenimiento.

En el anexo 7.1.3.e se encuentran los siguientes soportes técnicos, del análisis de las obras civiles a realizar para el cruce de la quebrada La Magdalena:

1. 1: Especificaciones de los materiales para construir el terraplén sobre la Quebrada de La Magdalena
2. 2: Diseño estructural del box culvert en la Quebrada de La Magdalena
3. 3: Diseños geotécnicos, de taludes y de estabilidad del terraplén y la estructura en la Quebrada La Magdalena
4. 4: Diseños de hidrología y drenaje del box culvert en la Quebrada de La Magdalena (se actualizará el martes próximo)
5. 5: Plano con perfiles hidráulicos de la Quebrada La Magdalena

7.5. Aprovechamiento forestal

En coherencia con el Decreto 1791 de 1996 y el decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", es la autoridad ambiental quien emite la autorización para el aprovechamiento de un bosque o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural” mediante tres clases de aprovechamiento forestal: único, persistente y doméstico.

En este orden de ideas, el proyecto de construcción de la doble calzada Rumichaca-Pasto, sector Pedregal-Catambuco, requiere un aprovechamiento forestal único, el cual se realizará una sola vez para aquellas áreas donde se identificó vegetación de tipo forestal.

Por consiguiente, el permiso de aprovechamiento forestal se solicita para los individuos forestales localizados dentro de la línea de chaflanes y derecho de vía (la cual

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Convenio de Vías	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

comprende el área de conformación de la calzada, sitios de construcción de puentes, viaductos, retornos, separadores, cunetas, peaje, CCO), área de localización de ZODMES y sus accesos, campamentos y plantas, y puntos de captación de aguas superficiales.

Cantidad y superficie de las obras y/o actividades constructivas del proyecto, relacionadas con el aprovechamiento forestal.

El área total de afectación del proyecto comprende 127,53ha, relacionada con sitios puntuales de construcción vial, derecho de vía, e infraestructura asociada. El área para ZODMES es de 66,31ha corresponden a 20 Zonas de depósito de material de excavación ZODME y 4,05ha a 2 zonas de campamentos.

Como se puede apreciar en la Tabla 7.65, el mayor porcentaje para el aprovechamiento forestal se concentra en vías con 64,44%,

Tabla 7-68 Obras de infraestructura relacionadas con el aprovechamiento forestal.

Tipo de infraestructura	Área Total (ha)	Porcentaje ocupado (%)
Vías**	127,53	64,44
ZODME	66,31	33,51
Infraestructura asociada	4,05	2,05
Total	197,89	100

*Campamentos. **Comprende el área al interior de la línea de chaflanes e infraestructura puntual (ocupación de cauces, puentes, viaductos, retornos, separadores, cunetas, peaje, CCO) y vías asociadas a la segunda calzada a construir (derecho de vía, accesos a: Zodmes, campamentos, puntos de captación, sitios de obra)

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Es importante señalar que, para el cálculo del volumen forestal a aprovechar, se tomaron en cuenta únicamente el área ubicadas en ecosistemas con presencia total o parcial de masas arbóreas y/o árboles. Para las coberturas mosaicos, cultivos y áreas de pastos solo se tomó el área efectiva es decir solo las zonas donde hay presencia de árboles.

A continuación, se muestran las áreas estimadas cartográficamente en la cuales se tiene presencia de árboles agrupados o masas boscosas y árboles aislados:

Tabla 7-69 Áreas de Aprovechamiento Forestal por Ecosistema

Ecosistema	Área ocupada por coberturas boscosas o forestales agrupadas (ha)	Área ocupada por árboles dispersos (ha)
Bosque de galería y/o ripario del orobioma alto de los	0,11	N/A

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Ecosistema	Área ocupada por coberturas boscosas o forestales agrupadas (ha)	Área ocupada por árboles dispersos (ha)
Andes		
Bosque de galería y/o ripario del orobioma medio de los Andes	2,07	N/A
Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	7,23	0,13
Mosaico de pastos y cultivos del orobioma alto de los Andes	15,99	0,33
Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los Andes	14,86	0,23
Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los Andes	2,51	0,05
Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	1,27	0,02
TOTAL	44,04	0,76

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

A partir de las áreas señaladas en la anterior tabla, se hicieron los cálculos y las estimaciones del aprovechamiento forestal en los ecosistemas en los que se realizó muestreo.

Por otra parte, cabe señalar que para las ZODME solo se incluyen los inventarios al 100% y los respectivos cálculos de los sitios que poseen vegetación arbórea. Los ZODMES que están ausentes de especies forestales arbóreas, no son incluidos en la presente solicitud de aprovechamiento forestal.

7.5.1 Tipo de muestreo

La resolución 0751 de 2015 mediante el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración de EIA, establece en el numeral 7.5 de aprovechamiento forestal, que cuando se solicite permiso de aprovechamiento forestal único se debe presentar entre otra la siguiente información:

Inventario forestal de los individuos presente en cada cobertura vegetal, mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad de 95%.

- Metodología

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

El cálculo del aprovechamiento forestal se realizó mediante un muestreo y un inventario al 100%, cuyo alcance se indica a continuación. La metodología para ello se detalla en el numeral 2.3.2.2 del Capítulo 2, en el apartado denominado “Metodología para el cálculo del Aprovechamiento Forestal”.

El número de parcelas de muestreo se definió a partir de un premuestreo que tomó como referencia un mínimo de dos parcelas por cobertura (Anexo 7.5.8).

Teniendo en cuenta que, en el área de intervención, el componente forestal no solo está presente en bosques naturales y plantados como unidad de cobertura, sino también de árboles plantados que hacen parte de las áreas agrícolas y pecuarias, se realizó un muestreo para estas últimas con el fin de caracterizar la vegetación existente, el premuestreo para este caso en particular, se efectuó tomando como área del bosque la suma de los espacios arbolados. Este proceso se llevó a cabo dentro del área de intervención.

Además, se hizo un estimativo de los árboles dispersos en cultivos y pastos, calculando el área a través de imágenes satelitales (suma del área total ocupada por arboles dispersos en pastos y cultivos en las coberturas Mosaico de cultivos y pastos (2.4.2), Pastos y árboles plantados (2.2.4.1) y Cultivos y árboles plantados (2.2.4.2) y sumando estos volúmenes al total del ecosistema.

El volumen obtenido fue extrapolado a la totalidad del área del ecosistema respecto al porcentaje de vegetación existente, teniendo en cuenta para ello los lineamientos de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

De acuerdo con lo anterior, se realizó un muestreo estratificado al azar cuyas muestras se levantaron por cobertura vegetal susceptible de intervención y su ubicación fue seleccionada al azar dentro del área delimitada por chaflanes.

Por su parte, para las ZODMES y sitios de Campamentos, se realizó inventario al 100%, por tratarse de áreas de menor tamaño en las cuales la presencia de elementos forestales dispersos, facilitaron la captura de la información para la totalidad de estos. ((Ver anexo 7.5.1 *inventario para el área de intervención Pedregal-Catambuco*) Ver anexo 7.5.2 *inventario Zodme al 100% Pedregal-Catambuco* y 7.5.3 *inventario campamentos al 100%Infraestructura asociada*)

Toda la información levantada en campo fue registrada en los formatos de muestreo flora (Anexo 7.5.5a y 7.5.5b *Inventario por parcelas*, 7.5.6 *inventario al 100% en ZODMES*)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10 Julio de 2017

- Resultados

De acuerdo con los resultados de premuestreo que se incluyen en el Anexo 7.5.8 (donde también se incluye la estimación del error de muestreo), el levantamiento de información de parcelas de muestreo se llevó a cabo en los sitios que se relacionan en la Tabla 7-70.

Se realizaron 18 parcelas forestales en ecosistemas naturales e intervenidos.

Tabla 7-70. Parcelas por ecosistema, área de intervención Proyecto vial Rumichaca-Pasto, sector Pedregal- Catambuco.

COBERTURA	ID	Sector	PK	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Oeste	
				X	Y
Orobioma medio de los andes					
Mosaico de Pastos y cultivos	4- 2.4.2-PP2	Inantas bajo (Yacuanquer)	4+600	960310,763	608304,167
	5- 2.4.2-PP1	Chávez (Tangua)	18+200	966212,29	614562,16
Pastos y árboles plantados	4-2.2.4.1-PP1	El tablón (Tangua)	7+700	961401,68	609630,965
	4-2.2.4.1-PP2	San Pedro (Tangua)	10+500	962282,377	611288,299
Cultivos y árboles plantados	4-2.2.4.2-PP1	El Pedregal (Imués)	0+800	957403,1945	607415,582
	4- 2.2.4.2-PP2	Inantas bajo (Yacuanquer)	3+800	959464,8592	608293,2075
Bosque Ripario	4- 3.1.4-PP3	Inantas bajo (Yacuanquer)	6+300	961012,108	609509,374
	4- 3.1.4-PP4	Inantas bajo (Yacuanquer)	6+500	961012,131	609708,412
Orobioma alto de los andes					
Mosaico de Pastos y cultivos	5-2.4.2-PP4	Vocacional (Pasto)	29+300	972933,8695	618176,75
	5- 2.4.2-PP5	Vocacional (Pasto)	29+600	973193,5797	618318,02
	5-2.4.2-PP6	La Merced (Pasto)	30+970	974334,445	618886,1457
	5- 2.4.2-PP7	La Merced (Pasto)	31+150	974417,9201	619042,8001
Pastos y árboles plantados	2.2.4.1-PP2	El Tambor (Tangua)	22+100	967606,7802	616088,5799
	2.2.4.1-PP3	La Palizada (Tangua)	27+200	970961,4328	618809,6963
	2.2.4.1-PP4	Catambuco (Pasto)	31+800	974968,2494	619359,13
Bosque ripario	5-3.1.4-PP1-AI	Vocacional (Pasto)	29+500	973200,816	618257,906
	5-3.1.4-PP2-AI	Vocacional (Pasto)	29+600	973212,553	618268,822
	5-3.1.4-PP3-AI	Vocacional (Pasto)	29+700	973279,825	618314,391

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernadora Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

A continuación, se relacionan los resultados del muestreo realizado por cobertura vegetal y ecosistema, de acuerdo con los datos obtenidos en las parcelas anteriormente mencionadas (Ver anexo 7.5.5a y 7.5.5b Formatos de campo orobioma medio y alto de los andes).

7.5.2. Volumen total y comercial

La fórmula utilizada para determinar el volumen total y comercial de las parcelas establecidas, corresponde a la siguiente: $V=AB (m^2) *H (m)*Ff*N$

Dónde:

$$AB=\pi/4*(DAP) ^2$$

H=Altura Total o Altura comercial

Ff=Factor Forma (0,7)

N=Número de Fustales

La aplicación de este parámetro es muy importante en la obtención del volumen a solicitar en el aprovechamiento forestal, donde los valores del diámetro, altura y el factor forma (para este caso 0,7) determinan los resultados.

7.5.2.1 Inventario por cobertura y ecosistema en el área de intervención.

Para obtener el volumen de madera a solicitar en el aprovechamiento forestal, se tuvo en cuenta únicamente los individuos reconocidos como maderables, es decir, se excluyeron los árboles frutales.

Lo anterior en cumplimiento al artículo 72 del decreto 1791 de 1996 (Solicitud de aprovechamiento forestal), el cual cita textualmente: *“Las especies agrícolas o frutales con características leñosas podrán ser objeto de aprovechamiento para obtener productos forestales, caso en el cual requerirán únicamente solicitud de salvoconducto para su movilización.”*

Las especies arbóreas de frutales no incluidas en el inventario de aprovechamiento corresponden a *Persea americana* Mill. (Aguacate), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Naranja), *Citrus reticulata* Blanco (Mandarina), *Psidium guajava* L. (Guayaba), *Citrus limon* (L.) Osbeck (Limón), *Inga spectabilis* (Vahl) Willd. (Guabo), *Eriobotrya japónica* (Thunb.) Lindl. (Níspero), *Annona cherimola* (Chirimoya) y *Spondias mombin* L. (Ovo).

En el área de intervención del proyecto se identificaron siete (7) ecosistemas que poseen el componente arbóreo, de los cuales cinco corresponden a mosaicos o cultivos agroforestales, para estos dos últimos el cálculo se realizó teniendo en cuenta

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Comisariado Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

únicamente el área de los parches ocupados por vegetación arbórea, como se mencionó anteriormente en el procedimiento seguido para el cálculo de premuestreo y muestreo.

En la suma de volúmenes del área denominada “Vías” para el cálculo de volumen total y comercial no se tuvo en cuenta la del ecosistema pastos arbolados del orobioma medio de los andes, ya que este se encontró únicamente en un área de Zodme (Z4-4), cuyo volumen se relaciona en el aparte de estas áreas. (Ver anexo 7.5.2. inventario Zodme al 100%)

- Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes

La especie que mayor volumen representa en comparación es *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalipto) con 6,70m³ (Volumen total) debido a que esta es la especie más abundante en estado fustal en el ecosistema. En la mayoría de los casos se pudo observar que esta especie se localiza principalmente en cercas vivas para la delimitación de predios y potreros.

En la Tabla 7-71 y su figura se muestra los volúmenes para el estrato fustal del ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes, se encuentra un total de 7,512m³, de los cuales 5,087m³ corresponden al volumen comercial en el área muestreada.

Tabla 7-71. Volumen Forestal Total y Comercial, en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	6.699	4.453
2	Maco	<i>Cabralea oblongifoliola</i> C.DC.	0.419	0.350
3	Quillotocto	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	0.248	0.163
4	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	0.147	0.120
Total			7,512	5,087

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

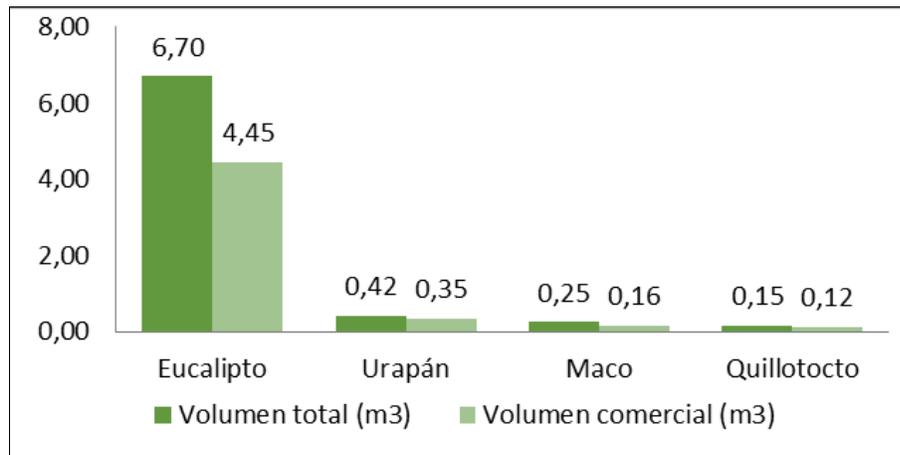


Figura 7-65. Volumen Forestal Total y Comercial por especie, en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma medio de los andes

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 37,561m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 25,434 m³.

- Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

Se determinó el volumen total de la muestra por cada especie para el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes, como se observa en la Tabla 7-72; la especie que presentó mayor volumen total y comercial fue *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalipto) con 4,289m³ (Total) y 2,962m³ (comercial), las demás especies encontradas arrojaron volúmenes inferiores a 1 m³.

Para el total de especies se determinó un volumen total de 9,224m³ de los cuales 6,040m³ corresponden al volumen comercial a aprovechar. Como se puede observar, los valores de volumen en estos mosaicos no son muy altos, esto se debe a que las especies arbóreas encontradas en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes, en su gran mayoría son plantadas no con fines comerciales, sino para ser usadas como cercas vivas, ornamentales y uso doméstico, razón por la cual no dan un manejo silvicultural adecuado que permita el desarrollo óptimo de las especies forestales para uso silvicultural.

Tabla 7-72. Volumen forestal por especies, en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	4.289	2.962

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
2	Guayacán	<i>Lafoensia speciosa</i>	2.676	1.731
3	Caspirosario	<i>Llagunoa nitida</i> Ruiz & Pav	0.079	0.056
4	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	0.603	0.331
6	Pichuelo	<i>Senna spectabilis</i>	1.465	0.904
7	Quillotocto	<i>Tecoma stans</i>	0.111	0.056
Total			9,224	6,040

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

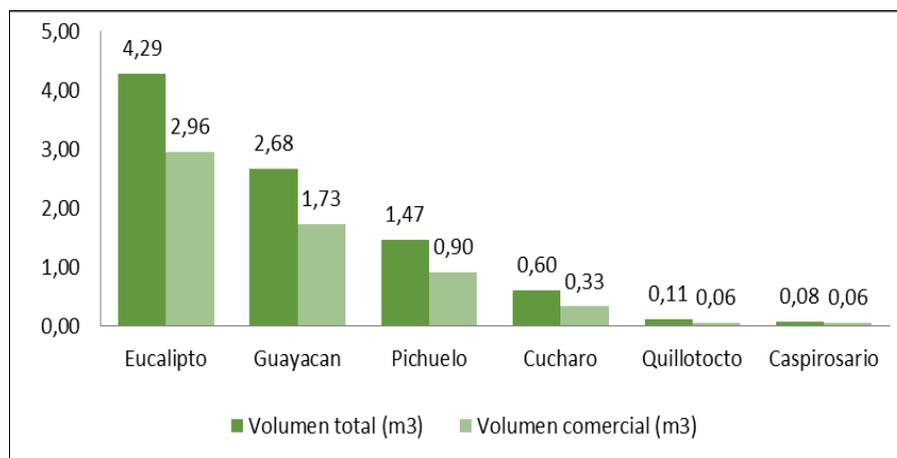


Figura 7-66. Volumen Forestal Total y Comercial en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

Fuente. Géminis Consultores Ambientales, 2016

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 46,120 m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 30,2199m³.

- Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

Los fustales muestreados en el ecosistema Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes, suman un total de 1,107m³ de madera aprovechable y 2,632m³ de volumen total (Tabla 7-73), este bajo volumen se debe a que en esta cobertura, por presentar cultivos como actividad productiva, se controla el crecimiento de las especies y además existe un buen número de especies frutales, las cuales no se suman al volumen de aprovechamiento solicitado.

Tabla 7-73. Volumen total y comercial por especie en el ecosistema Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Carbonero	<i>Albizia carbonaria</i> Britton	0.103	0.039
2	Casco de vaca	<i>Bauhinia picta</i> (Kunth) DC	0.040	0.011
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	0.541	0.203
4	Gualanday	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	0.239	0.106
5	Guayacan	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	0.939	0.262
6	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.	0.035	0.005
7	Pichuelo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	0.040	0.010
8	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	0.696	0.471
Total			2,632	1,107

Fuente. Géminis Consultores Ambientales, 2016

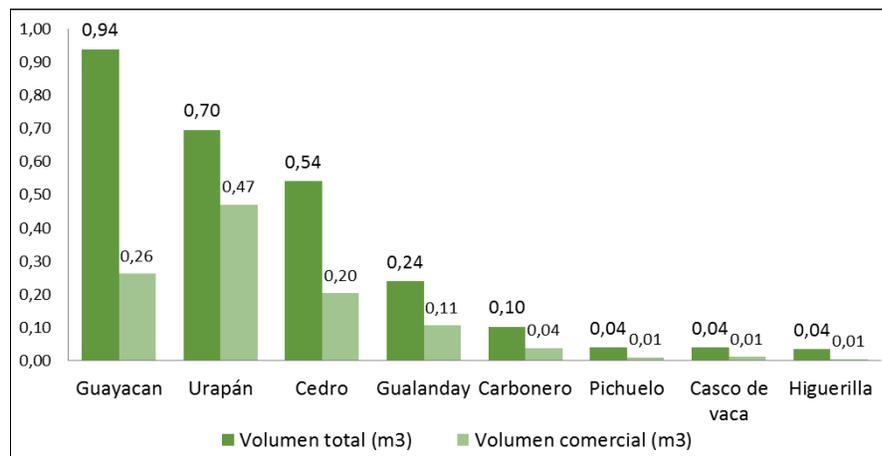


Figura 7-67. Volumen total y comercial por especie, en el ecosistema Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 13,160 m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 5,535m³.

- Bosque de galería y ripario del orobioma medio de los andes

Como se puede apreciar en la Tabla 7-74, la única especie con aporte de volumen para la muestra tomada en el ecosistema Bosque de galería o ripario del orobioma medio de los

andes, es *Fraxinus chinensis* Roxb. (Urapán) con 24,34m³ de volumen total y 10,76m³ de volumen comercial, reflejando un posible enriquecimiento del bosque con especies plantadas, ya que esta es una especie introducida que no es representativa de bosques naturales en la zona.

Las especies relacionadas en el aprovechamiento forestal de este ecosistema difieren de las encontradas en la caracterización del área de influencia, esto se debe a que el muestreo para caracterización se realizó teniendo en cuenta la vegetación característica de este ecosistema en la zona por lo cual se tomaron las muestras en lugares que dan razón del ecosistema natural asociado a los cuerpos de agua que se localizan en el área de influencia del proyecto. Sin embargo, al ubicar las muestras para el cálculo del aprovechamiento forestal dentro del área de intervención se encontró el predominio de sectores englobados por huertos de frutales y especies maderables foráneas y/o introducidas de fincas adyacentes a la vía.

Tabla 7-74. Volumen forestal por especies, en el ecosistema Bosque de galería y ripario del orobioma medio de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	24,34	10,76
Total			24,34	10,76

Fuente. Géminis Consultores Ambientales, 2016.

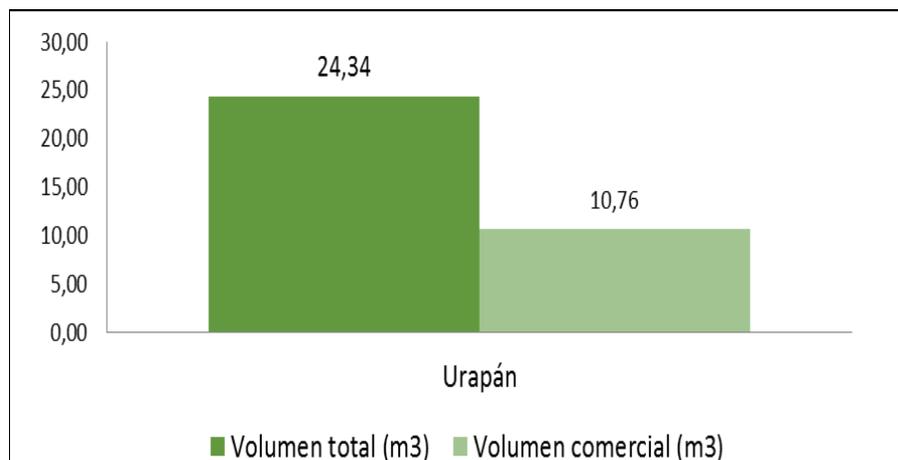


Figura 7-68. Volumen forestal por especie, en el ecosistema Bosque de galería y ripario del orobioma medio de los andes

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 121,70m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 53,80m³.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Mosaico de pastos y cultivos del orobioma alto de los andes

Como indica la Figura 7-69, la especie con mayor aporte de volumen en este ecosistema es *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalipto) con 5,622m³ de madera aprovechable, y la especie con el menor valor es *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (Chilca) con 0,092m³, que, si bien no es una especie maderable, se encontró individuos con el CAP establecido para fustales, este alto contraste se debe a que la primera es una especie introducida de rápido crecimiento y características de maderable, mientras que la segunda es una especie de porte menor.

En la Tabla 7-75 se observa para la muestra tomada en el área de intervención del ecosistema mosaico de pastos y cultivos del orobioma alto de los andes, el volumen comercial correspondiente a 9,19m³, siendo un valor bajo en comparación al volumen total de 19,68m³. Esto se debe a que presumiblemente la mayoría de fustales encontrados en la zona de estudio han sido plantadas para aprovechamiento dendrológico, cercas vivas, o han crecido por propagación natural; y por ello, no se les ha realizado un manejo técnico que evite crecimiento, inclinado, sin ramificaciones bajas y/o bifurcaciones.

Tabla 7-75 Volumen por especie en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos del orobioma alto de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	3.088	1.487
2	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.186	0.092
3	Cipré	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	0.261	0.145
4	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	10.841	5.622
5	Jazmin huesito	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	0.239	0.107
6	Moquillo	<i>Saurauia ursina</i> Triana & Planch.	0.284	0.118
7	Mote	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	0.243	0.096
8	Pino	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	4.539	1.525
Total			19,681	9,192

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

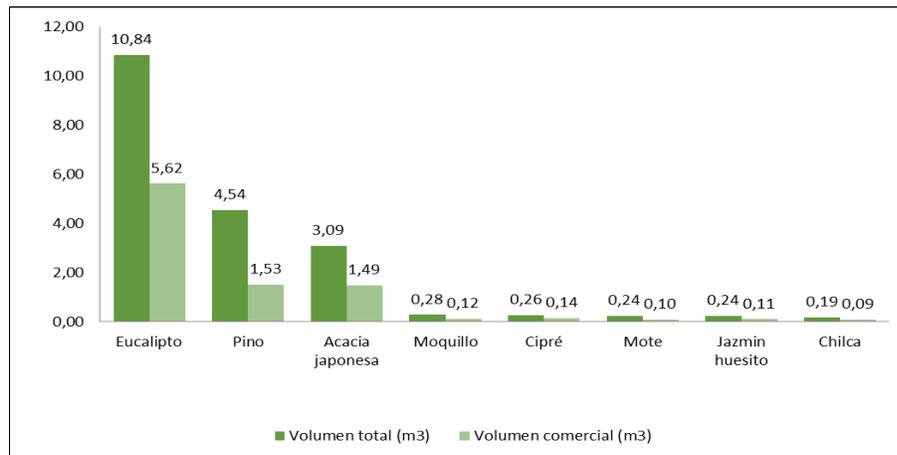


Figura 7-69. Volumen Forestal en el ecosistema Mosaico de pastos y cultivos arbóreos del orobioma alto de los andes

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 49,202m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 22,980m³.

- Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes

Se determinó el volumen total por cada especie para el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes, como se observa en la Figura 7-70, la especie *Cupressus lusitanica* (Ciprés) es la especie de la que mayor volumen se puede aprovechar, con un volumen total de 19,875m³ y un volumen comercial de 4,923m³.

Para el estudio se obtuvo un volumen total de 19,68m³ y un volumen comercial de 9,19m³ (Tabla 7-76). El volumen neto potencialmente útil de madera en rollo, siendo volumen comercial, respecto al volumen total muestra una diferencia amplia, debido principalmente a que en la zona de intervención, la mayoría de árboles encontrados no tenían el manejo silvicultural adecuado que los convierta en madera aprovechable, sino que se encuentran mayormente en cercas vivas y alrededor de las viviendas.

Tabla 7-76 Volumen forestal por especies en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
1	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	0.719	0.347
2	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	0.545	0.336
3	Amarillo	<i>Miconia nodosa</i>	0.260	0.125
4	Cedrillo	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	0.348	0.278
5	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	19.875	4.923
6	Colla	<i>Dendrophorbium lloense</i>	0.456	0.232

No.	Nombre común	Nombre científico	Volumen total (m ³)	Volumen comercial (m ³)
7	Cujaco	<i>Solanum ovalifolium</i>	0.257	0.143
8	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	6.568	4.339
9	Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>	0.535	0.321
10	Majua	<i>Palicourea</i> sp	0.172	0.095
11	Moquillo	<i>Saurauia ursina</i> Triana & Planch.	0.662	0.404
12	Roso	<i>Miconia thaezans</i>	0.046	0.029
13	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	0.080	0.037
14	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	0.499	0.294
15	Uvilan	<i>Monnina aestuans</i>	0.025	0.000
Total			31,047	11,902

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

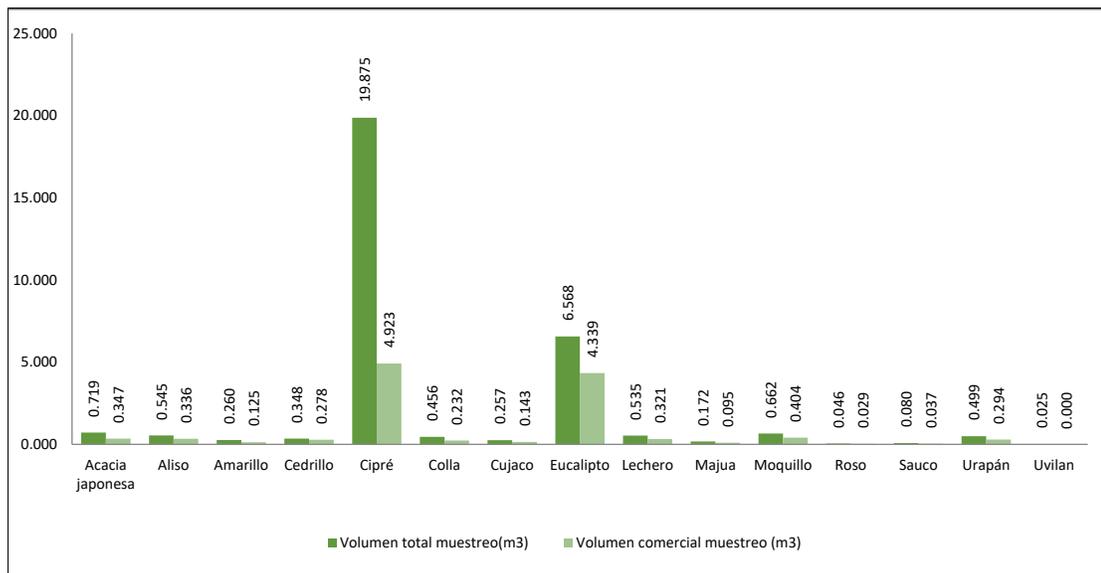


Figura 7-70. Volumen forestal en el ecosistema Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Teniendo en cuenta lo anterior se estimó un volumen total promedio por hectárea de 103,489m³ y un volumen comercial promedio por hectárea de 39,674m³.

7.5.2.2. Cálculo de volumen total y comercial por cobertura vegetal a intervenir en áreas de Vía – Resultados del muestreo

La estimación del volumen total de madera se obtuvo a partir de la distribución de los espacios naturales inventariados dentro de los diferentes ecosistemas; considerando el hecho de que, en coberturas asociadas a mosaicos, la ocupación del terreno para el

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

componente arbóreo es menor la superficie a la ocupada por pastos o cultivos y a que en su mayoría se encontraron especies plantadas con predominio de maderables foráneas o introducidas. Por su parte, en las áreas boscosas existe una ocupación del espacio total para la cobertura, donde también se encontraron especies introducidas que no son propias de la zona.

El porcentaje de espacios naturales que se relaciona en las tablas de coberturas heterogéneas equivale a la ocupación en el terreno por parte de los espacios naturales con respecto al área total de cada ecosistema.

Este proceso se realizó con la ayuda de imágenes satelitales, donde, una vez obtenido el valor y el promedio de volumen por hectárea, se extrapolaron los valores al área total del ecosistema.

Esta determinación se tomó teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, cuando establece (para este caso) que las áreas agrícolas heterogéneas están ocupadas por espacios naturales entre un 30 y 70% del total de la cobertura.

Volumen total

Como se puede apreciar en la Tabla 7-77 los cálculos realizados para las áreas correspondientes a mosaicos (Áreas agrícolas heterogéneas) que poseen vegetación arbórea, arrojan un volumen total de 2094,38m³, que incluyen parches arbolados entre cultivos y pasturas y aboles dispersos en las mismas áreas.

Tabla 7-77. Volumen Total sector Pedregal-Catambuco coberturas heterogéneas Doble calzada.

Ecosistema	Parches arbolados				Arboles dispersos			Sumatoria por ecosistema (m3)
	Área cobertura (ha)	Porcentaje espacios naturales	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	% de ocupación Arboles dispersos	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	
1	3	4	5 (3x4)/100	6 (5x2)	7	8	9 (8x2)	10
Mosaico de pastos y cultivos de orobioma medio de los andes	40,393	44,531	17,987	675,620	0,69	0,28	10,517	686,137

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	2,991	37,551	1,123	51,791	0,69	0,02	0,956	52,747
Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	19,460	42,351	8,241	108,459	0,69	0,13	1,775	110,234
Mosaico de Pastos y cultivos de orobioma alto de los andes	53,529	33,400	17,879	879,677	0,69	0,37	18,257	897,934
Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los Andes	8,808	37,410	3,295	341,017	0,69	0,06	6,319	347,335
Total	125,181		48,525	2056,564		0,87	37,824	2094,388
			Total	2094,39				

Mosaico de pastos y cultivos de orobioma medio de los andes [202.4.2] Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes [202.2.4.1], Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes [202.2.4.2], Mosaico de pastos y cultivos de orobioma alto de los andes [212.4.2] Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes [212.2.4.1].

La Tabla 7-78 presenta los valores estimados para volumen total en los ecosistemas compuestos por coberturas homogéneas, es decir, donde la vegetación arbórea se encuentra presente de manera continua en toda la extensión de la unidad de cobertura; como se explicó anteriormente, estos cálculos se realizaron de manera separada ya que en los demás ecosistemas se tiene solamente un porcentaje de ocupación de las áreas boscosas respecto al área total de la cobertura. La suma de estas arrojó un volumen total de 285,17m³.

Tabla 7-78. Volumen total sector Pedregal-Catambuco coberturas homogéneas Doble calzada.

Ecosistema	\bar{X} Vol Tot/ha (m ³ /ha)	Area cobertura (ha)	Volumen Total estimado cobertura (m3)
------------	---	---------------------	---------------------------------------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

Bosque de galería y/o ripario del orobioma medio de los Andes	121,700	2,22	270,40
Bosque de galería y/o ripario del orobioma alto de los Andes	127,075	0,12	14,77
Total	248,78	2,34	285,17

Bosque ripario del orobioma medio de los andes, [203.1.4], Bosque ripario del orobioma alto de los andes, [213.1.4]
Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Volumen comercial

El volumen de madera estimado de las coberturas vegetales heterogéneas del área de intervención del sector Pedregal - Catambuco es 1098,04m³ (Ver Tabla 7-79).|

Tabla 7-79. Volumen Comercial sector Pedregal-Catambuco coberturas heterogéneas Doble calzada.

Ecosistema	Parches arbolados				Arboles dispersos			Sumatoria por ecosistema (m3)
	Área cobertura (ha)	Porcentaje espacios naturales	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	% de ocupación Arboles dispersos	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	
1	3	4	5 (3x4)/100	6 (5x2)	7	8	9 (8x2)	10
Mosaico de pastos y cultivos de orobioma medio de los andes	40,393	44,531	17,987	457,482	0,69	0,28	7,121	464,604
Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	2,991	37,551	1,123	33,913	0,69	0,02	0,626	34,539
Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los Andes	19,460	42,351	8,241	45,619	0,69	0,13	0,747	46,366
Mosaico de Pastos y cultivos de orobioma alto de los andes	53,529	33,400	17,879	410,849	0,69	0,37	8,527	419,376

Parches arbolados					Arboles dispersos			
Ecosistema	Área cobertura (ha)	Porcentaje espacios naturales	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	% de ocupación Arboles dispersos	Área espacios naturales (ha)	Volumen estimado cobertura (m3)	Sumatoria por ecosistema (m3)
1	3	4	5 (3x4)/100	6 (5x2)	7	8	9 (8x2)	10
Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los Andes	8,808	37,410	3,295	130,733	0,69	0,06	2,422	133,156
Total	125,181		48,525	1078,597		0,87	19,443	1098,040
			Total	1098,04				

Mosaico de pastos y cultivos de orobioma medio de los andes [202.4.2] Pastos y árboles plantados del orobioma medio de los andes [202.2.4.1], Cultivos y árboles plantados del orobioma medio de los andes [202.2.4.2], Mosaico de pastos y cultivos de orobioma alto de los andes [212.4.2] Pastos y árboles plantados del orobioma alto de los andes [212.2.4.1].

* Área que ocupa cada cobertura dentro del área de intervención (calculada cartográficamente)

** Porcentaje que ocupan los elementos forestales en cada cobertura (calculado cartográficamente)

(3x4)/100: Casilla 3 multiplicada por casilla 4/100; (5x2) Casilla 5 multiplicada por la casilla 2

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Las coberturas homogéneas encontradas en el área de intervención del sector Pedregal-Catambuco fueron Bosque ripario en el orobioma medio y en el orobioma alto de los andes, las cuales arrojaron un volumen comercial de 119,43 m³ y 9,94m³ respectivamente: (Tabla 7-80):

Tabla 7-80. Volumen Comercial sector Pedregal-Catambuco, coberturas homogéneas Doble calzada.

Ecosistema	\bar{X} Vol Com/ha (m ³ /ha)	Área cobertura (ha)	Volumen Comercial estimado cobertura (m3)
Bosque de galería y/o ripario del orobioma medio de los Andes	53,800	2,22	119,436
Bosque de galería y/o ripario del orobioma alto de los Andes	82,874	0,12	9,945
Total	136,67	2,34	129,381

Bosque ripario del orobioma medio de los andes [203.1.4], Bosque ripario del orobioma alto de los andes [213.1.4],

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Compañía Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

7.5.2.3 Zonas de Disposición de Materiales de Escombros y Materiales de Excavación - ZODME

Estas zonas para disposición fueron elegidas de acuerdo a los criterios de zonificación ambiental para del proyecto vial, siguiendo las especificaciones técnicas de control topográfico para el trazado final de las vías de acceso.

Estas áreas fueron diseñadas considerando el volumen de material sobrante, las características físicas de cada lugar, la ubicación más conveniente para el proyecto, así como las características geológicas, topográficas y de drenaje. Evitando que se generen fallas por deslizamiento los materiales depositados.

Este volumen es relativamente bajo dado las características de los individuos, es decir el número de árboles en estado fustal existentes es bajo; en algunas áreas de ZODME se puede apreciar únicamente vegetación de tipo arbustivo, siendo nula la presencia de árboles con C.A.P ≥ 10 cm.

Adicionalmente en las ZODMES no hay afectación de ecosistemas ni coberturas vegetales naturales (Bosque ripario y/o de galería)

A continuación, en la Tabla 7-81 se relacionan el número de individuos identificados por cada ZODME inventariada según la unidad funcional. (Ver anexo 7.5.2. Inventario áreas de Zodme al 100%).

Tabla 7-81. Volumen total y comercial de ZODME ubicadas en el sector Pedregal-Catambuco

NOMENCLATURA	ÁREA (ha)	# de individuos	Volumen	
			Vol. Total	Vol. Comercial
Z 4-1	2,37	21	1,202	0,738
Z 4-2	0,28	17	3,816	1,861
Z 4-3	0,61	11	0,842	0,381
Z 4-4	5,94	37	20,612	12,199
Z 4-5	3,58	56	5,941	2,935
Z4-6	5,29	89	53,391	31,047
Z 4-7	9,78	7	1,737	0,764
Z 4-9	3,24	1	0,098	0,039
R 4-1	0,87	1	0,188	0,094

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

NOMENCLATURA	ÁREA (ha)	# de individuos	Volumen	
			Vol. Total	Vol. Comercial
Z 5-1B	1,00	2	0,107	0,043
Z 5-3	9,70	47	33,096	14,823
Z 5-6	2,68	30	35,486	21,466
Z 5-6B	1,28	31	39,340	23,102
Z 5-9	3,26	9	0,902	0,408
Z 5-10	0,37	2	0,640	0,169
Z 5-11	0,96	11	1,003	0,446
Z 5-12	1,79	31	19,256	10,843
Z 5-13	6,53	1	0,036	0,018
R 5-3	2,73	44	16,660	10,142
R 5-4	4,05	120	106,081	63,682
Total	66,31	568	340,433	195,200

Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

En el inventario al 100% que se realizó en las áreas de ZODME, se excluyeron los frutales tales como: Chilacuan (*Carica pubescens*), Capulí (*Prunus serotina*), Chirimoya (*Annona cherimola*), Naranja (*Citrus sinensis*), Guayabo (*Psidium guajava*), Guabo (*Inga spectabilis*), Aguacate (*Persea americana*), Níspero (*Eriobotrya japonica*), Papaya (*Carica papaya*). También se sacó del inventario la especie Yuca arbórea (*Yucca filifera*).

7.5.2.4 Campamentos y plantas

Estos sitios se han dispuesto para la ubicación de construcciones provisionales que servirán para atender las necesidades del proyecto tales como plantas, oficinas, almacenes, casino, talleres, alojamiento de personal de los frentes de obra, contratistas, supervisores de obra, operarios.

En las áreas proyectadas para el establecimiento de campamentos del sector Pedregal-Catambuco, el inventario forestal realizado arrojó un volumen total de 5,12m³ y un volumen de madera aprovechable de 1,95m³ (Tabla 7-82). (Ver anexo 7.5.3. Inventario campamentos al 100%)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10 Julio de 2017

Tabla 7-82. Volumen total y comercial de Campamentos y plantas para el sector Pedregal-Catambuco

UF	UBICACIÓN			Sector	Área	# de individuos	Volumen	
	PK.	Coordenadas Planas*					Vol. Total (m ³)	Vol. Comercial (m ³)
		X	Y					
UF4	14+350	965305,52 6	613190,773	Tangua	2,05	15	2,71	0,98
UF5	21+700	967300,77 3	616135,877	El cebadal	1,99	20	2,41	0,98
Total					4,04	35	5,12	1,95

*Coordenadas Planas Magna Sirgas origen Oeste
Fuente: Géminis Consultores Ambientales, 2016.

Es de resaltar que en los resultados del inventario al 100% realizado en las áreas de campamentos y plantas, se excluyeron los frutales, en concordancia con lo establecido en la norma. Especies excluidas: Nispero (*Eriobotrya japonica*), Aguacate (*Persea americana*), Durazno (*Prunus persica*), Capulí (*Prunus serotina*) y Limón (*Citrus limon*). Adicionalmente se sacó la especie Yuca arbórea (*Yucca filifera*).

7.5.3. Volumen solicitado

Como se observa en la Tabla 7-83, el volumen de aprovechamiento estimado para todo el proyecto el sector Pedregal-Catambuco es de 2724,59m³ correspondientes al volumen total y 1424,54m³ de volumen comercial, que en su mayoría se concentran en las áreas de construcción de doble calzada “Vías”. (Ver anexo 7.5.4. *Memorias de cálculo estimación de volumen*).

Tabla 7-83. Volúmenes de aprovechamiento forestal para la totalidad del proyecto, sector Pedregal- Catambuco

Actividad	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)
Vías	1227,39	2379,03
ZODME	195,200	340,43
Infraestructura asociada	1,95	5,12
Total	1424,54	2724,59

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Nota: El arbustal denso del Orobioma Medio de los Andes corresponde a una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre el 30% y 70% del área total de la unidad.

Los individuos presentes en esta cobertura se caracterizan por presentar alturas entre 3 y 6 m, con Diámetros a Altura del Pecho (DAP) inferiores a los 10cm, por lo que no constituyen elementos fundamentales para realizar el aprovechamiento forestal.

Las especies más representativas de esta cobertura son *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. (Chilca), *Miconia theaezans* (Morochillo), *Liabum igniarium* Less. (Santa Maria) y *Coriaria ruscifolia* L. (Zancia).

7.5.4 Especies forestales en Categoría de amenazas: Peligro y Vedas

La categorización de amenaza para las especies forestales identificadas en el corredor vial se realizó teniendo en cuenta la resolución 0192 de 2014, el libro rojo de plantas maderables de Colombia, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN.

De igual forma, se revisó información en literatura especializada, bases de datos en línea y/o catálogos virtuales de plantas, acerca de los rangos de distribución de las especies en veda y se encontró que, las familias de helechos Cyatheaceae y Dicksoniaceae declaradas en veda nacional por la Resolución 0801 de 1977 del INDERENA, potencialmente podían encontrarse en el rango altitudinal que caracteriza el trazado de la vía, así como especies tales como el Nogal (*Juglans neotropica*), el Roble (*Quercus humboldtii*), el pino romeron (*Retrophyllum rospigliosii*) y el pino colombiano (*Podocarpus oleifoliosus*) que están incluidas en la Resolución 0316 de 1974.

Con base en esta información, en el inventario forestal realizado para las unidades funcionales 4 y 5, se registraron 11 individuos de especies arbóreas en veda nacional, ocho (8) individuos de nogal (*Juglans neotropica* Diels.), dos (2) individuos de Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y un (1) individuo de helecho arbóreo o palma boba (*Cyathea* sp.1)

A continuación, se relaciona las especies registradas con su clasificación taxonómica, su DAP, altura y Georreferenciación. (Tabla 7.84).

Tabla 7.84. Especies registradas

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DAP (cm ²)	Altura (m)		COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE, COLOMBIA	
				ht	hc*	LOCALIZACIÓN	
						Este	Norte
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	9,9	6	2,5	961187	610765
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	39,1	7	2	957303	607127
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	35,0	7	1,5	957296	607120
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	8,8	5	2,5	963023	611924
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	24,1	9	3,5	965400	613066
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	25,0	8	4	966381	614386
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	29,9	7,5	3	966619	614271
Cyatheaceae	Palma boba	<i>Cyathea</i> sp.1	15,3	2,5	1,3	971689	618359
Juglandaceae	Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	13,7	8	5	973593	618557
Fagaceae	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	22,9	10	4	973607	618564
Fagaceae	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	15,0	8	3	973606	618564

Fuente: Geocol Consultores, 2017.

7.5.5 Aspectos técnicos del aprovechamiento forestal

Las labores de aprovechamiento se efectuarán con base en procedimientos técnicos, asegurando una mínima pérdida de los productos forestales y evitando el daño a individuos forestales aledaños.

Este procedimiento se relaciona en el capítulo 11.1.1 del presente estudio, “programa de manejo de flora”, el cual contempla el aprovechamiento forestal.

7.5.6 Destinación de los productos forestales

Los productos maderables generados por el aprovechamiento forestal serán utilizados tanto en labores constructivas concernientes al desarrollo del proyecto como también donada a la comunidad. Esta última se realizará previa firma de acta, donde se especifique el volumen de madera a donar y los posibles usos que se le darán, aclarando que bajo ningún motivo podrá ser comercializado.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

7.6 Emisiones atmosféricas

El proyecto pretende operar plantas de trituración, asfalto y concreto, en las áreas de los campamentos, por lo tanto se hace necesario solicitar los respectivos permisos de emisiones, para el desarrollo de estas actividades.

7.6.1 Fuentes de emisión

Las fuentes de emisión encontradas en el área de influencia son clasificadas de acuerdo a la naturaleza de la fuente emisora y de cómo se emiten los contaminantes, las fuentes son de tipo antropogénico y clasificadas en fijas y móviles tal y como se describen a continuación.

- Identificación de fuentes existentes

La identificación se hizo a partir de la siguiente clasificación: fijas, móviles y de área.

– Fuentes Móviles

Los vehículos que transitan en el área de estudio son automóviles, camiones, tracto - camiones, motocicletas y autobuses diseñados para operar en carreteras públicas. En la mayor parte de las áreas urbanas los vehículos automotores contribuyen en gran medida fuente de emisiones de CO, NOx, SOx, partículas, compuestos tóxicos del aire y especies que reducen la visibilidad.

El inventario de fuentes móviles que transitan por el corredor vial se extrajo del estudio de Transito, Capacidad y Niveles de Servicio Corredor 3: Rumichaca– Pasto. (Ver Tabla 7.85)

Tabla 7.85 Inventario fuentes móviles

SECTOR	VEHÍCULOS/DÍA	TIPO DE VEHÍCULO	CATEGORÍA
Pedregal - Catambuco	177	Buses	Categoría II
	1,526	Automóviles	Categoría I
	409	Camiones	Categoría II

Fuente: Adaptado Estudio de transito Capacidad y Niveles de Servicio Rumichaca –Pasto

– Fuentes Fijas

Inherentes a la generación y a las actividades productivas que se encuentran en el área de estudio, que en su mayoría carecen de tecnología e infraestructura, y por lo tanto no poseen sistemas de control para evitar la contaminación. Ver Tabla 7.86

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Convenio de Vialidad	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tabla 7.86: Fuentes fijas tramo Pedregal – Catambuco

TIPO DE FUENTE	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	CAMPAMENTO	COORDENADAS PLANAS	
			Y	X
Fuente fijas	Planta de Concreto	Tangua	965219,348	613254,729
	Trituradora	Tangua	965227,6	613244,2
	Asfaltera	Tangua	965263,64	613169,322
	Planta de Concreto	Cebadal	967335,125	616017,756
	Trituradora	Cebadal	967202,2	615913,9
	Asfaltera	Cebadal	967284,589	616036,012

Fuente: Géminis Consultores S.A.S. 2016

○ Chircales

En el área de influencia se identificaron chircales o ladrilleras de tipo artesanal, como se observa en la Fotografía 7.4.

A continuación, se describe el proceso de fabricación de ladrillo se detalla a continuación.

- Almacenamiento de materias primas: Consiste en el almacenamiento de pilas de arcilla para la elaboración del ladrillo.
- Molienda y mezclado: Teniendo en cuenta que el proceso de fabricación del ladrillo es artesanal se utiliza una molienda de tipo húmedo con laminadores y molinos de rulos para ser pisoteada varias veces por equinos. La arcilla, una vez molida puede ser mezclada con distintos aditivos (arena, carbonato de bario etc.) según los requerimientos de calidad del producto final.
- Conformado: El conformado es el modelo del ladrillo, la arcilla pasa a través de un molde perforado empujado por una hélice giratoria, esta arcilla extorsionada el perfil de la boquilla incorporada, pidiéndose modificar en función del tipo de pieza a producir.
- Secado: Se realiza de manera natural almacenando el ladrillo conformado bajo techo el cual por acción del viento del sol va reduciendo la humedad.
- Cocción: Es la etapa en que se retira toda la humedad del ladrillo, la cual se puede llevar a cabo en un horno rustico de pareceres en mampostería con emisiones a cielo abierto (ver Fotografía 7.1) El material energético para la cocción es leña o madera que a fuego continuo aproximadamente unas 30 horas, hasta alcanzar unos 1000°C de temperatura produce Dióxido de Carbono (CO₂), humo, ceniza y material particulado.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017



Fotografía 7.4: Horno rustico para la cocción del ladrillo **Coordenada magna sirgas origen oeste** (E965982.96– N614821.70)
Fuente: (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

○ -Horno Crematorio

Único horno al servicio del departamento de Nariño ubicado en el sector Pedregal Catambuco, el horno Crematorio (ver Fotografía 7.5) cuenta con dos cámaras: una primaria de cargue, combustión e ignición de los residuos con una temperatura mínima de 850°C y una secundaria de postcombustión donde se queman los gases de combustión con una temperatura mínima de 1200oC. Los residuos son alimentados las cámaras únicamente cuando se hayan alcanzado y mantenido estas temperaturas.

- El Tiempo de residencia de los gases en la cámara de post-combustión son mínimo de dos 2 segundos.
- Cada una de las cámaras operan con su propio e independiente quemador y control automático de temperatura.
- El incinerador deberá registrar automáticamente la temperatura de operación en ambas cámaras.

Con relación a las emisiones atmosféricas emitidas por el horno crematorio se establece una concentración de monóxido de carbono (CO), material articulado, (MP), hidrocarburos totales (HCT) y Benzopirenos y Dibenzo.



Fotografía 7.5: Crematorio Cristo Rey Coordenada magna sirgas origen oeste (976047.12X - 620671.47)
Fuente: (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

- Ubicación de las fuentes de emisión proyectada

Las fuentes de emisiones proyectadas, están dadas por la instalación de la planta de asfalto y la planta trituradora, ubicadas en los dos campamentos a instalarse en el tramo Pedregal - Catambuco. Ver Tabla 7.87 y Figura 7-71

Tabla 7.87: Fuentes fijas de emisión tramo Pedregal Catambuco

CAMPAMENTO	ABSCISAS	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE		MAQUINARIA
		ESTE	NORTE	
CAMPAMENTO TANGUA	K 14+600	965263,64	613169,32	Planta de Asfalto
		965219,348	613254,729	Planta de Concreto
		965227,6	613244,2	Planta trituradora
CAMPAMENTO CEBADAL	K21+700	967284,58	616036,012	Planta de Asfalto
		967335,125	616017,756	Planta de Concreto
		967202,2	615913,9	Planta trituradora

Fuente: Géminis Consultores S.A.S. 2016

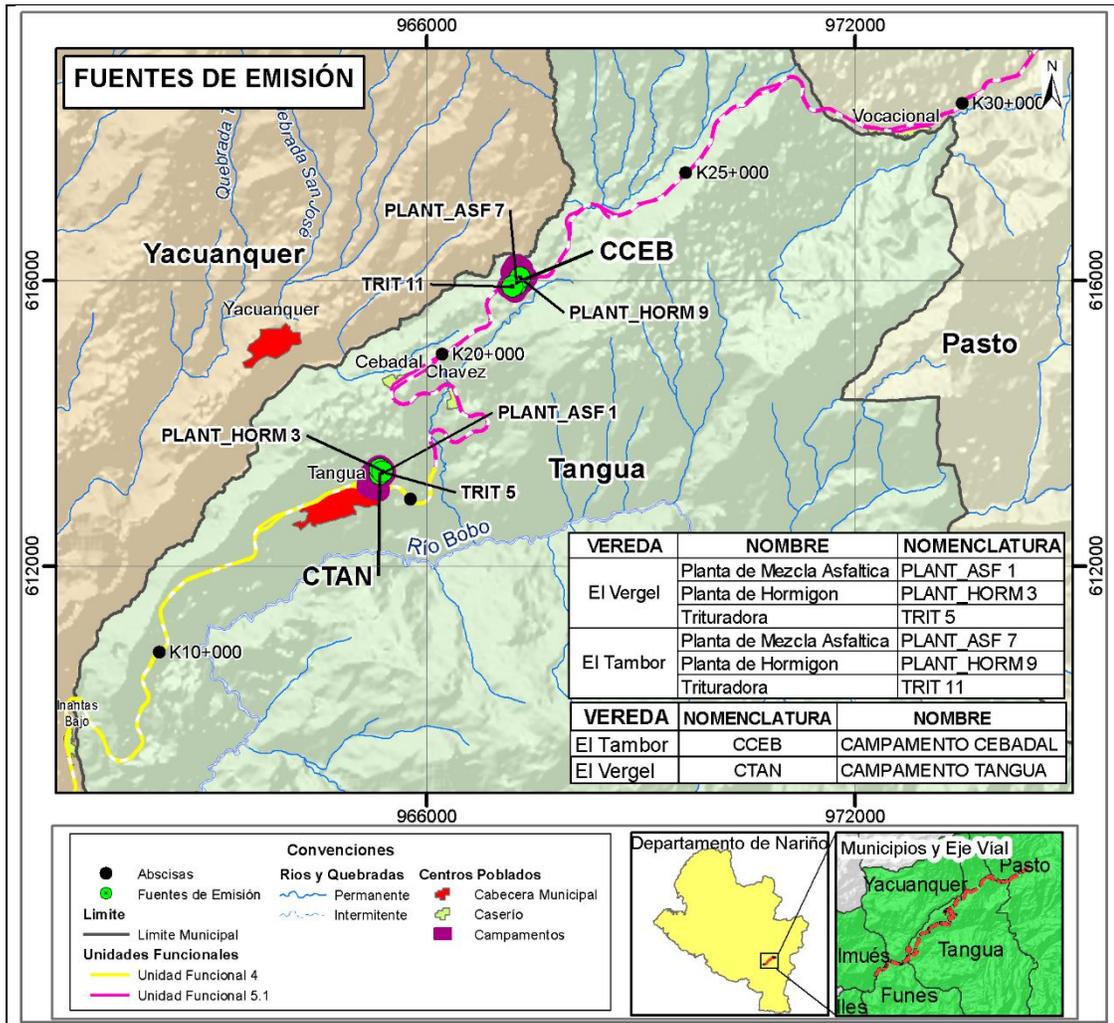


Figura 7-71: Emisiones atmosféricas proyectadas tramo Pedregal - Catambuco
 Fuente (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

- Estimación de contaminantes atmosféricos

Para la estimación de las concentraciones de los posibles contaminantes que se puedan aportar a la atmósfera durante la ejecución del proyecto se tuvo en cuenta, el tipo de plantas a utilizar y los contaminantes que puedan generar emisiones a la atmósfera se tomó en cuenta las plantas de asfalto y de triturado que son las que por sus procesos puedan generar emisiones, es de anotar que la maquinaria con la que se operará tiene aspersores perimetrales, filtros de manga y campanas extractoras que permiten la concentración de PM10. Ver Figura 7-71, se estima que las emisiones sean mínimas ya que el uso de las campanas y filtros es permitir la recirculación de dichos materiales en los procesos, adicional a esto para garantizar la efectividad en las medidas tomadas el cambio y mantenimiento de los filtros se hará de forma periódica.

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Los formatos de solicitud de permisos de emisiones atmosféricas para la planta de triturado y asfaltera se encuentran en el Anexo 7. 6. 1

- Planta de asfalto

El tipo de plantas que se usaran en el proyecto son de tipo continuo lo que conlleva a generar menos desperdicios y ser más eficiente en sus procesos, con un secado de contraflujo en donde los agregados ingresan al tambor secador por el extremo opuesto a la llama y fluyen en contra sentido de los gases del sistema, esto permite que el secado sea a menor temperatura, usando menos combustible y por ende menos emisiones.

Las emisiones de la planta de asfalto tienen dos fuentes principales:

- Fuentes conducidas: Aquellas cuyas emanaciones salen a la atmósfera a través de respiraderos, chimeneas o ductos.
- Fuentes Fugitivas: Aquellas que no están encauzadas en ductos ni respiradores pero son emitidas directamente de la fuente a la atmósfera.

La principal fuente de emisión conducida presenta en el tambor secador en donde además de la generación de vapor de agua, productos de combustión y MP, se producen pequeñas cantidades de compuestos orgánicos los cuales resultan tanto de la combustión incompleta como del calentamiento y mezcla del cemento asfáltico.

Las principales emisiones generadas por las plantas de asfalto son:

- Monóxido de carbono CO
- Azufre S
- Óxido de Nitrógeno (NOX)
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos
- Fenol
- Tolueno
- Xileno
- Nafta
- Estireno
- Formaldehido
- Benceno
- Arsénico
- Cadmio

La liberación de estos contaminantes hacia la atmósfera resulta de los siguientes procesos:

- La reacción del nitrógeno y el oxígeno en el secador genera las emisiones de óxido de nitrógeno NO_x en la zona de combustión.
- Las emisiones de dióxido de sulfuro SO₂ son producto de la oxidación del sulfuro contenido en los compuestos de combustible.

- Las emisiones de partículas resultan de la volatilización de materiales que posteriormente son condensados y de la manipulación de los mismos.
- Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles COV son el subproducto de una combustión incompleta.
- La cantidad de material fino determina la cantidad de polvo que se emite a la atmósfera, así como la cantidad de cemento asfáltico que se consume por unidad de volumen de mezcla asfáltica que se consume por unidad de volumen de mezcla asfáltica producida.

Tabla 7.88: Emisiones Estimadas Plantas de asfalto

Emisiones anuales estimadas plantas continuas			
CONTAMINANTE	EMISIONES lb/año		
	Secador a Gasolina	Secador a gas Natural	Emisiones generadas en los procesos
PM-10	4600	4600	104
COV	6400	6400	780
CO	26000	26000	270
SO ₂	2200	680	
NO _x	11000	5200	

Fuente: (States, 2000)

-Trituradora

Consta de 4 etapas: alimentador, triturador, clasificador y bandas transportadoras.

La principal fuente de contaminación de trituradoras es la emisión de MP debido al proceso de trituración y el desplazamiento del mismo por las bandas transportadoras, ya que estas se encuentran expuestas al aire libre. También se debe tener en cuenta que durante el transporte y almacenamiento de los materiales previamente triturados en pilas, se presenta una liberación de compuestos orgánicos volátiles y material particulado, todos los anteriores generan un impacto negativo sobre el ambiente y la salud.

- Reducir la altura de caída del material durante el movimiento del mismo (cargas y descargas)
- Cubrimiento de la planta trituradora con geotextil
- Encapsulamiento de las bandas transportadoras con lo que se tendrá una disminución del 90% el índice de partículas suspendidas totales
- Uso de irrigadores de agua que se encarguen de mantener húmedo el material con el fin de evitar las emanaciones de polvo. Se debe tener especial cuidado en los tiempos de riego establecidos y en la cantidad de agua a utilizar, evitando el humedecimiento excesivo del material

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

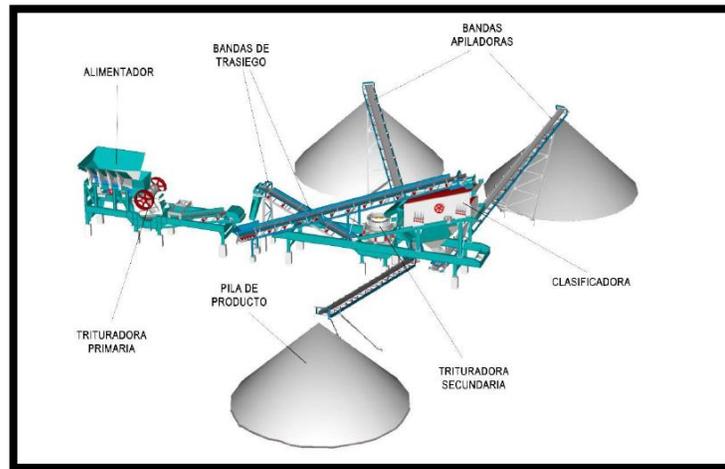


Figura 7-72 Modelo Planta trituradora

Fuente: (CIBER, s.f.)

- Descripción de los equipos emisores

A continuación se describen las plantas a utilizar para el desarrollo de las actividades del proyecto:

- *Planta de Asfalto*

El proceso se inicia en la pre dosificación en los silos de alimentación, se transportan los áridos hasta el secador. Después de entrar la humedad, el elevador de congilones lleva los materiales calientes y secos hasta la parte superior de la torre. La torre de la dosificación, que es el centro principal de una planta, está formada por zaranda (cribas o cedazos) vibratorias de diferentes aperturas para la clasificación granulométrica que clasifican y separan los áridos en diferentes tamaños. El sistema de la planta, totalmente computarizado, permite que la balanza de áridos controle las compuertas para integrar las cantidades necesarias de los materiales almacenados temporalmente en los silos calientes. Los silos tienen un sistema de sellado contra escape de polvo hacia el medio ambiente y tapas de acceso para mantenimiento, además de colectores de muestra en cada compartimiento. Descargados en la mezcladora, los áridos reciben la cantidad precisa de ligente, medido por la balanza de betún. El sistema controla el tiempo de mezcla. Terminado el proceso, las compuertas de descarga liberan el material directamente sobre el camión de transporte.

La planta de asfalto está compuesta por el sistema de alimentación de agregados, sistema de sequedad, sistema de quemadura, elevador de agregados calientes, criba vibratoria, almacén de agregados, sistema de medición y de mezcla, sistema de suministro de betún, sistema de filtro de polvo, almacén de productos terminados, sistema de control, entre otros.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

El tipo de plantas que se usaran en el proyecto son de tipo continuo con un secado de contraflujo en donde los agregados ingresan al tambor secador por el extremo opuesto a la llama y fluyen en contra sentido de los gases del sistema que conlleva a generar menos desperdicios y ser más eficiente en sus procesos. (Ver Figura 7-73)

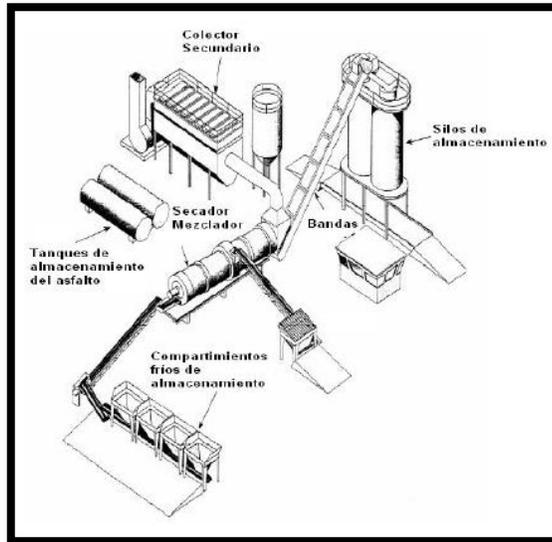


Figura 7-73: Esquema planta de asfalto de producción continua

Fuente: (States, 2000)

– *Planta de triturado*

Los componentes de la planta de trituración y la descripción del proceso productivo son:

Tolva de recepción: depósito en donde se vierte el material crudo de la zona de explotación.

Trituración primaria: Se realiza la primera fragmentación, reduciendo el tamaño de los trozos de mineral a un tamaño deseado.

Tamiz: los productos se criban en un tamiz vibrante con objeto de separar aquellas partículas cuyo tamaño ya es lo suficientemente fino, con el consiguiente aumento en la capacidad de la trituradora secundaria.

Generalmente la trituradora primaria se lleva a cabo mediante una trituradora de mandíbulas, la cual consta de dos planchas de acero (mandíbulas), colocadas una en frente de otra, una es fija y la otra es móvil y se puede girar sobre un eje situado en su parte superior o inferior; mediante un dispositivo adecuado hacia adelante y hacia atrás de corto recorrido. El mineral se carga en el espacio

comprendió entre las mandíbulas y en su recorrido hacia adelante, aplasta los trozos contra la placa fija; al retroceder la mandíbula móvil el mineral triturado cae por la abertura que en la parte inferior forman las mandíbulas.

Trituración secundaria: en la trituración secundaria el tamaño de las partículas provenientes de la trituración primaria se reducen al intervalo entre 3” y 2”, dejando en consideraciones aptas para pasar a las operaciones de molturación o concentración preliminar.

Bandas transportadoras: estas recogen el material ya fragmentado por la trituración primaria o el procedente de procesos posteriores, lo eleva y lo transporte a los acopios o a nuevas etapas del proceso, el sistema usa bandas de caucho y lona cerradas que giran cíclicamente sobre rodillos con la tracción eléctricos.

– *Plantas generadoras de energía*

El tipo de planta eléctrica que necesita el Proyecto depende de las exigencias energéticas por parte de las plantas de asfalto, hormigón y trituradora; del lugar donde se ubicará y si funcionará de forma continua o bien sólo cuando haya interrupciones de suministro eléctrico. Ver Figura 7-74



Figura 7-74: Modelo tipo planta generadora de energía

Fuente (CATERPILLAR, 2016)

Por lo anterior se propone para la generación de energía una planta KAT de referencia C13 que posee las siguientes especificaciones ver Tabla 7.89

Tabla 7.89: Características técnicas planta generadora de energía

OBSERVACIÓN	CARACTERÍSTICA
Clasificación mínima	320 ekW (350 kVA)
Clasificación máxima	400 ekW (450 kVA)
Voltaje	380 a 415 voltios

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

OBSERVACIÓN	CARACTERÍSTICA
Frecuencia	50 o 60 Hz
Velocidad	1.500 o 1.800 RPM

Fuente: (CATERPILLAR, 2016)

Algunas de las ventajas que se contemplan en la planta es que tiene un diseño confiable, resistente, duradero, posee un motor diesel de ciclo de cuatro tiempos combina un rendimiento constante y una excelente economía de combustible con un peso mínimo. Adicionalmente está bajo las normas de emisiones Stage IIIA de la Unión Europea para uso fuera de carretera, normas de emisiones para uso fuera de carretera III de China

Los motores diésel suponen una inestimable contribución a la hora de alcanzar objetivos de protección medioambiental. A diferencia de los motores de gasolina, gracias a su bajo consumo de combustible producen aproximadamente un 20% menos de dióxido de carbono. Sin embargo, durante muchos años ha quedado patente que las partículas de hollín generadas por los motores diésel contribuyen a la contaminación medioambiental y son un riesgo para la salud.

Se ha descubierto que algunos de los gases peligrosos contenidos en el escape Diesel (por ejemplo, óxidos de nitrógeno, benceno, bióxido de azufre y formaldehído) pueden producir el cáncer. Según la Organización Mundial de la Salud, estas partículas son cancerígenas.

Se pueden eliminar los gases de escape de la planta eléctrica usando ventilación local de extracción. La ventilación local de extracción, debe usar tanto ventiladores de suministro como de extracción para extraer los gases de escape de la planta eléctrica Diesel donde se producen.

- Dispositivos o sistemas de control de emisiones

La planta de asfalto posee inmersas en sus sistemas filtros de manga, los cuales constan de un ducto filtrante en textil por el que ingresa la corriente de aire con material particulado producto del proceso de triturado y de la producción de asfalto. El ducto se encuentra cerrado en la parte superior de modo que el aire atraviesa las paredes del ducto teniendo de esta forma un efecto similar de colador. Las partículas quedan atrapadas en el filtro y el aire limpio sale del sistema.

Los sistemas de filtros de mangas están constituidos por compartimientos (baghouse o cuarto de sacos) en los cuales se ubican una gran cantidad de filtros. Para la limpieza de los filtros se usa un sistema de sacudido o la inyección de aire en contraflujo, procesos en el que se reintegran estos materiales al proceso productivo disminuyendo de esta forma los impactos negativos generados por la generación de material particulado PM₁₀. Debido a que no es posible realizar el mantenimiento mientras el sistema opera, es necesario para sistemas con flujo continuo, contar con compartimientos en paralelo para realizar la recirculación de material particulado.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Filtro de mangas lisas

Utiliza mangas lisas o plegadas de alta capacidad, que permite la producción de asfalto sin riesgos de contaminación ambiental. Las mangas filtran las partículas menores que el separador estático no captó, a través del paso de los gases por un textil filtrante. Ver Figura 7-75.

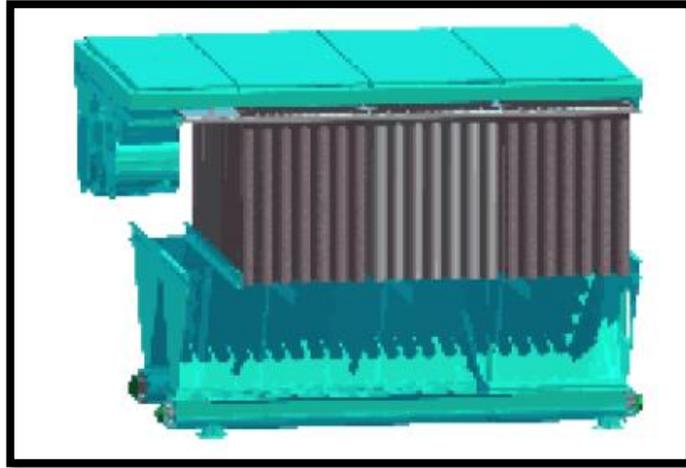


Figura 7-75: Filtro mangas lisas

Fuente (SAS, s.f.)

- Filtro de mangas plegables

Las mangas plegadas utilizan el filtrado superficial lo que le garantiza un menor riesgo de impregnación, mejor eficiencia de limpieza y aumento de su vida útil. Ver Figura 7.67.

Sus características son:

- Filtrado superficial
- Mangas lavables
- Área de filtrado 5 veces superior que en las mangas lisas
- Eficiencia total de filtrado
- Colector de finos



Figura 7-76: Filtro de mangas plegables

Fuente: (CIBER, s.f.)

- Ciclones

Su buen funcionamiento está asociado a la caída de presión del flujo de gases a través del sistema se clasifican en (Ver Figura 7-77).

- Ciclones de alta capacidad: Son capaces de capturar grandes cantidades de partículas pero no las más finas.
- Ciclones de alta eficiencia: Retienen las partículas muy finas pero capacidad es bastante reducida

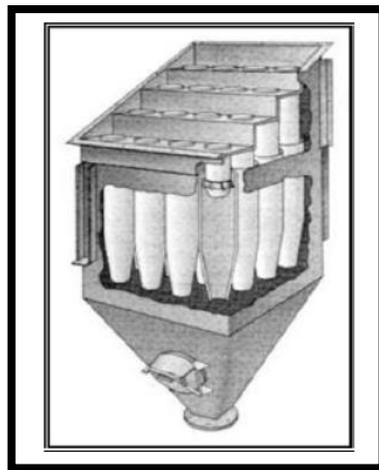


Figura 7-77 Modelo filtro ciclo

Fuente: (CIBER, s.f.)

- *Lavadores húmedos:*

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Es un sistema en el que los gases, en el momento previo a su salida a la atmósfera, son sometidos a un lavado, de forma tal que el agua atomizado recupera las partículas que flotan en los gases y las transporta hasta una piscina de decantación (piscina de lodos), donde las partículas más pesadas se decantan y el agua y las partículas menos densas fluyen.

- *Proceso de filtrado para gases y recuperación de finos está dividido en dos etapas:*

Precipitadores electrostáticos PES

Se caracterizan por su alta eficiencia en la remoción de MP, especialmente cuando el volumen de los gases de emisión es alto y es necesario recuperar materiales valiosos sin modificaciones físicas. Utiliza un campo eléctrico para mover las partículas fuera de la corriente del gas y sobre las placas del colector.

Las emisiones contaminantes que contienen el MP pasa a través de un campo eléctrico donde las partículas son cargadas negativamente y atraídas por un electrodo colector con carga opuesta; por medio un sistema de golpeteo se limpia el electrodo y se recogen las partículas en una tolva localizada en la parte inferior del precipitador.

Pre colector de partículas

El pre colector de polvo retiene con alta eficiencia las partículas con tamaño hasta 75 um y las regresa de forma continua y directa al elevador de áridos calientes.

Como medidas de control se estableció:

- Plantar cortinas de árboles alrededor de la planta
- Elevar la altura de las chimeneas
- Humectación de materiales a triturar para evitar la emisión de partículas

7.6.2 Modelo de dispersión

- Modelos de dispersión aplicados

Se utilizó el modelo AERMOD, versión 15181 del 30 de junio de 2015, el cual describe la dispersión de los contaminantes mediante parametrizaciones de la emisión de las fuentes, la meteorología, el terreno, la cobertura del suelo y los receptores.

Es el modelo reglamentario en Estados Unidos para situaciones donde no hay predominio de zonas costeras e incluye los conceptos del estado del arte en modelación de contaminantes.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Es aplicable a áreas rurales y urbanas, terreno plano y complejo, emisiones superficiales y elevadas y múltiples tipos de fuentes, incluyendo puntuales, lineales, de área y de volumen (US EPA, 2004). Una innovación importante de AERMOD es la capacidad de caracterizar la capa límite planetaria (CLP) desde la superficie hasta la altura de mezcla, construyendo perfiles verticales de velocidad y dirección del viento, turbulencia, temperatura y gradiente térmico, utilizando relaciones de similitud a partir de las observaciones meteorológicas.

Para ello sólo requiere de mediciones superficiales de velocidad y dirección de viento, temperatura y nubosidad, pudiendo sustituirse ésta última por dos observaciones de temperatura a distintas alturas (observaciones in situ) o por la radiación solar. La Figura 7-78 muestra el diagrama de flujo para el procesamiento de información de un modelo de dispersión AERMOD. Esta es constituido de un módulo principal (AERMOD) y dos preprocesadores (AERMET y AERMAP).

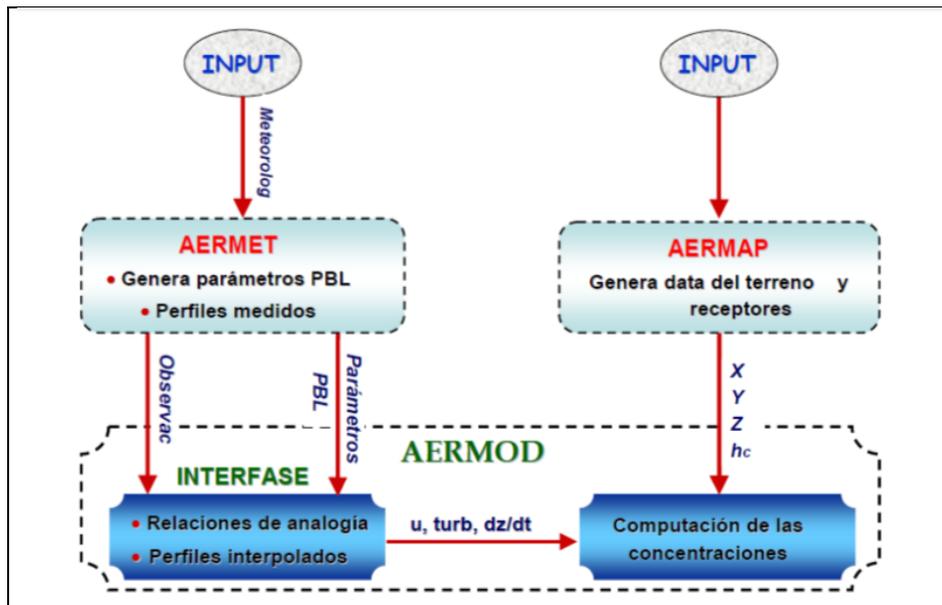


Figura 7-78 Esquema del sistema de modelación AERMOD

Fuente (Vivas, 2008)

El sistema AERMOD se compone de tres programas: el programa principal AERMOD, que se soporta en los preprocesadores AERMET y AERMAP.

AERMET genera los parámetros de la capa límite convectiva. Recibe como entrada las características del terreno (rugosidad superficial, albedo y relación de Bowen) y las observaciones meteorológicas de superficie (dirección y velocidad del viento, temperatura y nubosidad). Con ellos calcula los parámetros de la CLP: velocidad de fricción (u^*), longitud de Monin – Obukhov (L), escala de velocidad convectiva (w^*), escala de temperatura (θ^*), altura de mezclado (z_i) y flujo de calor superficial (H) y organiza los datos meteorológicos para el programa principal (USEPA, 2004).

AERMAP recibe una malla definida en un modelo digital de elevaciones (MDE) para calcular una altura que representa la influencia del terreno, conocida como escala de la altura del terreno (hc). hc se utiliza para calcular la altura aerodinámica divisoria. También calcula la altura de cada receptor sobre el nivel del mar (zr) y pasa a AERMOD las coordenadas de cada receptor, hc y zr (USEPA, 2004).

AERMOD recibe los parámetros calculados por AERMET, junto con las mediciones atmosféricas y usando relaciones de similitud interpola los perfiles verticales de velocidad del viento (u), las fluctuaciones turbulentas vertical y lateral (σ_v , σ_w), el gradiente de temperatura potencial ($d\theta/dz$) y la temperatura potencial (θ). Junto con los valores generados por AERMAP calcula las concentraciones (USEPA, 2004).

– *Datos de entrada para el modelo*

A continuación se mencionan los datos y variables que alimentan la modelación de tramo Pedregal- Catambuco.

- Inventario fuentes de emisión

En la Tabla 7.90 se presenta la información relacionada con las fuentes de emisión proyectadas durante la ejecución de las actividades de construcción del proyecto vial, donde se puede observar la presencia de plantas de proceso ubicadas en los diferentes campamentos adicional a esto encontramos las fuentes de emisiones como ladrilleras y horno crematorios el cual se encuentra en la zona del proyecto.

Tabla 7.90 Ubicación fuentes de emisión Pedregal - Catambuco

UF	CAMPAMENTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	ACTIVIDAD
4	CAMPAMENTO TANGUA	E: 965300 N: 613253	Plata de Hormigón Planta de Asfalto Planta de Triturado
5	CAMPAMENTO CEBADAL	E: 967268 N: 616101	Planta de Asfalto Planta de Hormigón Planta de Triturado
5	Fuente Fija	Horno Crematorio Jardines Cristo Rey	620671,47
5	Fuente Fija	Ladrillera	614741,21
5	Fuente Fija	Ladrillera	614821,70

Fuente: (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

A continuación se presenta el sitio donde se ubicaron las estaciones de monitoreo para el análisis y recolección de los datos de entrada necesarios para alimentar el modelo AERMOD seleccionado.

En el área de influencia las cuales son fijas, móviles y de área. (Ver anexo en GDB/cartografía/PDF/EIADCRP_IP_021)

Tabla 7.91 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire

PUNTO CALIDAD DEL AIRE	VEREDA	MUNICIPIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
			ESTE	NORTE
1	Pedregal	Imués	958439,945	608235,425
2	Cabecera Municipal	Tangua	964268,717	612785,492
3	Chávez	Tangua	966837,78	614411,568
4	El Tambor	Tangua	967320,276	616111,612
5	Catambuco	Pasto	975477,928	620217,086

Fuente: Géminis Consultores S.A.S. 2016

– *Información meteorológica*

Para seleccionar la estación más representativa se tuvo en cuenta el comportamiento de la meteorología en el área en estudio y se analizaron las estaciones de superficie con información disponible, que fue obtenida del listado del IDEAM (IDEAM, 2016). En el área de estudio se identificaron dos estaciones con información suficiente y disponible para la alimentación al AERMOD, las cuales son:

- Estación Sindagua – Climatológica principal
- Botana – Agro meteorológica
- Obonuco – Agro meteorológica

✓ **Comportamiento del viento y Relieve**

Teniendo en cuenta los registros del comportamiento del viento en las estaciones disponibles, se observa que la dirección del viento sufre un viraje, pasando desde vientos que provienen del oriente al sur del proyecto, hasta vientos predominantes del sur y suroccidente al norte del proyecto. A su vez, el relieve marca varios sectores distintos, uno hasta la primera mitad sur del EIA 2 caracterizado por accidentes

montañosos menos pronunciados, y otro desde la mitad hacia al norte localizado a lo largo del valle del Río Guáitara, factor que puede ocasionar la presencia de brisas de valle que modifican el comportamiento del viento. Lo anterior se ilustra en la Figura 7-79, que muestra las rosas de viento del IDEAM, así como representación tridimensional de relieve.

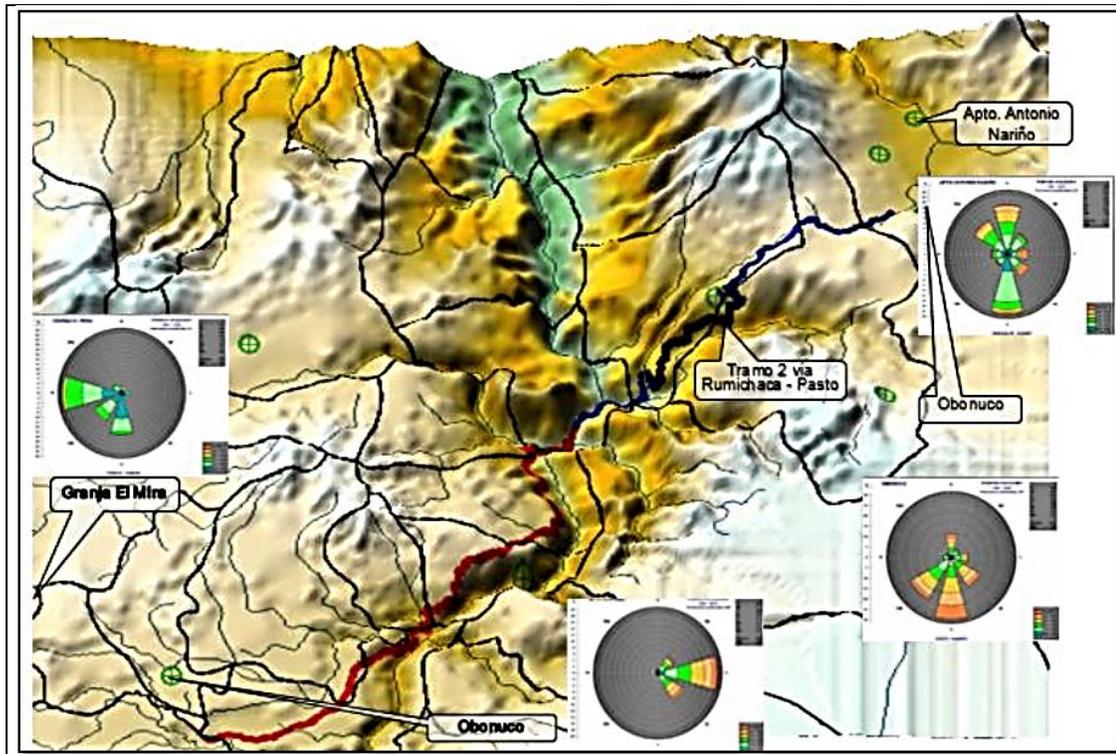


Figura 7-79 Comportamiento del viento y relieve en el área de estudio

Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Selección de la estación de la superficie

Mediante consulta ante el IDEAM, se determinó que las estaciones de Sindagua y Botana no contienen información con la periodicidad suficiente. Sin embargo, con base en el comportamiento de las variables descritas anteriormente se concluye que la estación Obonuco en el municipio de Pasto tiene representatividad suficiente para cumplir con los objetivos de la modelación.

Los datos de la estación meteorológica de superficie fueron depurados mediante el preprocesador AERMET, alimentado con un archivo de formato SAMSON (Red de Observación Superficial Meteorológica y Solar de los Estados Unidos).

Como en el área de estudio no existe una estación elevada cercana que pueda considerarse representativa en la zona simulada, por ello los parámetros de altura

			<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p>
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

fueron calculados utilizando la metodología del IDEAM especificada en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).

Se utilizó la información del período entre el 1 de enero de 2011 y el 30 de junio de 2015. La validación de los datos fue llevada a cabo por el modelo AERMET y la extrapolación se realizó de acuerdo con las especificaciones establecidas por la U. S. EPA.

Se utilizó la meteorología horaria para doce meses de la estación Obonuco. No se utilizó información meteorológica calculada por modelos de meso escala como WRF, ya que la USEPA recomienda su aplicación para escalas de modelación superiores a 50 km, la cual es superior a la utilizada en el presente proyecto.

– *Comportamiento de las variables meteorológicas*

Con los registros meteorológicos se obtuvieron los promedios mensual y horario de las variables analizadas, los cuales se presentan a continuación.

✓ Rosa de viento anual

La rosa de vientos que se muestra en la Figura 7-80 para la estación Obonuco indica un comportamiento fuertemente direccional con predominio del viento procedente del sur, con velocidades superiores a 3 m/s durante la mayor parte del tiempo. Este comportamiento se explica por la presencia de vientos alisios procedentes del sur.

Comparando esta rosa de vientos con la reportada por el IDEAM que se muestra en la Figura 7-79 para la misma estación, se observa una gran similitud, lo cual confirma la representatividad de los datos utilizados.

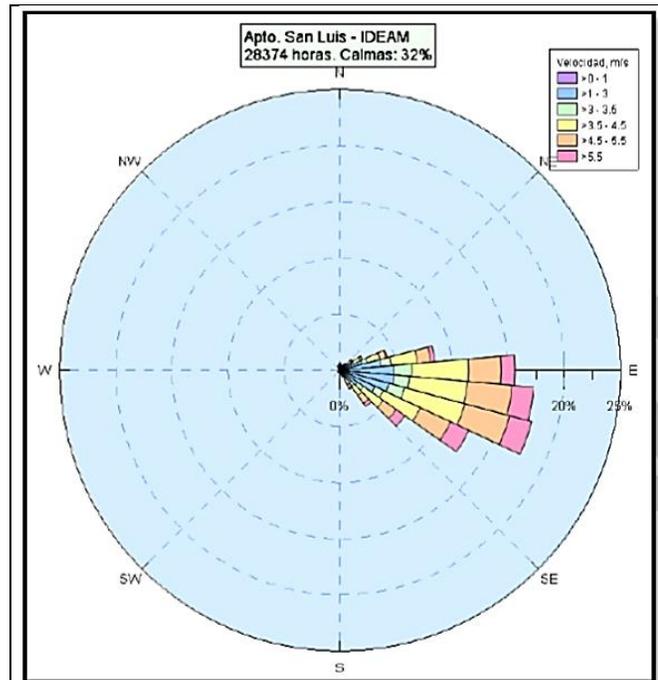
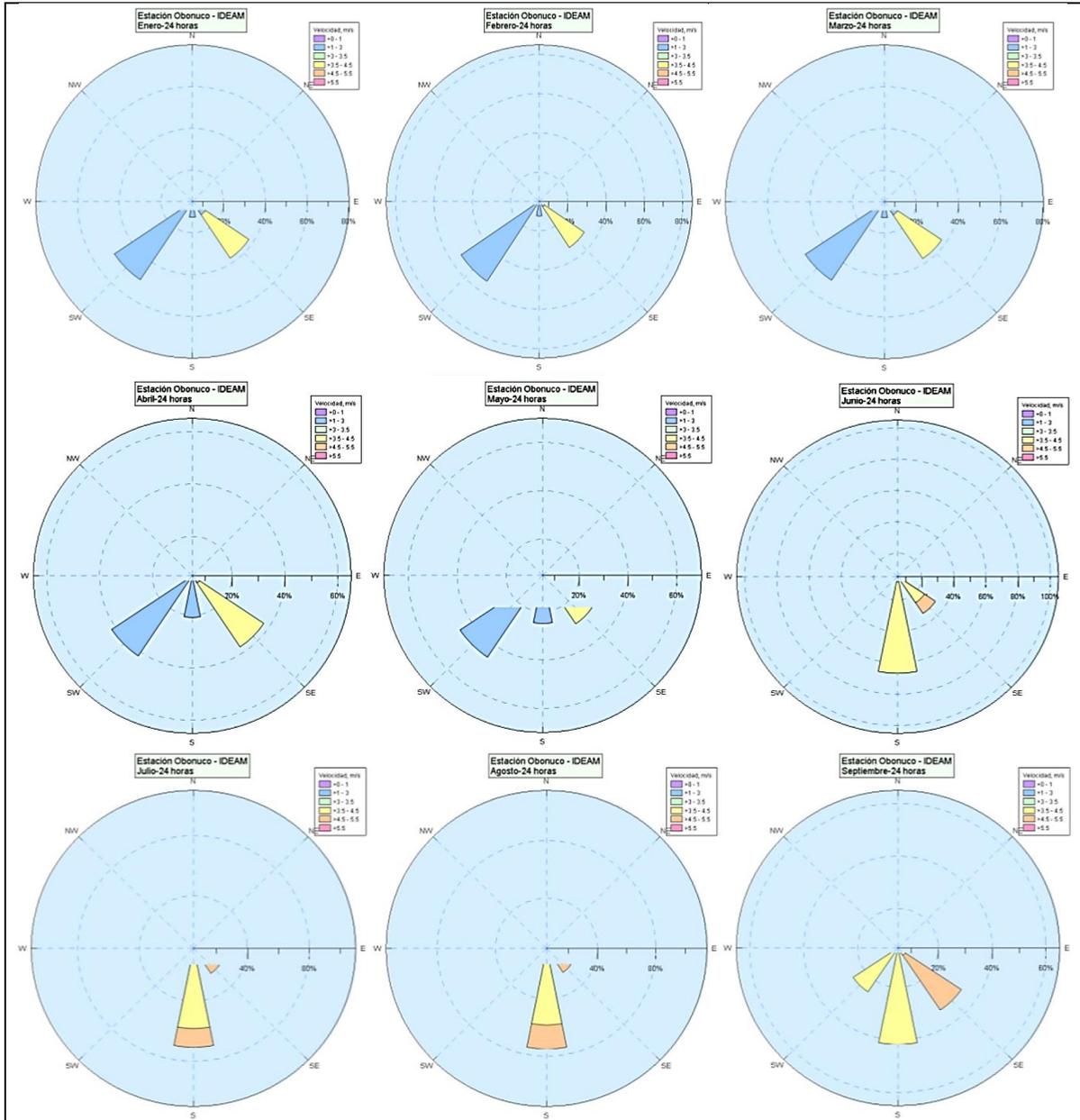


Figura 7-80 Rosa de vientos horaria, estación Obonuco del IDEAM
 Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Rosa de viento mensuales

La Figura 7-81 muestra las rosas mensuales, que se caracterizan por la misma dinámica de corrientes atmosféricas con variaciones moderadas en la velocidad del viento. Durante los meses de junio a agosto se obtienen las mayores velocidades, debido al alejamiento de la zona de confluencia intertropical (ZCIT), que es la región en la que se encuentran los vientos Alisios del norte y del sur.



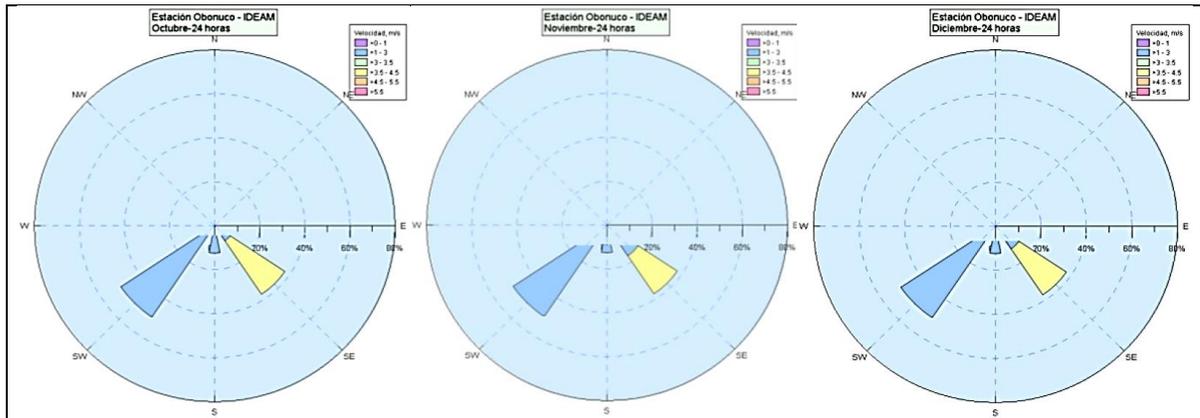


Figura 7-81 Rosa de vientos horarias para cada mes, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Dirección del viento

En la Figura 7-82 se muestra el comportamiento de la dirección del viento en función del mes y de la hora, que se caracteriza por el predominio del viento procedente del sur durante todo el año y todo el día, con una diferencia en la dirección entre octubre y abril cuando durante la noche el viento sopla desde el noroccidente. Este comportamiento se debe, como se explicó anteriormente, a la influencia marcada de los vientos alisos del sur.

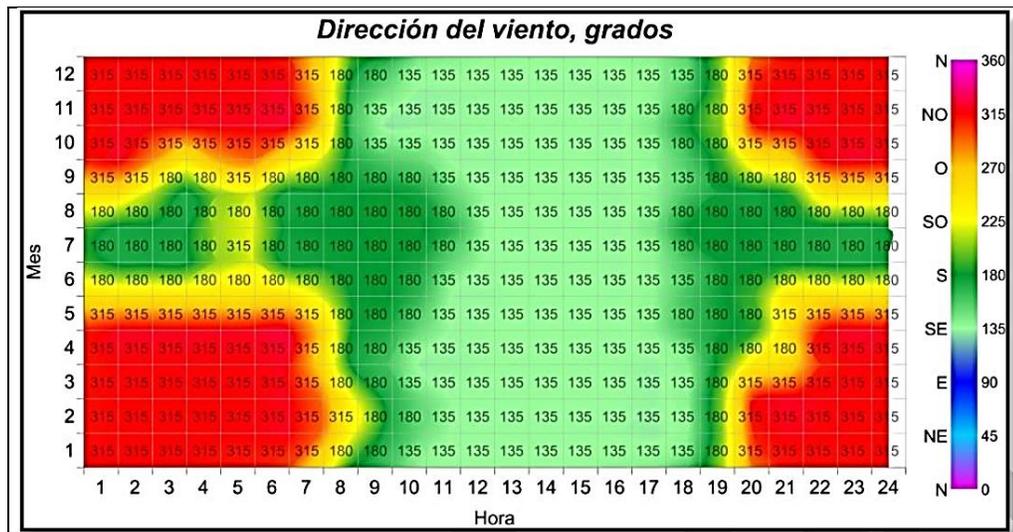


Figura 7-82 Dirección del viento, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Velocidad del viento

La Figura 7-83 muestra el comportamiento de la velocidad del viento en función del mes y de la hora. En ésta se puede observar que la mayor velocidad ocurre entre junio y septiembre cuando se alcanzan hasta 5 m/s entre las 8 am y las 4 pm, mientras que el resto del tiempo la velocidad se encuentra entre 3 y 5 m/s a excepción de noviembre y diciembre cuando la velocidad es inferior a 2 m/s.

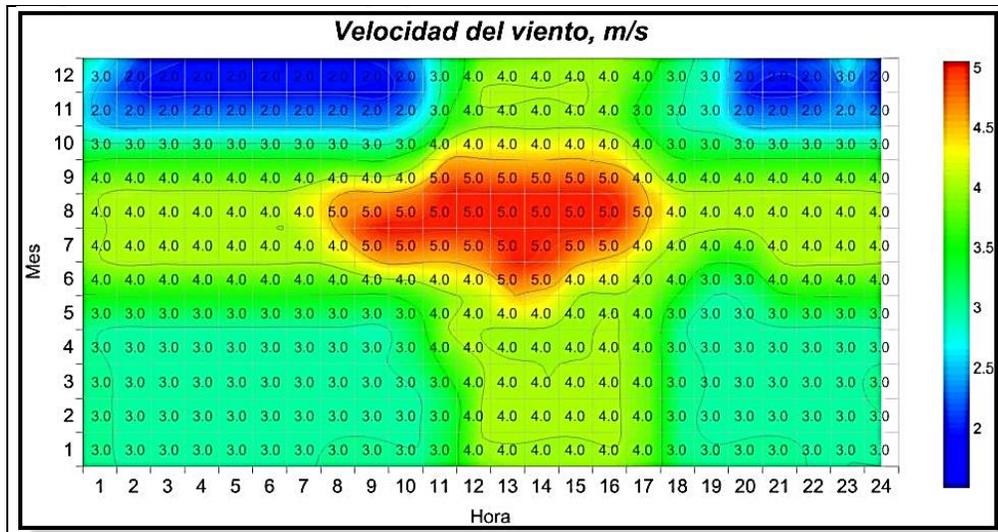


Figura 7-83 Velocidad del viento en función del mes y la hora, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ **Temperatura ambiente**

En la Figura 7-84 se muestra el comportamiento de la temperatura ambiente en función de la hora del día y del año. La temperatura horaria promedio es de 12,9°C, la mínima de 9,4°C y la máxima de 17,0°C. A lo largo del año temperatura se mantiene estable, con diferencia de 1,2°C entre el mes más frío (agosto) y el más caluroso (mayo), lo que se explica por la situación intertropical.

Las mayores temperaturas se registran entre las 12 del día y las 3 de la tarde, hora a partir de la cual comienza a descender hasta las 6 am para luego aumentar nuevamente con el incremento de la radiación solar.

Las temperaturas altas a mediodía favorecen las corrientes ascendentes de aire y con ello la dispersión de los contaminantes, mientras que de noche se presenta el fenómeno contrario, que contribuye a aumentar la concentración de contaminantes.

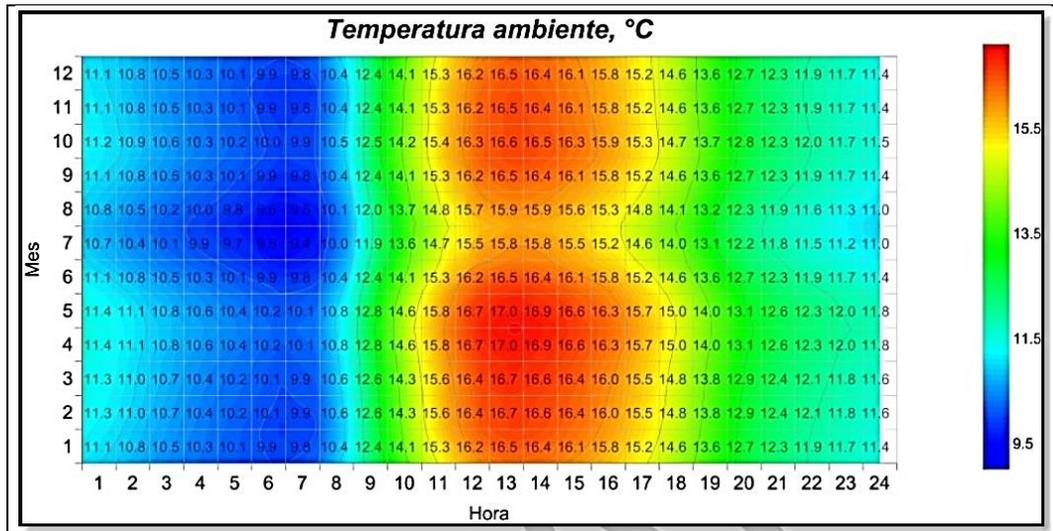


Figura 7-84 Temperatura ambiente, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Nubosidad

En la Figura 7-85 se representa el comportamiento de la nubosidad, que en todo momento corresponde a cielo parcialmente nublado y oscila entre 3 y 8 octas. La menor nubosidad ocurre entre las 5 am y las 12 m, hora a partir de la cual comienza a aumentar hasta la medianoche. Los meses de mayor nubosidad son junio y julio.

Esta nubosidad está relacionada con la precipitación, que se encuentra determinada por el carácter montañoso de la zona, el cual produce la condensación de la humedad procedente del frente amazónico.

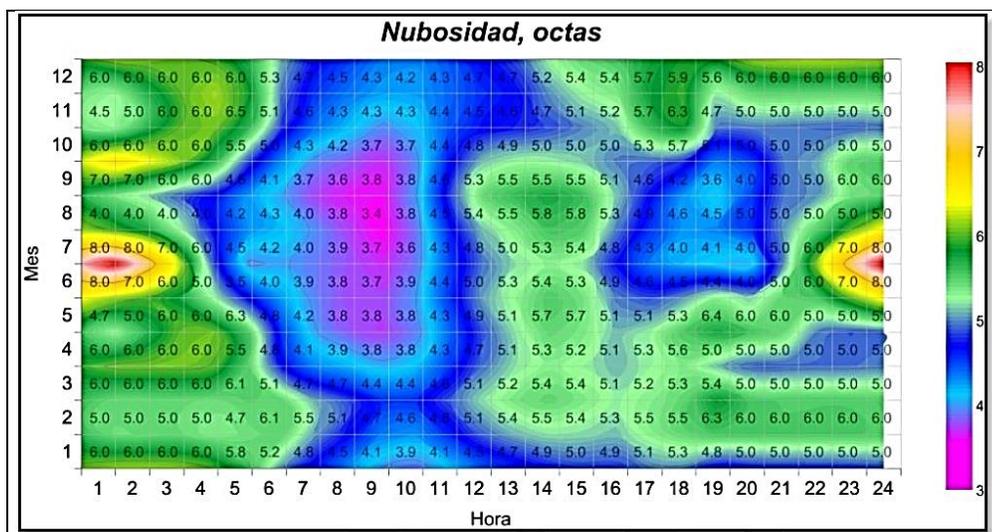


Figura 7-85 Nubosidad, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Humedad relativa

La Figura 7-86 muestra el comportamiento de la humedad relativa. En ésta se evidencia que la humedad se mantiene aproximadamente constante a lo largo del año, variando en 6% al mediodía desde el período de máxima humedad que ocurre en marzo y abril, hasta el de mínima entre julio y septiembre.

En el transcurso del día la humedad varía significativamente, pasando de 57%-62% a mediodía hasta 97% a las 7 am. La mayor humedad durante la noche se manifiesta en el descenso de la capa de mezcla y con ello el aumento de la contaminación durante este período del día.

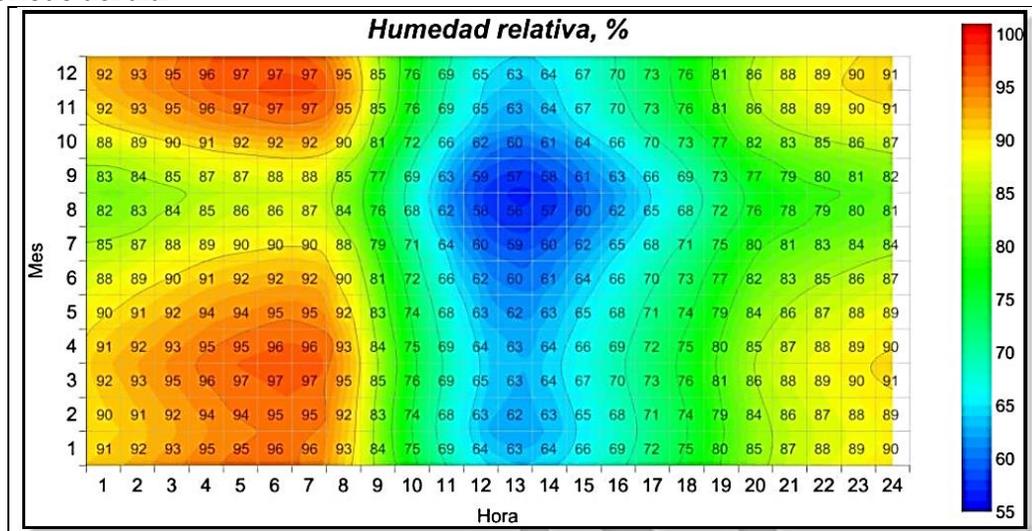


Figura 7-86 Humedad relativa, estación Obonuco del IDEAM
Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Altura de la mezcla

La altura de mezcla se puede interpretar como el espacio vertical disponible que tienen los contaminantes para dispersarse. A mayor altura de mezcla se presenta menor contaminación. La altura de mezcla fue calculada con el procedimiento incluido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).

La Figura 7-87 muestra el promedio horario de la altura de mezcla. Durante la noche ocurre la menor altura de mezcla, cercana a 200 debido a la ausencia de radiación solar y por la circulación del viento, pero a partir de las 5 horas aumenta paulatinamente con la velocidad del viento. Desde las 7 am aumenta con mayor rapidez debido a la incidencia de la radiación solar.

A partir de las 9 am se reduce la contribución de la altura mecánica asociada a la velocidad del viento, mientras que dominan los procesos convectivos promovidos por la

radiación solar, hasta alcanzar su máximo a las 5 pm llegando a casi 1000 metros, momento a partir del cual se reduce bruscamente con el ocaso, para alcanzar la altura cercana a 0 ocurrida durante la noche.

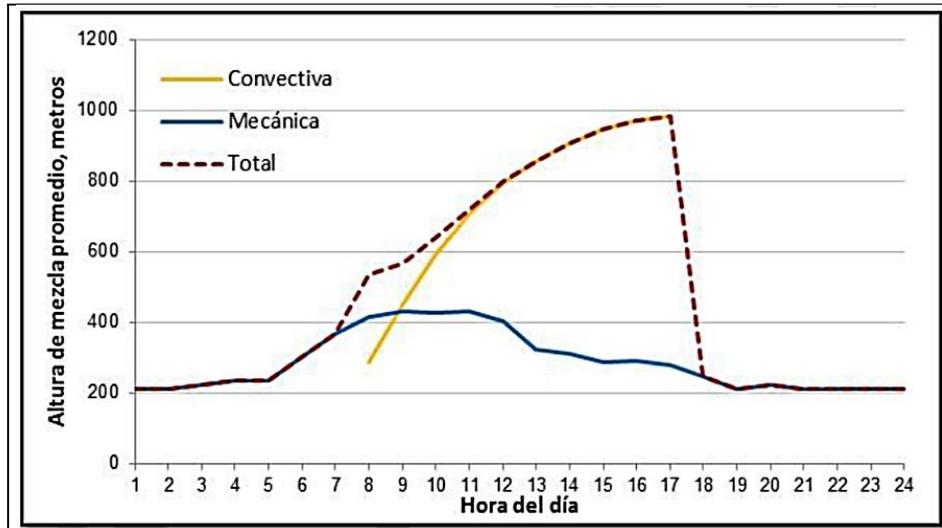


Figura 7-87 Altura de mezcla calculada

Fuente (IDEAM, 2015)

✓ Estabilidad atmosférica

Indica el grado de turbulencia del aire. Una atmósfera inestable favorece la mezcla de los contaminantes. La siguiente es la categoría de estabilidad según Pasquill - Gifford:

- A: Condiciones muy inestables
- B: Condiciones moderadamente inestables
- C: Condiciones ligeramente inestables
- D: Condiciones neutras
- E: Condiciones ligeramente estables
- F: Condiciones moderadamente estables

Este parámetro fue calculado como se indica en el anexo 7.6.2. Según los resultados que se muestran en la Figura 7-88, Durante el día predominan las condiciones neutras, mientras que en la noche la mayor frecuencia ocurre para condiciones moderadamente estables. Este comportamiento se traduce en mayor dificultad para la dispersión de los contaminantes.

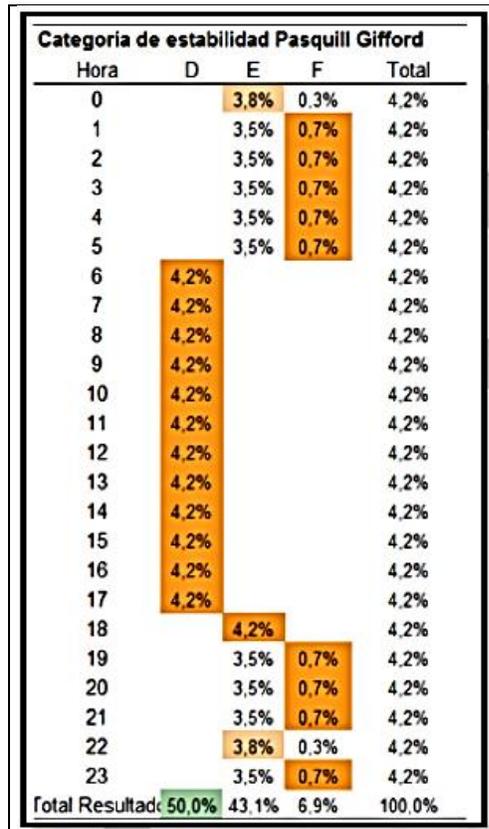


Figura 7-88 Comportamiento de la estabilidad atmosférica con la hora
 Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

La Figura 7-89 muestra que la estabilidad atmosférica se comporta de manera uniforme a lo largo del año, siendo levemente más estable en los meses de diciembre y enero.

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
0	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	E	E
1	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
2	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
3	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
4	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
5	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
6	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
9	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
11	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
13	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
14	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
15	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
16	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
17	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
18	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
19	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
20	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
21	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E
22	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	E	E
23	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	E

Figura 7-89 Estabilidad atmosférica promedio en función del mes y la hora

Fuente

– *Características estaciones*

Mediante consulta ante el IDEAM, se determinó que las estaciones Sindagua y Botana no contienen información con la periodicidad suficiente. Sin embargo, con base en el comportamiento de las variables descritas anteriormente se concluye que la estación Obonuco en el municipio de Pasto tiene representatividad suficiente para cumplir con los objetivos de la modelación. Con base en la información disponible, se obtuvieron los promedios horarios y mensuales de dicha estación.

Los datos de la estación meteorológica de superficie fueron depurados mediante el preprocesador AERMET, alimentado con un archivo de formato SAMSON (Red de Observación Superficial Meteorológica y Solar de los Estados Unidos)

✓ Estación Elevada

Como se observa en la cerca del área en estudio no existe estación elevada que pueda considerarse representativa de la zona simulada. Por ello los parámetros de altura

fueron calculados utilizando la metodología del IDEAM especificada en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).



Figura 7-90 Localización de las estaciones elevadas disponibles
Fuente **Imagen Satelital información del NOAA**

○ **Periodo de datos utilizados**

Se utilizó la información del período entre el 1 de enero de 2011 y el 30 de junio de 2015. La validación de los datos fue llevada a cabo por el modelo AERMET y la extrapolación se realizó de acuerdo con las especificaciones establecidas por la U. S. EPA.

Se utilizó la meteorología horaria para doce meses de información de la estación Obonuco. No se utilizó información meteorológica calculada por modelos de meso escala como WRF, ya que la USEPA recomienda su aplicación para escalas de

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

modelación superiores a 50 km, la cual es superior a la utilizada en el presente proyecto.

- Topografía

La zona donde se encuentra el proyecto, se caracteriza por la presencia de formaciones montañosas que modifican el flujo del aire y con ello la dispersión de los contaminantes. El modelo AERMOD tiene en cuenta este efecto y con tal fin las elevaciones se introducen mediante un archivo que contiene, para cada punto de la malla de receptores, la elevación del terreno y la escala de la altura del terreno, hc, es decir, la mayor altura del punto dentro de la zona de interés para el cual la pendiente con respecto al receptor supera el 10%.

Este archivo es generado por el programa AERMAP, el cual lee los archivos topográficos producidos por el “Compendio Geológico de los Estados Unidos”. Sin embargo, en Colombia no se generan archivos con estos formatos por lo que fue necesario convertir los archivos disponibles en Colombia al formato adecuado.

Las elevaciones del terreno se obtuvieron de sondeos satelitales con resolución de tres arco segundos (90 metros), suministrados por el IGAC, procedentes de la misión de la sonda espacial Endeavour en febrero de 2000.

Esta información fue convertida a un modelo digital de elevaciones (DEM) y alimentada al programa AERMAP. La Figura 14 muestra una representación tridimensional de la información consignada en el archivo, mientras que la Figura 15 muestra un detalle de la topografía del proyecto.

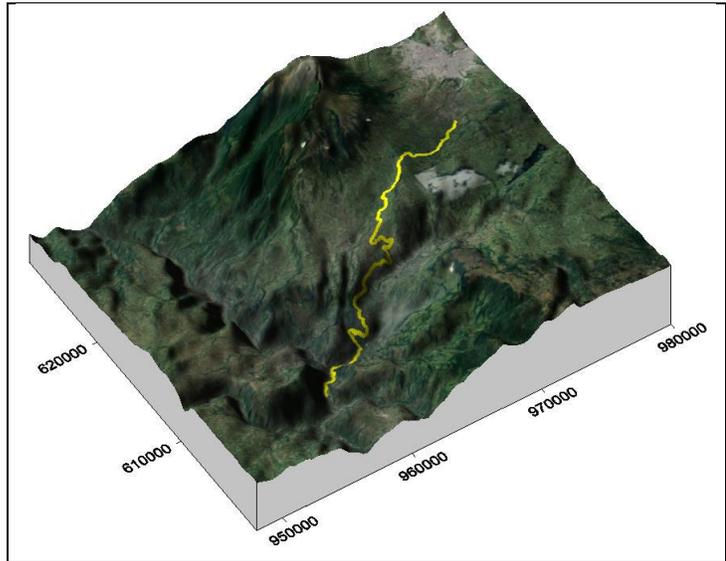


Figura 7-91 Representación tridimensional de las elevaciones del terreno.
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

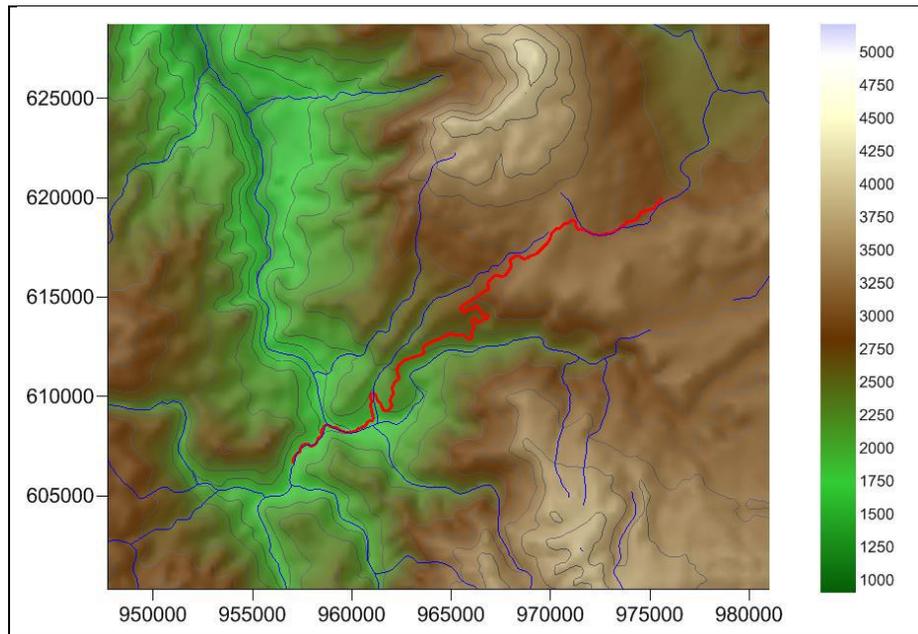


Figura 7-92 Diagrama de contornos de las elevaciones del terreno
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

○ **Parámetros De Superficie**

Las características de la superficie del terreno inciden en la dispersión de los contaminantes. Su alimentación al modelo se realizó dividiendo la vía en varios tramos que fueron sectorizados en 12 sectores divisiones de 30 grados, abarcando una distancia de tres kilómetros a la redonda como se muestra en la figura 16 y 17. Se

alimentaron al modelo los valores de albedo, rugosidad superficial y relación de Bowen promediados para cada sector.

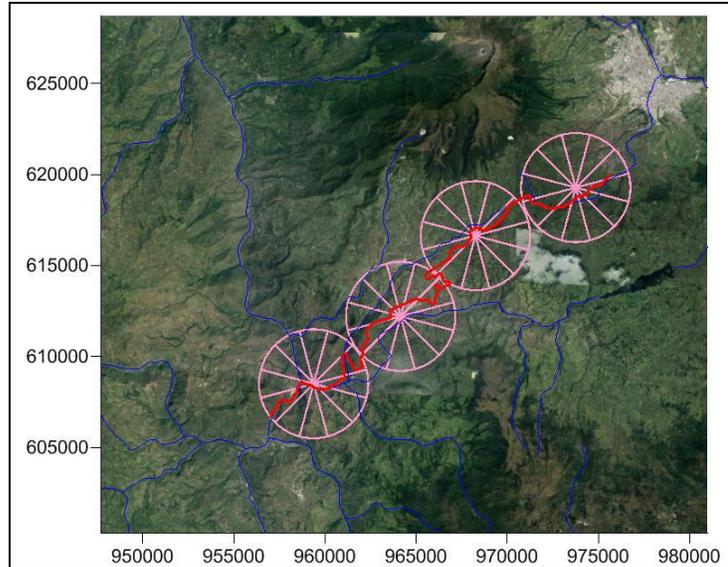


Figura 7-93 Sectorización de la vía para determinar parámetros superficiales.
Fuente (ASOAM, 2016)

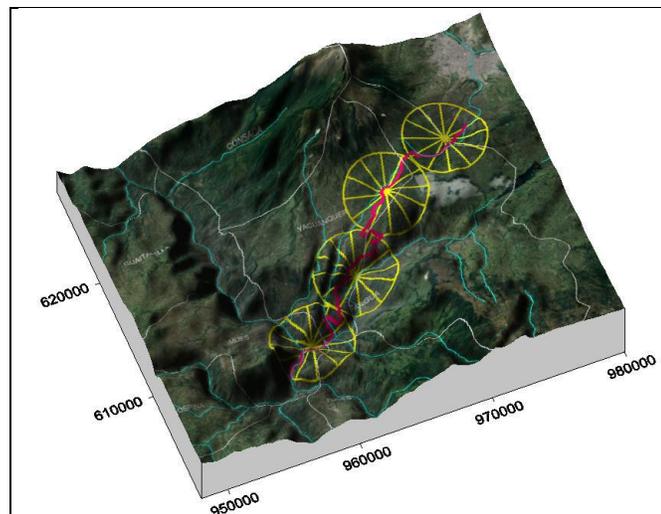


Figura 7-94 Modelo Vista de Perspectiva
Fuente (ASOAM, 2016)

○ Albedo

El albedo es una medida de la cantidad de la radiación reflejada por la superficie terrestre. Alcanza valores desde 0,1 para bosques espesos hasta 0,9 para nieve fresca. Depende de la hora del día, la nubosidad y la superficie del terreno.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

El tipo de terreno predominante para el albedo es el correspondiente zona con vegetación y cultivos, también se encuentra zona urbana.

- Rugosidad Superficial

La longitud de rugosidad superficial está relacionada con la altura de los obstáculos al paso del viento y en principio es la altura a la cual la velocidad del viento es cero. Se determinó la rugosidad superficial para cada sector y se alimentó el promedio

- Relación de Bowen

Este valor es un indicador de la humedad superficial del terreno y se define como la relación de calor sensible (el que se utiliza para calentar el aire) y el calor latente (el invertido en evaporar el agua). Para su tabulación se utilizaron valores de la US EPA₁, teniendo en cuenta el tipo de superficie de cada sector, las estaciones de invierno y verano y la precipitación mensual. Los sectores se clasificaron como zona con vegetación y zona urbana, en concordancia con las características del área.

- Edificios

El modelo AERMOD calcula el efecto de los edificios para fuentes puntuales, cuando la altura de las chimeneas es superior a 2,5 veces la altura de las edificaciones cercanas. Para ello se utilizó el pre procesador BPIPRM, alimentado con las construcciones del sector obtenidas de la fotografía satelital.

- Población afectada

En el anexo en GDB/cartografía/PDF/EIADCRP_IP_002 se puede evidenciar las fuentes fijas de emisión que estarán presentes en el proyecto así como los centros poblados más densos en el área de influencia.

- Calidad de aire

Para la determinación de la calidad de aire en el área de estudio se llevaron a cabo monitoreos, donde se determinaron los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos de Partículas menores a 10 micras (PM10), Óxidos de Azufre (Sox), Óxidos de Nitrógeno (Nox) y Monóxido de Carbono (CO). Los resultados obtenidos nos permiten conocer las condiciones y características actuales de calidad del aire y las principales fuentes de emisión que aportan contaminantes a la atmósfera.

Los monitoreos de PM10 fueron obtenidos a partir de equipos de alto volumen para Material Particulado (Hi-Vol) mediante el método de análisis Gravimétrico y los resultados de Nox y Sox fueron obtenidos a partir de equipos RAC tres gases con método de análisis espectrofotométrico.

Con base en la normatividad vigente y de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la calidad del aire, se instalaran cinco estaciones de monitoreo de material particulado y de gases, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

-Instalación de campamentos industriales donde se establecerá la planta de asfalto y la planta de triturado.

-Los Centros poblados (catalogados como potenciales receptores) que por el desarrollo de las actividades del proyecto puedan verse afectados.

Los parámetros evaluados de acuerdo con el Protocolo de Seguimiento y Monitoreo de Calidad de Aire. En la Tabla 7.92 se describe las características generales de los parámetros evaluados en el monitoreo de calidad de aire.

Tabla 7.92 Características generales de los parámetros evaluados.

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FUENTES	EFECTOS	VARIOS
Material Particulado	Cualquier material sólido o líquido dividido finamente diferente al agua no combinada, según medición por los métodos federales de referencia (40 CFR 53	Hornos, trituradoras, molinos, afiladores, estufas, calcinadores, calderas, incineradores, cintas transportadoras, acabados textiles, mezcladores y tolvas, cubilotes, equipo procesador, cabinas de aspersión, digestores, incendios forestales, entre otros.	Efectos en la respiración y el sistema respiratorio, agravamiento de afecciones respiratorias y cardiovasculares ya existentes, daños en el tejido pulmonar, carcinogénesis y mortalidad prematura.	Ejemplos: Polvo, humo, gotitas de petróleo, berilio asbesto
Monóxido de Carbono	Gas incoloro, inodoro, venenoso, más ligero que el aire, producido por la combustión incompleta del carbón presente en los combustibles.	Fuentes estacionarias y móviles que queman combustibles (motores de combustión interna, principalmente motores a gasolina). Es producido en cantidades mucho menores en fuentes domésticas, gases volcánicos, gases emanados de los pantanos, minas de carbón, las tormentas eléctricas, la foto disociación del CO2 en la atmósfera superior, incendios y animales acuáticos y terrestres, entre	Pueden ser mortales en corto tiempo en áreas cerradas. Reacciona con la hemoglobina de la sangre, evitando la transferencia de oxígeno.	Se encuentra en la atmósfera en concentraciones promedio de 0,1 ppm

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FUENTES	EFECTOS	VARIOS
Óxidos de Nitrógeno	<p>Se identifican seis tipos de óxidos de nitrógeno: NO, NO2, N2O, N2O3, N2O4, N2O5. A Nivel de contaminación del aire se hace referencia solo a NO y NO2 (Gases incoloros) y se expresan típicamente como Nox.</p>	<p>otras. Producidos al quemar combustible a temperaturas muy altas a partir del nitrógeno del aire. También son producidos a partir de nitrógeno del carbón y los aceites pesados: grandes generadores de energía eléctrica, grandes calderas industriales, motores de combustión interna, plantas de ácido nítrico.</p>	<p>Visibilidad reducida, irritación de la nariz y los ojos, edema pulmonar, bronquitis y neumonía; reaccionan con los VOCs bajo la influencia de la luz para formar Ozono. Los óxidos de Nitrógeno son importantes contribuyentes potenciales de fenómenos nocivos como la lluvia ácida y la eutroficación en las zonas costeras.</p>	<p>Concentraciones excesivas de NO y NO2 en la baja atmósfera ocasionan un color parduzco debido a la absorción de la luz en la franja azul-verde del espectro.</p>
Óxidos de Azufre	<p>Acre, corrosivo, gases tóxicos cuando se quema combustible que contiene azufre.</p>	<p>Artículos eléctricos, calderas industriales, fundiciones de cobre, refinerías de petróleo, fuentes de automóviles, calentadores residenciales y comerciales.</p>	<p>Dificultad para respirar cuando se disuelven en la nariz y en las vías superiores; tos crónica y secreción en las mucosas. Contribuye a la lluvia ácida y a fenómenos de visibilidad disminuida (de acuerdo con su concentración).</p>	<p>Los óxidos de azufre (SOX), generalmente se forman por la combustión de sustancias que contienen azufre (carbón y aceite), particularmente durante la fabricación del acero. Es percibido por el olfato en concentraciones desde 3 ppm (0,003%) a 5 ppm (0.005%). Cuando se encuentra en niveles de 1 a 10 ppm induce al aumento de la frecuencia respiratoria y el pulso sanguíneo.</p>

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			<div style="text-align: center;">Versión 10</div> <div style="text-align: right;">Julio de 2017</div>

Fuente: Resolución 2154 Protocolo para el Seguimiento y Monitoreo de la Calidad del Aire.

Los monitoreos de calidad de aire para el sector Pedregal – Catambuco se realizaron mediante la ubicación de cinco estaciones en la zona de influencia del proyecto por un periodo de 18 días continuos las 24 horas del día.

Durante este tiempo se evaluaron los parámetros de PM10, Dióxidos de nitrógeno y Dióxidos de azufre. La ubicación de las estaciones de monitoreo establecidas para el proyecto se pueden observar en la Tabla 7.93, donde se especifica el nombre con el cual se identifica la vereda y el municipio al que pertenece y las respectivas coordenadas; así mismo se muestra la localización general de los puntos de las estaciones en el área de estudio. (Ver Figura 7-95).

Tabla 7.93 Localización estaciones de monitoreo de calidad de aire, tramo Pedregal – Catambuco

SECTOR	PUNTO CALIDAD DEL AIRE	VEREDA	MUNICIPIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE	
				ESTE	ESTE
Pedregal – Catambuco	6	Pedregal	Imués	958439,945	608235,425
	7	Cabecera Municipal	Tangua	964268,717	612785,492
	8	Chávez	Tangua	966837,780	614411,568
	9	El Tambor	Tangua	967320,276	616111,612
	10	Catambuco	Pasto	975477,928	620217,086

Fuente: (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

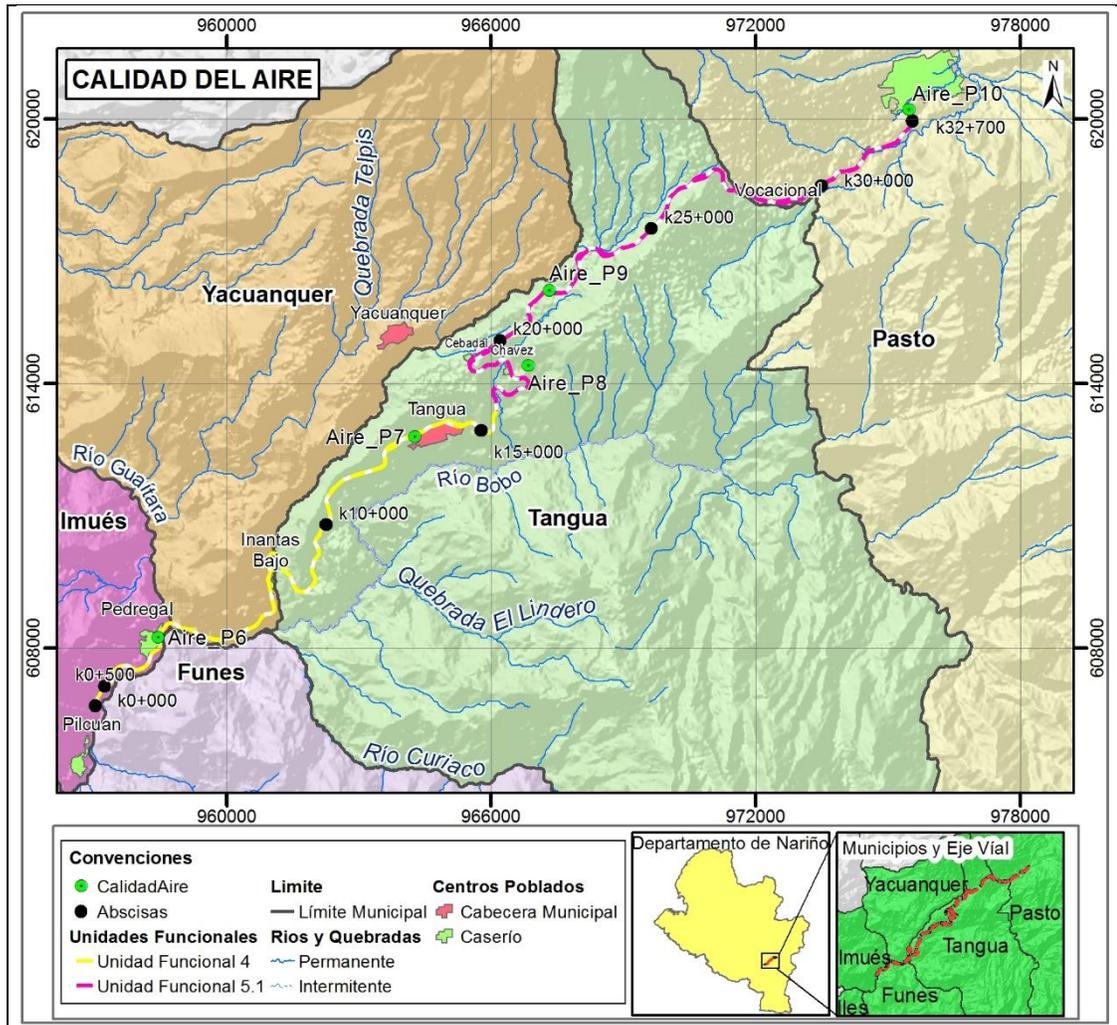


Figura 7-95 Puntos de monitoreo calidad de aire, Tramo Pedregal – Catambuco

Fuente (Géminis Consultores Ambientales, 2016)

A continuación se relacionan los resultados de las concentraciones de calidad de aire (PM10, Sox y Nox) obtenidas para cada uno de los contaminantes evaluados.

– *Resultados Monitoreo*

Se muestran los resultados diario del análisis de laboratorio (PM10) para las cinco (5) estaciones de monitoreo. Se puede observar que los valores máximos obtenidos, se hallan por debajo del límite máximo establecido por la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Comisariado Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

Tabla 7.94 Resultados laboratorios Proyecto vial Rumichaca – Pasto, tramo Pedregal – Catambuco

PARAMETRO	FECHA	PUNTO 6	PUNTO 7	PUNTO 8	PUNTO 9	PUNTO 10
		µG/M3	µG/M3	µG/M3	µG/M3	µG/M3
PM10	Máximo	27,26	27,13	22,99	18,56	87,54
	Mínimo	2,15	4	2,37	0,92	9,93
	Promedio	10,22	13,17	9,7	7,34	40,73
	Rango	25,11	23,13	20,62	17,64	77,61
SOX	Máximo	16,72	20,65	15,68	17,11	30,22
	Mínimo	2,96	2,21	2,98	2,98	2,99
	Promedio	7,83	8,85	7,33	6,53	9,87
	Rango	13,76	18,44	12,7	14,13	27,23
NOx	Máximo	2,61	15,91	2,18	4,30	4,29
	Mínimo	1,94	1,97	1,94	2,00	1,98
	Promedio	2,09	2,95	2,03	2,29	2,45
	Máximo	2,61	15,91	2,18	4,30	4,29
CO	Máximo	1,54	1,46	1,67	1,69	1,68
	Mínimo	0,6	0,62	0,59	0,59	0,58
	Promedio	0,95	1	1,3	1,01	1,17
	Rango	0,94	0,84	1,08	1,1	1,1

Fuente: (ASOAM, 2016)

- Concentraciones máximas de material particulado

En la Figura 7-96 se presentan los datos individuales por día, obtenidos en cada una de las cinco (5) estaciones para PM10. De acuerdo a esta información podemos observar que las estaciones no sobrepasaron el límite normativo diario de (100 µg/m3).

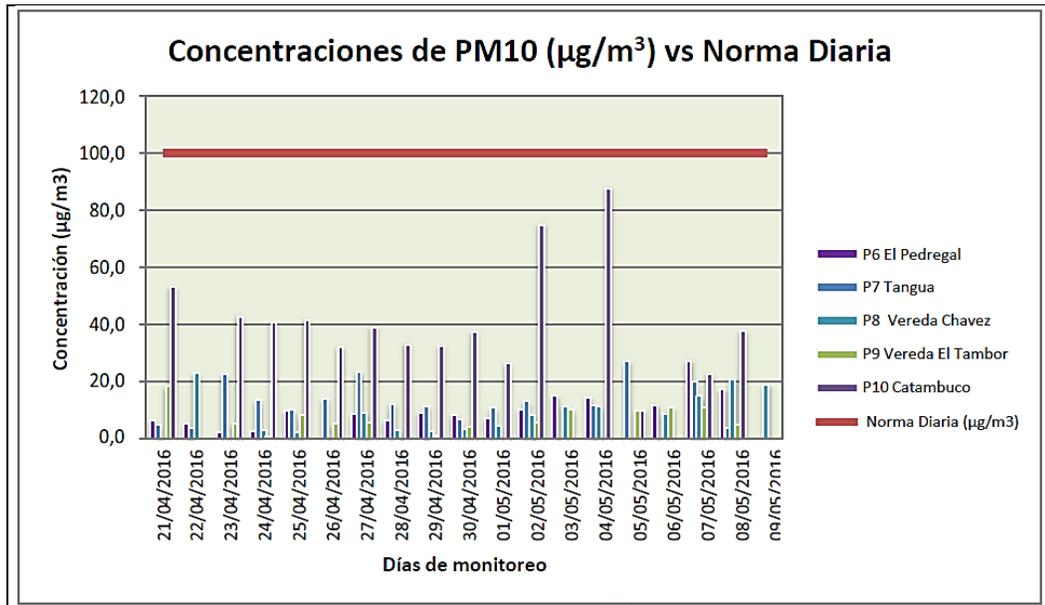
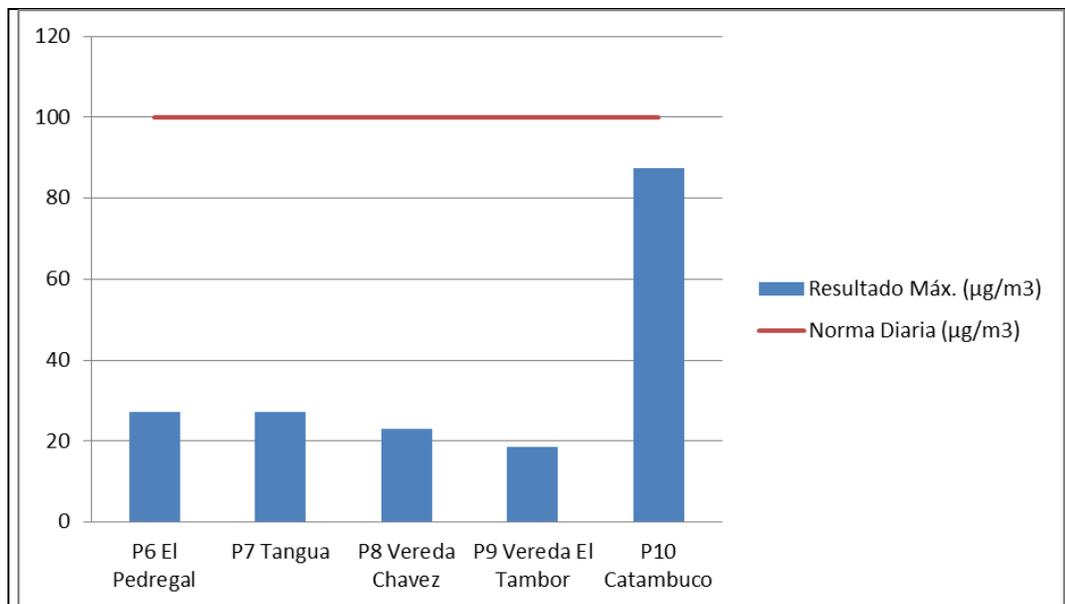


Figura 7-96 Datos de calidad de aire para PM10 vs Resolución 610 de 2010

Fuente (ASOAM, 2016)

En la Figura 7-97 se presentan los valores máximos de las concentraciones de Partículas menores a 10 micras (PM10) obtenidos para cada uno de las estaciones y la comparación con la norma (Resolución 610 de 2010); según el análisis de los datos se observa que la mayor concentración se presentó en la estación P10 Catambuco con un valor máximo de 87,54 µg/m³, mientras que la menor concentración se registró para la estación P9 El Tambor con un valor mínimo de 18,56 µg/m³.



 Agencia Nacional de Infraestructura	 Comisariado Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Figura 7-97 Concentraciones máximas de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vs Norma Diaria (Res. 610 de 2010)

Fuente: (ASOAM, 2016)

Las concentraciones de partículas menores a 10 micras (PM10) para las cinco (5) estaciones de monitoreo ubicadas en el tramo Pedregal – Catambuco, se encuentran por debajo de los valores de referencia establecidos en la Resolución 610 de 2010 para tiempo de exposición diaria ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las partículas en suspensión abarcan un amplio espectro de sustancias orgánicas o inorgánicas, dispersas en el aire, pueden proceder de fuentes naturales y artificiales (ladrilleras artesanales, vehículos, horno crematorio, etc). La combustión de carburantes fósiles generada por el tráfico (vehículos pesados y livianos) es una de las principales fuentes de contaminación por partículas a lo largo del corredor vial y área de influencia, puede producir diversos tipos de partículas: partículas grandes, por la liberación de materiales inquemados (cenizas volátiles), partículas finas, formadas por la condensación de materiales vaporizados durante la combustión, y partículas secundarias, mediante reacciones atmosféricas de contaminantes desprendidos como gases. En relación con sus efectos sobre la salud se suelen distinguir; las PM10 (partículas “torácicas” menores de $10 \mu\text{m}$ que pueden penetrar hasta las vías respiratorias).

- Aportes de contaminación

Los aportes de contaminación atmosférico se contemplan en la siguiente tabla entre ellos se encuentran las planta de procesos que estarán ubicadas en los campamentos propuestos como lo son Cebadal y Tangua.

Tabla 7.95 Registros de entrada plantas triturado.

DESCRIPCION OPERACIÓN	CAMPAMENTOS				
	31+100	PICAPIEDRA	MIKEL	TANGUA	CEBADAL
Equipo de combustión	ver anexo 4				
Sistema de salida de gases	múltiple de escape seco • conexiones flexibles de acero inoxidable con conexión de boquilla dividida • salida de brida del escape	múltiple de escape seco • conexiones flexibles de acero inoxidable con conexión de boquilla dividida • salida de brida del escape	múltiple de escape seco • conexiones flexibles de acero inoxidable con conexión de boquilla dividida • salida de brida del escape	múltiple de escape seco • conexiones flexibles de acero inoxidable con conexión de boquilla dividida • salida de brida del escape	múltiple de escape seco • conexiones flexibles de acero inoxidable con conexión de boquilla dividida • salida de brida del escape
Combustible empleado	diesel	diesel	diesel	diesel	diesel
Consumo de combustible (kg/hr)y/o (g.p.m)	69120 gal/mes				
Flujo másico (kg/hr) gas de combustión	No se reporta				
Tiempo de operación	24 horas 7 días a la semana	25 horas 7 días a la semana	26 horas 7 días a la semana	27 horas 7 días a la semana	28 horas 7 días a la semana
Producción (kg/hr)/(m ³ /hr)	73-109 TPH				
%perdida estimada por finos	7%	7%	7%	7%	7%
Potencia, (BHP) y/o (HP)	15 HP				

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernador Víctor Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	
			CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10 Julio de 2017

	CAMPAMENTOS									
	31+100		PICAPIEDRA		MIKEL		TANGUA		CEBADAL	
Equipo										
Altura de la chimenea (Cono)	8m									
Temperatura promedio de salida de gases de chimenea	No aplica									
Caudal de gases de salida (m ³ /hr)	8575,9 m ³ /h									
Velocidad de gases de chimenea	6,19m/s									
Diámetro chimenea	0,7 m									
Coordenadas punto de emisión	600153,471		604370,648		606173,169		965376,984		967202,153	
Emissiones	956663,927		954904,158		957180,973		613320,069		615913,948	
Material particulado	0,972 kg/h									
NOx	0,14kg/h									
SO ₂	0,165kg/h									
PM10*	0,018 kg/h									

Tabla 7.96 Registros de entrada plantas asfalteras.

DESCRIPCION OPERACIÓN	PEAJE 11+200	SAN JUAN	31+100	PICAPIEDRA	MIKEL	TANGUA	CEBADAL
Equipo de combustión	40 Mbtu						
Sistema de salida de gases	ventilador						
Combustible empleado	Diesel y Fuel Oil						
Consumo de combustible (kg/hr)/y/o (g.p.m)	6 gal/h						
Flujo másico (kg/hr) gas de combustión	No se reporta						
Tiempo de operación	11 horas 7 días a la semana						
Producción de asfalto (kg/hr)/(m ³ /hr)	146 TPH	147 TPH	148 TPH	149 TPH	150 TPH	151 TPH	152 TPH
Potencia, (BHP) y/o (HP)	1800000 BTU/h						

	CAMPAMENTOS													
	PEAJE 11+200		SAN JUAN		31+100		PICAPIEDRA		MIKEL		TANGUA		CEBADAL	
Equipo														
Altura de la chimenea	17,5m		17,5m		17,5m		17,5m		17,5m		17,5m		17,5m	
Temperatura promedio de salida de gases de chimenea	110°C		110°C		110°C		110°C		110°C		110°C		110°C	
Caudal de gases de salida (m ³ /hr)	24,5 m ³ /min		24,5 m ³ /min		24,5 m ³ /min		24,5 m ³ /min							
Velocidad de gases de chimenea	6,2 m/s		6,2 m/s		6,2 m/s		6,2 m/s		6,2 m/s		6,2 m/s		6,2 m/s	
Diámetro chimenea	0,310/0,40 m (rectangular)		0,310/0,40 m		0,310/0,40 m		0,310/0,40 m							
Coordenadas punto de emisión	586267,806		943819,788		590846,528		948345,161		600228,612		956133,8		604504,112	
Emissiones	954920,981		604484,04		956408,81		956408,81		956408,81		956408,81		956408,81	
Material particulado	346,0 ml/m ³		346,0 ml/m ⁴		346,0 ml/m ⁵		346,0 ml/m ⁶		346,0 ml/m ⁷		346,0 ml/m ⁸		346,0 ml/m ⁹	
NOx	87,9 ml/m ³		87,9 ml/m ⁴		87,9 ml/m ⁵		87,9 ml/m ⁶		87,9 ml/m ⁷		87,9 ml/m ⁸		87,9 ml/m ⁹	
SO ₂	337,2 ml/m ³		337,2 ml/m ⁴		337,2 ml/m ⁵		337,2 ml/m ⁶		337,2 ml/m ⁷		337,2 ml/m ⁸		337,2 ml/m ⁹	
PM10*	0,320 ml/m ³		0,320 ml/m ⁴		0,320 ml/m ⁵		0,320 ml/m ⁶		0,320 ml/m ⁷		0,320 ml/m ⁸		0,320 ml/m ⁹	

– Configuración de la modelación

Los datos de entrada se introdujeron al modelo en forma de un archivo en formato de texto con la información dividida en cinco secciones a saber:

CO: Parámetros de control

SO: Fuentes de emisión

ME: Meteorología

RE: Datos de los receptores

OU: Parámetros de control de salida de datos

– Sección control

En la Tabla 7.97 se muestran los datos de control introducidos al modelo.

Tabla 7.97 Opciones de control alimentadas al modelo

Opción	Valor	Explicación
Titulo 1	VIA RUMICHACA – PASTO	Identificación.
Titulo 2	Modelo de dispersión de PST	Identificación.
Pollutant	PST	Partículas suspendidas totales, o el que corresponda
Elevated terrain	Elev	Terreno plano
Elevated terrain	Meters	Unidades de las elevaciones introducidas
Run or not	Run	Realiza la corrida completa
Averaging	Aual, 24hr	Produce una tabla de salida con los máximos promedios anuales y diarios
Dispersion	Concentration	Produce datos de concentración.

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

Las concentraciones de contaminantes se calcularon para los períodos de promediación definidos en la resolución 610 del 2010 del MAVDT, que tanto para PST como para PM10 son anual y diario.

○ Sección source

Aquí se especificaron las características de las fuentes de emisión, incluyendo la variabilidad de la emisión con respecto a la hora. En total se alimentaron 416 fuentes puntuales y de área y tres vías. La localización de estas fuentes se muestra en el anexo 1.

○ Sección receptores

Se definieron tres tipos de receptores:

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Receptores discretos, localizados en los cinco puntos de monitoreo de calidad de aire del tramo.
- Una malla cartesiana con origen en las coordenadas 932.000mE, 578.000mN, 33 cuadrículas en el eje X y 32 en el eje Y, espaciados cada 1.000 metros, para un total de 1.056 receptores.
- Un grupo de receptores distribuidos cada 500 metros del recorrido de la vía, a distancias, en metros, de 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 a ambos lados de la vía, para un total de 6.920 receptores.

○ Sección output

Se definieron los siguientes aspectos:

- Nombre del archivo de salida de datos en formato X, Y, Z: con extensión XYZ.
- Escribir tabla de máximos en el archivo de salida
- No escribir tabla por receptor en el archivo de salida.

○ Resultados modelos de dispersión

A continuación se presentan en las siguientes figuras los modelos de dispersión para parámetro de muestreo, una vez contempladas las actividades y los frentes de trabajo de las Asfalteras así como de las Trituradoras. Adicional a lo anterior se presentan los balances de masa a través de los cuales se generaron dichos modelos.

CAMPAMENTO	GENERADOR	COMBUSTIBLE	MP GR/S	NOX GR/S	SOX GR/S	PM 10 GR/S
TANGUA	planta de asfalto	Diésel	0,257424	0,0653976	0,2508768	0,00023808
CEBADAL	planta de asfalto	Diésel	0,257424	0,0653976	0,2508768	0,00023808
TANGUA	trituradora	Diésel	0,26999244	0,0388878	0,04583205	0,00499986
CEBADAL	trituradora	Diésel	0,26999244	0,0388878	0,04583205	0,00499986

El anexo 7.6.2.6 muestra los archivos de salida de las modelaciones y muestra los planos obtenidos. A continuación, se analizan los resultados obtenidos.

○ Diagrama de isoplejas

De la Figura 7-98 a la Figura 7-107 se muestran los diagramas de concentración para los contaminantes modelados, en la Tabla 7.98 Niveles máximos permisibles para contaminantes

Tabla 7.98 Niveles máximos permisibles para contaminantes

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de Exposición
PST	100	Anual
	300	24 horas
PM10	50	Anual
	100	24 horas
PM2.5	25	Anual
	50	24 horas
SO ₂	80	Anual
	250	24 horas
	750	3 horas
NO ₂	100	Anual
	150	24 horas
	200	1 hora
O ₃	80	8 horas
	120	1 hora
CO	10.000	8 horas
	40.000	1 hora

Estas imágenes resaltan la línea a partir de la cual se excede el límite máximo según la norma y en color amarillo el área de influencia del proyecto.

Por fuera del área de influencia indirecta del proyecto las concentraciones son inferiores a la norma para todos los contaminantes.

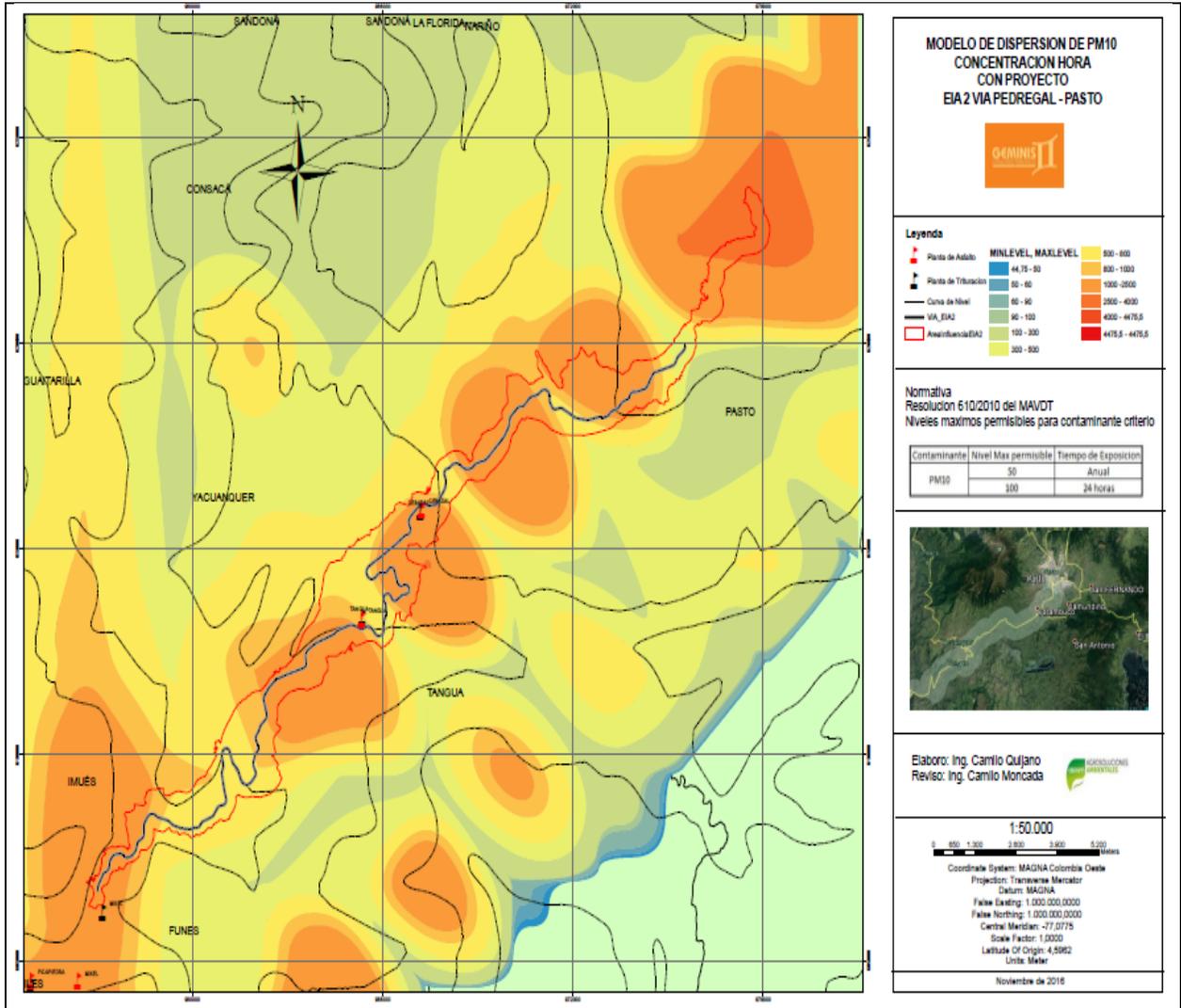


Figura 7-98 Concentraciones de PM10, periodo anual
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

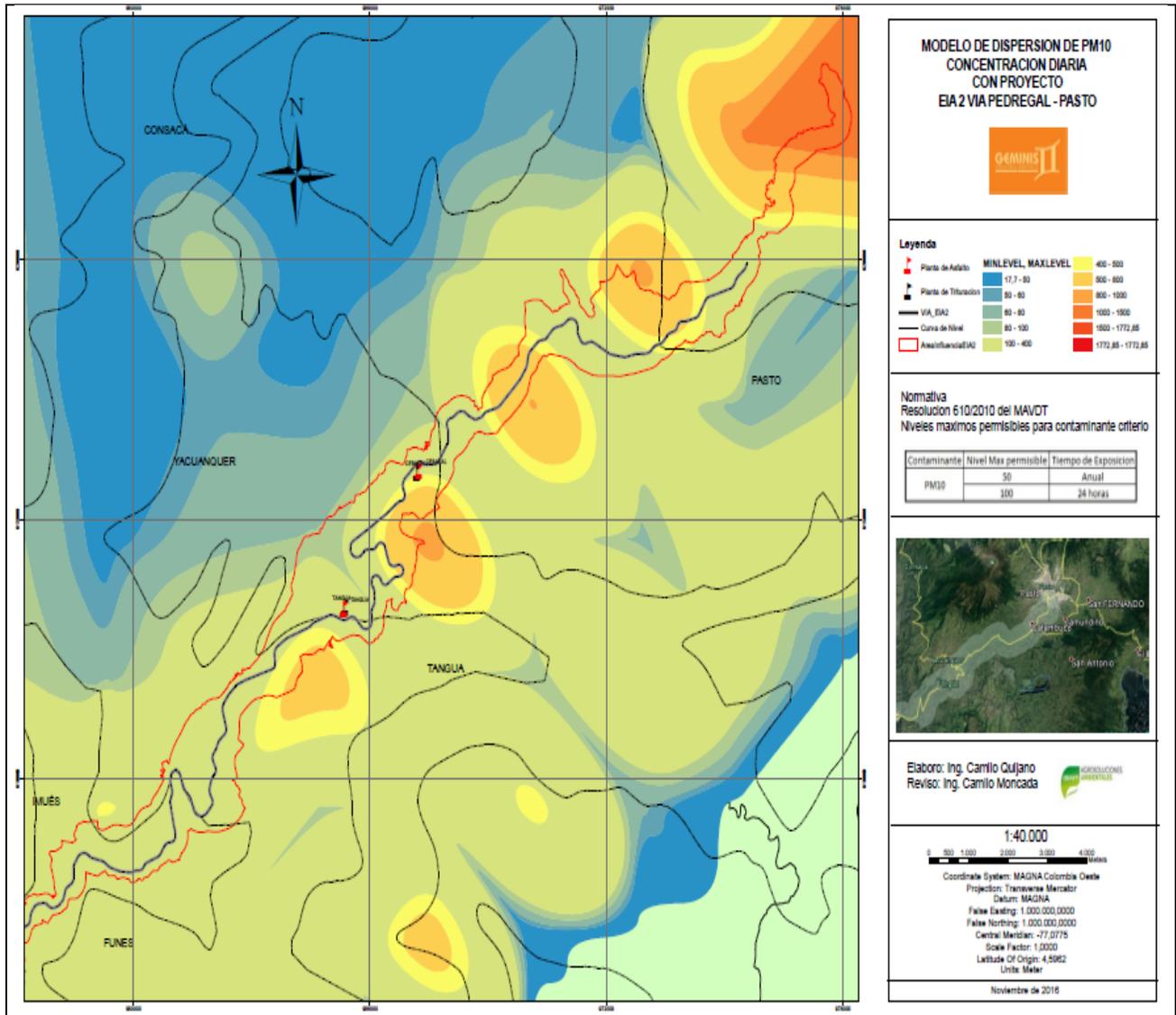


Figura 7-99 Concentraciones de PM10, periodo diario

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

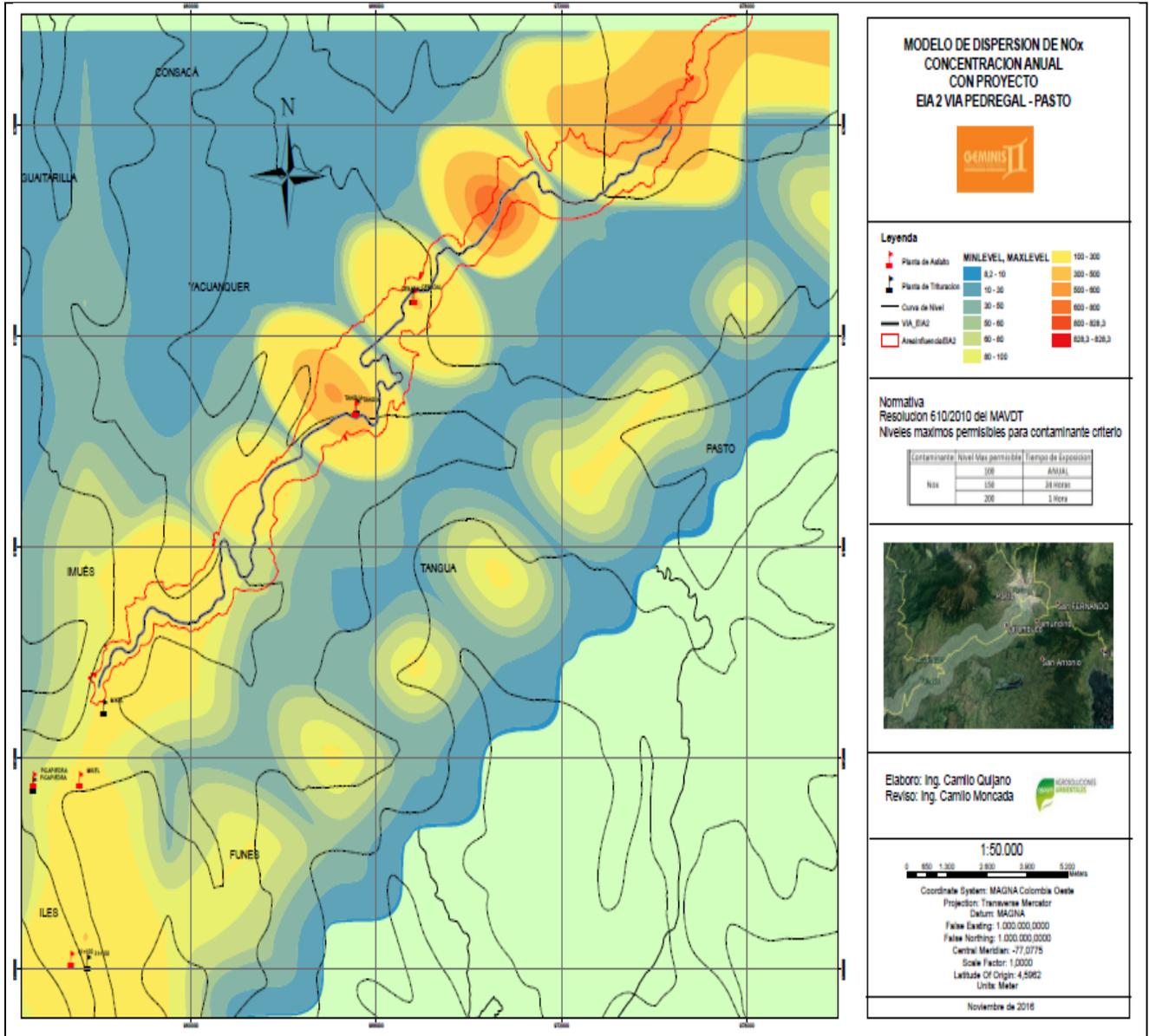


Figura 7-100 Concentraciones de NO2, periodo anual
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

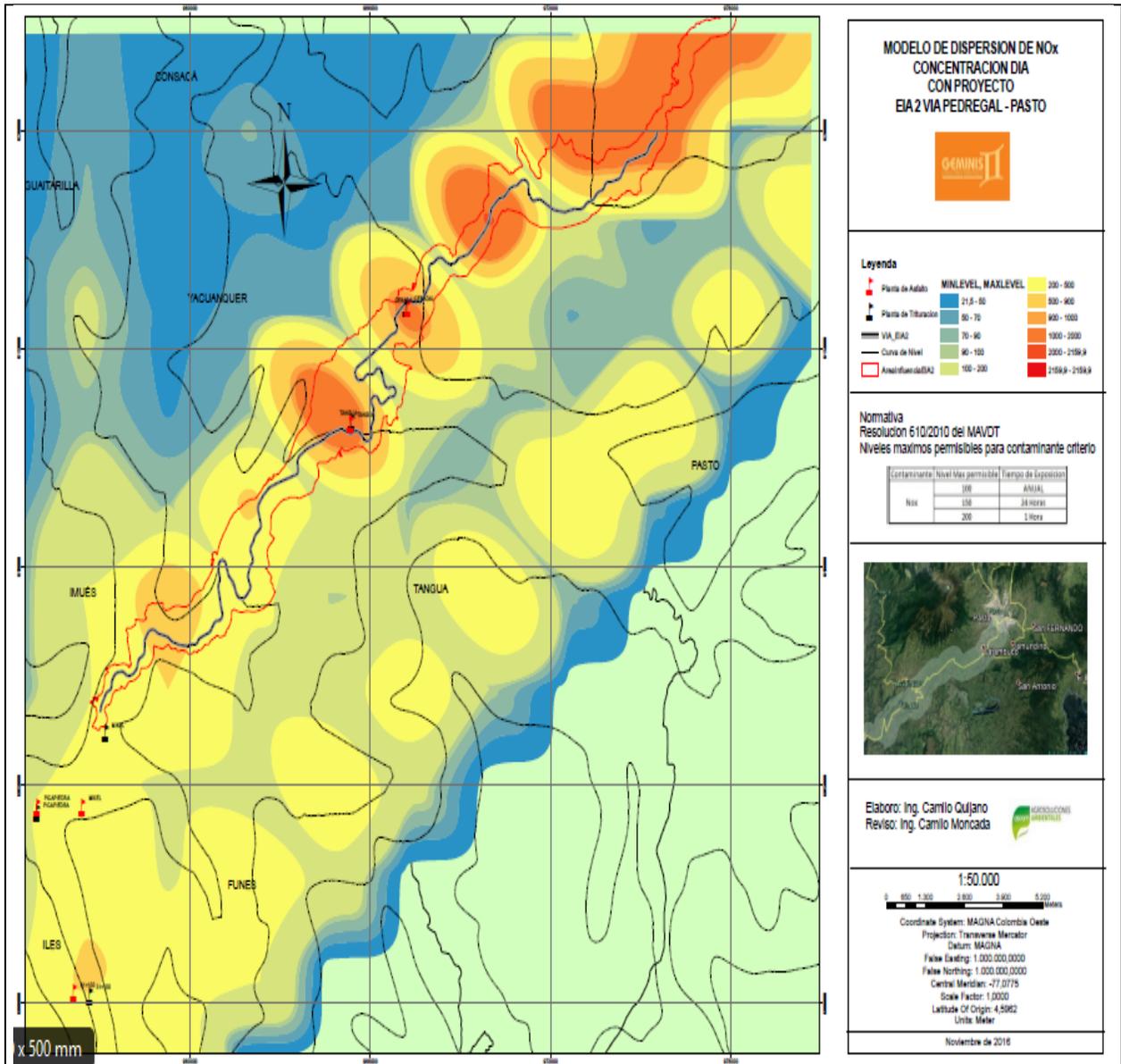


Figura 7-101 Concentraciones de NO2, periodo diario

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

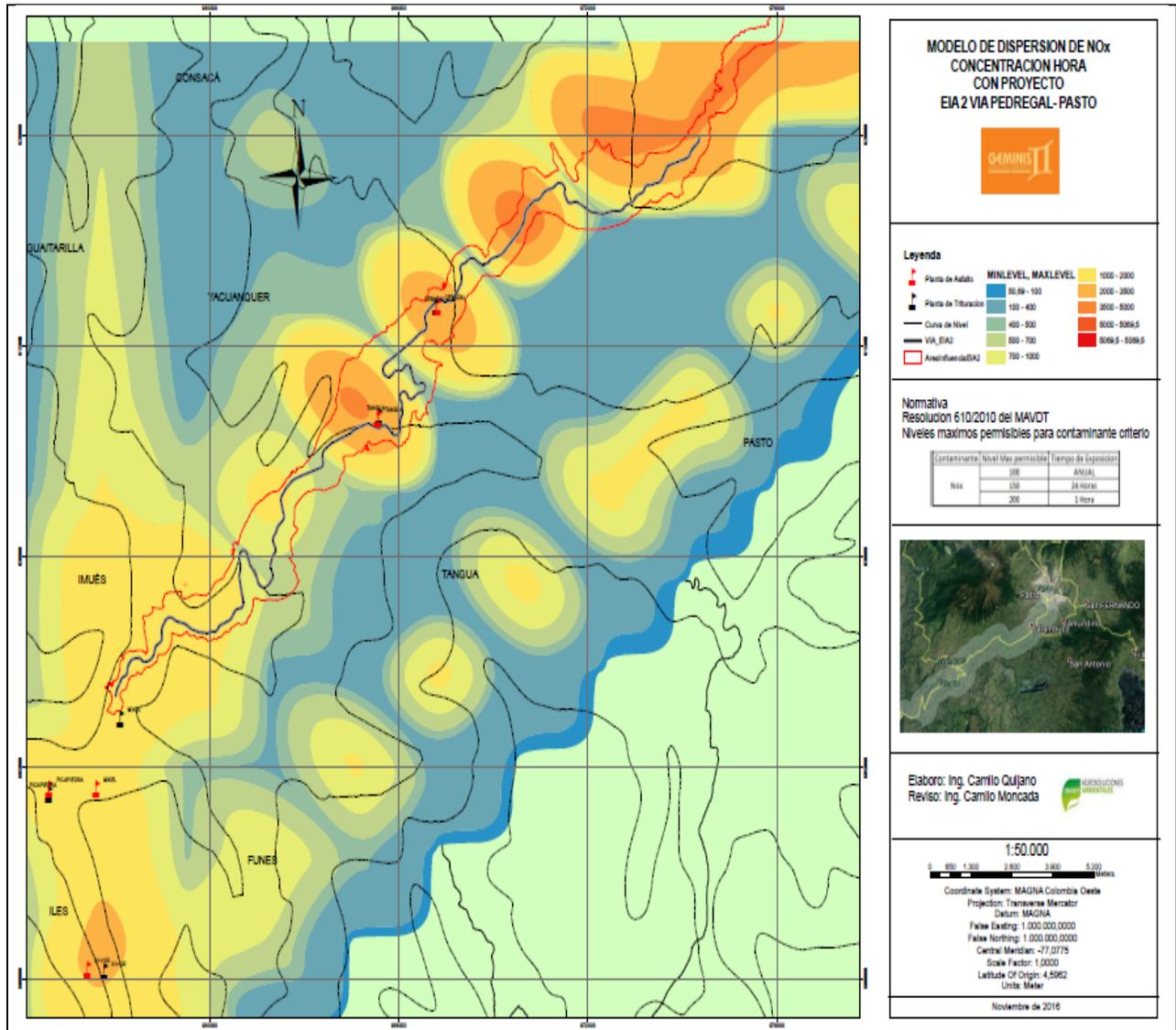


Figura 7-102 Concentraciones de NO2, periodo horario
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

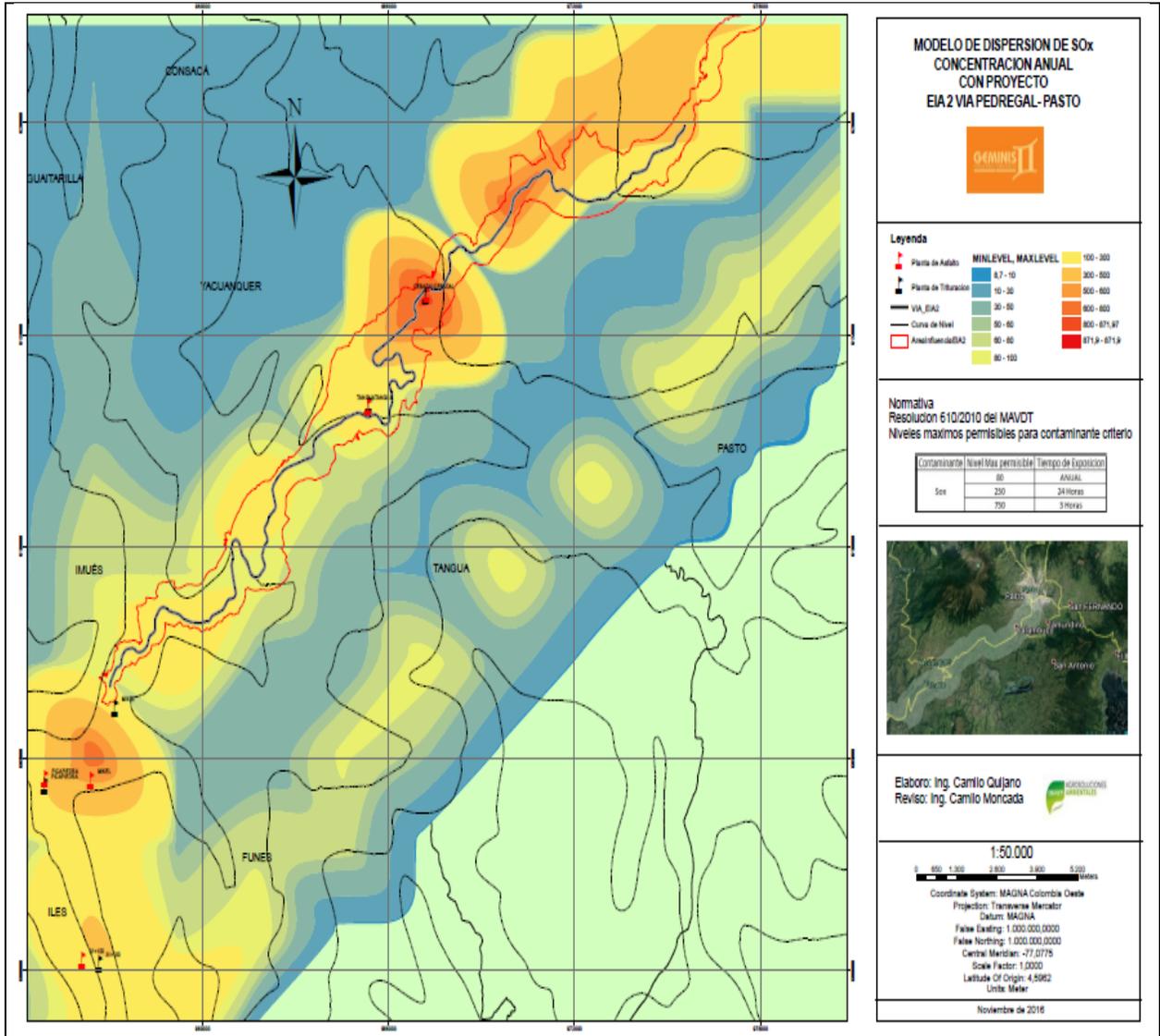


Figura 7-103 Concentraciones de SO₂, periodo anual
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

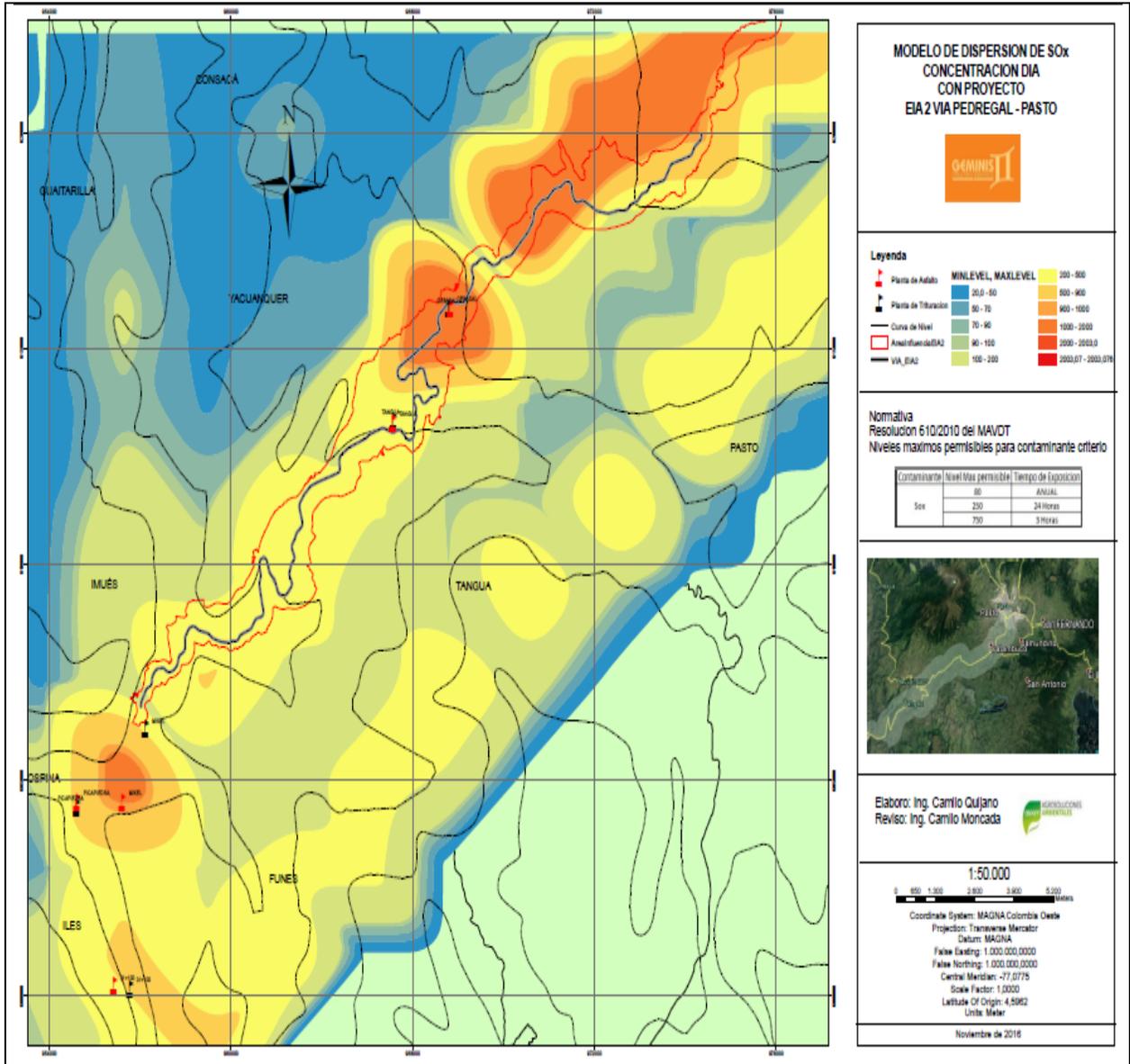


Figura 7-104 Concentraciones de SO₂, periodo diario

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

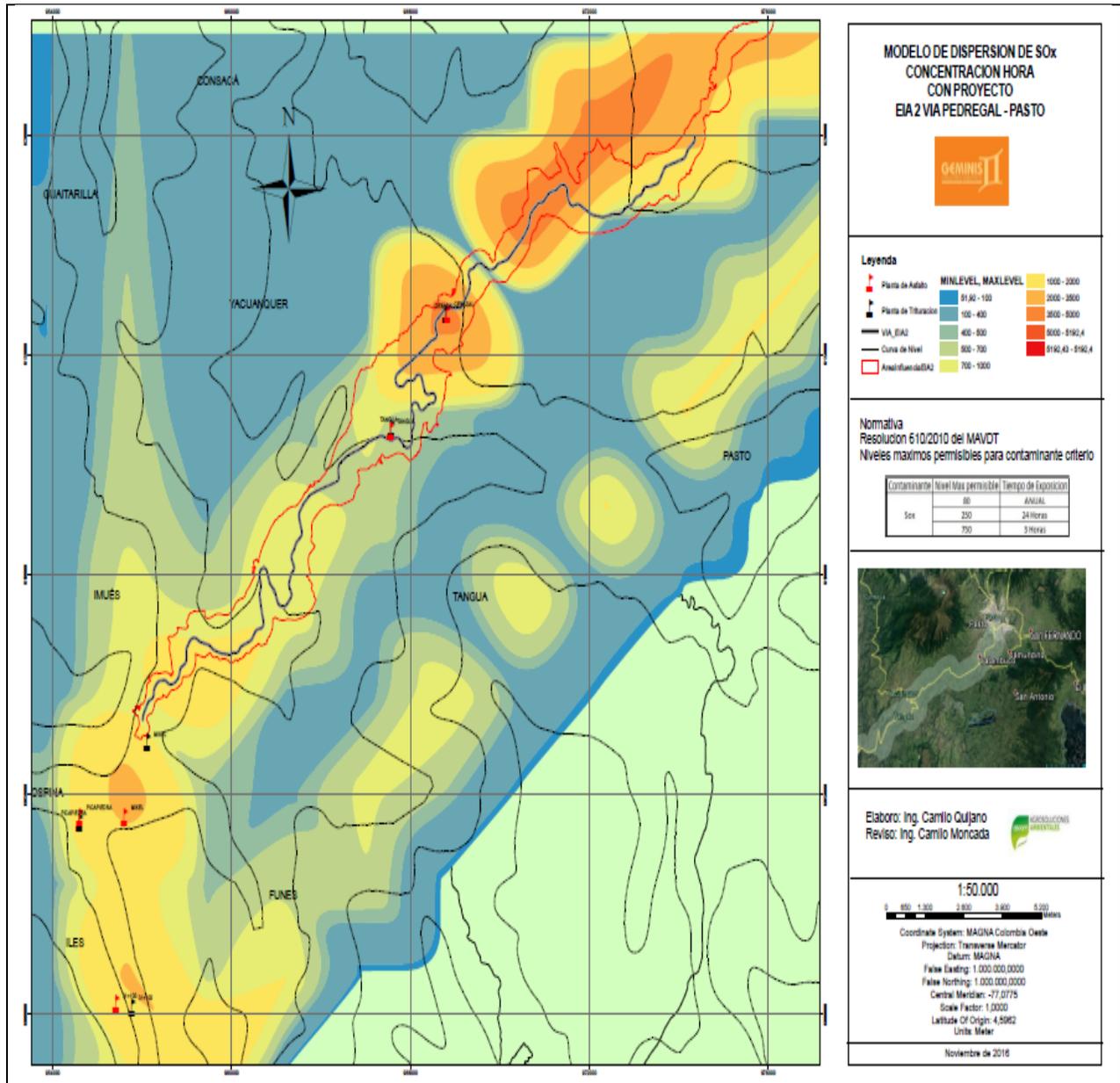


Figura 7-105 Concentraciones de SO₂, periodo 3 horas

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

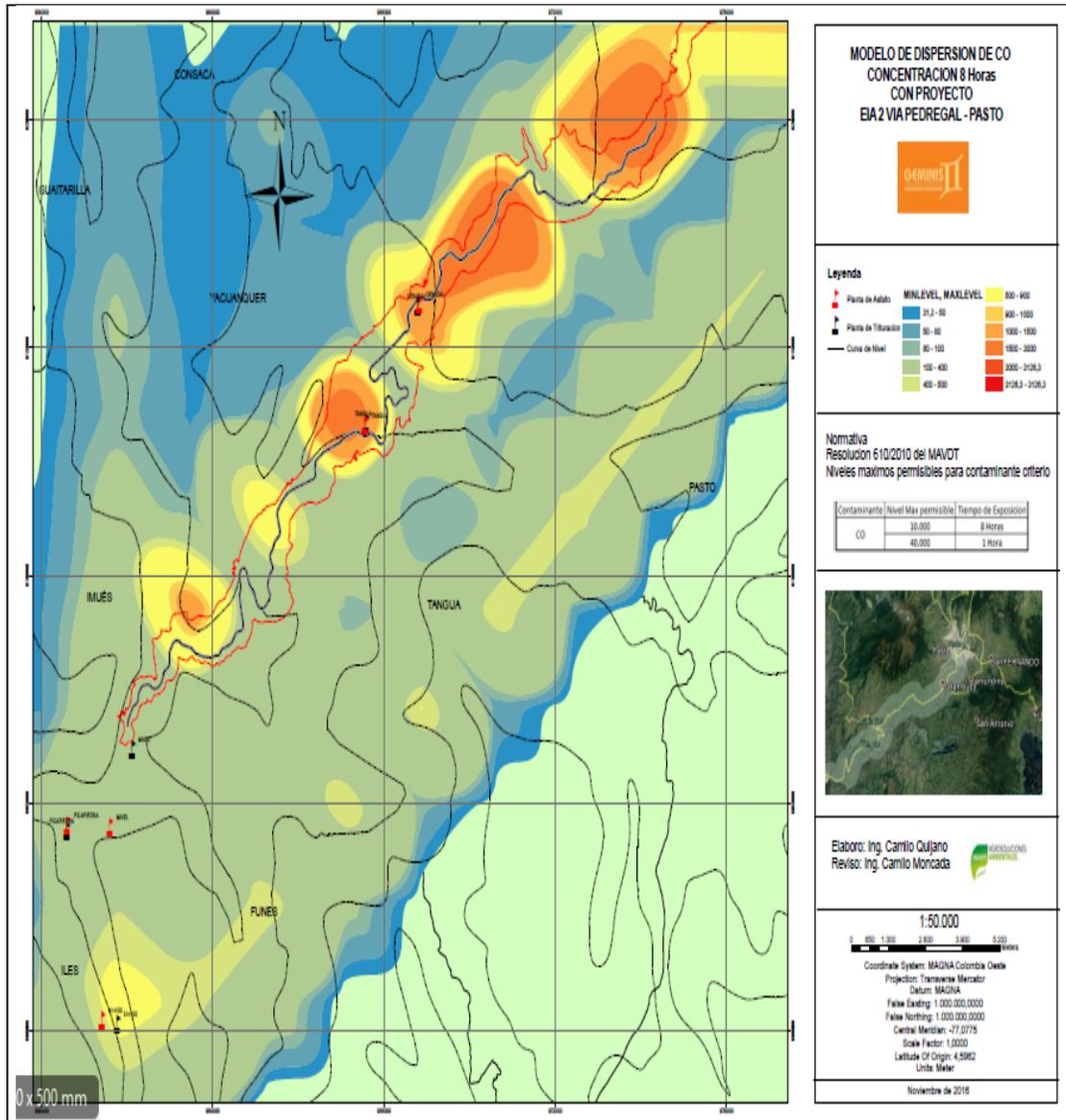


Figura 7-106 Concentraciones de CO, periodo 8 horas
Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

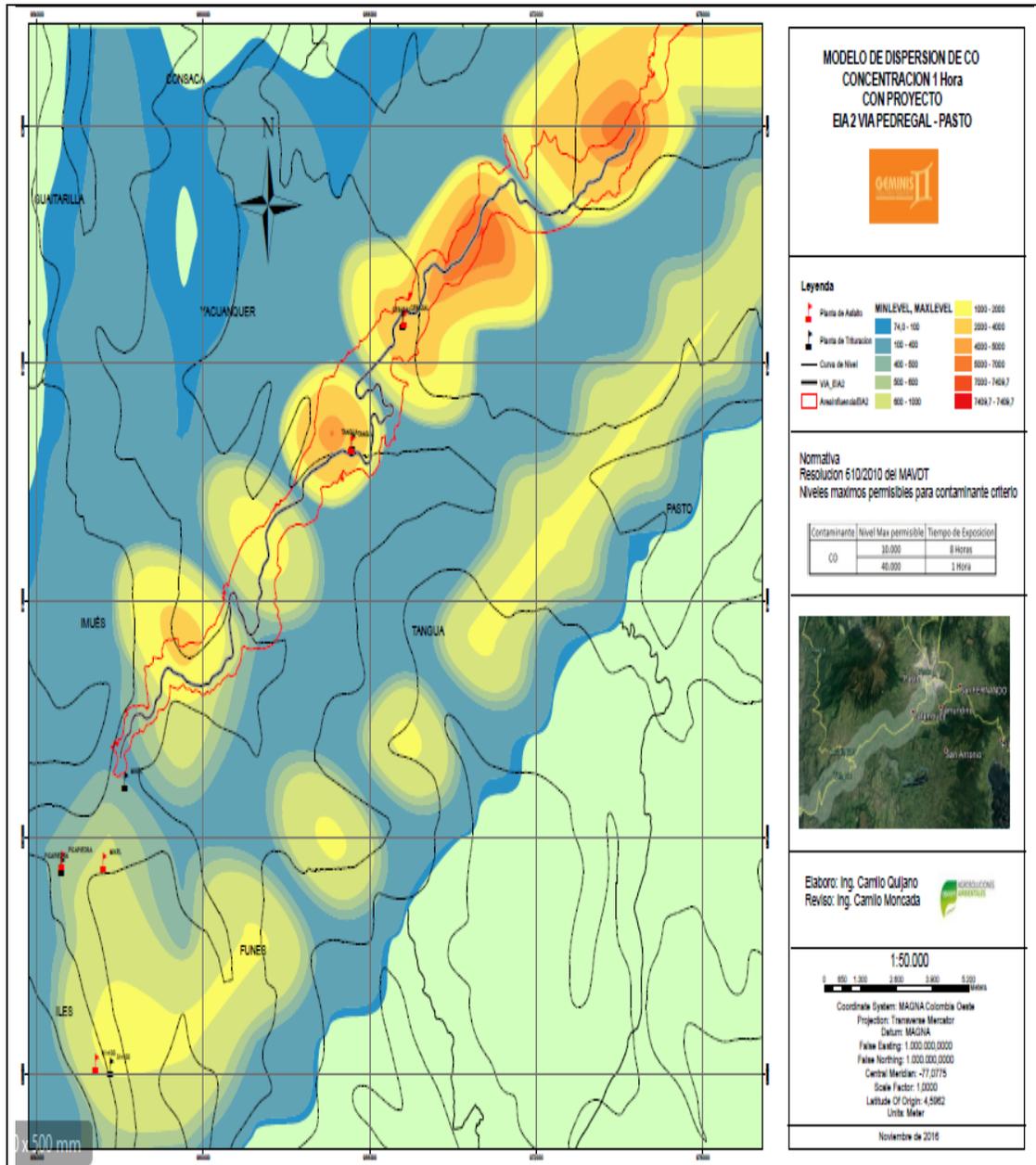


Figura 7-107 Concentraciones de CO, periodo 1 hora

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

A continuación en el flujo volumétrico de la tabla siguiente; información con la cual fueron corridos los modelos:

	INFORMACIÓN FUENTE DE EMISIÓN	Emisiones flujo volumétrico
--	-------------------------------	-----------------------------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

	ATMOSFÉRICA					
	CAMPAMENTO	Caudal m ³ /s	mp µg/m ³	NOx µg/m ³	SOx µg/m ³	PM10 µg/m ³
Plantas Asfalteras	TANGUA	0,744	346000	87900	337200	320
	CEBADAL	0,744	346000	87900	337200	320
Plantas Trituradoras	TANGUA	2,3769	113587,288	16360,309	19281,7927	2103,468296
	CEBADAL	2,3769	113587,288	16360,309	19281,7927	2103,468296

Partiendo de lo anterior, es necesario que se implementen las medidas de control conducentes a la disminución de los valores que por emisión generarán por las plantas (Asfalteras y trituradoras); información que se debe corroborar en detalle en la implementación y selección de los equipos definitivos; a partir de los cuales se calcularán las eficiencias y el tipo de sistemas de control a implementar con el objeto de garantizar el cumplimiento de los máximos permisibles de la Resolución 610 de 2010.

Para la estimación de los modelos con proyecto con control se parte de las emisiones generadas por las plantas de asfalto y trituradoras ubicadas en los frentes de obras, teniendo en cuenta los valores calculados en los balance de masa; niveles de dispersión y/concentración que no tienen cumplimiento con la normatividad ambiental establecida. Por lo anterior se estimó conveniente la implementación de sistemas de control de las emisiones con una eficiencia mínima del 85%, para no exceder los máximos permisibles establecidos en la Resolución 0610 de 2010.

A partir de las modelaciones con proyecto y una vez evidenciadas las excedencias de las concentraciones establecidas mediante la Resolución 610 de 2010; se considera necesario la implementación de acciones de control y/o mitigación en la fuente, las cuales deberán revisarse en fase de ingeniería de detalle; fase del proyecto donde se contemplarán o bien el reemplazo los equipos generadores de emisiones o la implementación y puesta en marcha de los sistemas de control de emisiones; considerando una remoción mínima del 85% para dar su cumplimiento normativo tal y como se analizó en los modelos de dispersión del numeral 8.3 del anexo 7.6.2, donde se puede evidenciar el cumplimiento de la norma.

Adicional a lo anterior, se aclara que en la actualidad se está haciendo un análisis pormenorizado de las fuentes de generación y las emisiones que en consecuencia se generarán por su operación en el futuro. Teniendo en cuenta lo anterior se espera menor incertidumbre en las modelaciones con proyecto y como resultado una validación de mayor detalle de la ingeniería de control requerida con el objeto de dar cumplimiento a la norma nacional en materia de calidad de aire; Resolución 610 del 2010.

○ 7.6.2.5 Calibración

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

El modelo fue calibrado utilizando los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado para la línea base.

Para la calibración se ajustó de manera iterativa la emisión de la vía y se hicieron ejecuciones sucesivas del modelo hasta obtener en los puntos de monitoreo concentraciones cercanas a las obtenidas por medición, lo cual se determina con un indicador porcentual de error dado por:

$$E = 100 \frac{\sum_i^n |C_{modelada, i} - C_{medida}|}{\sum_i^n C_{medida}}$$

Para efecto de la calibración; se tomó como base el escenario línea base tomando como referencia únicamente cinco (5) puntos de muestreo: Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos; los cuales muestran un error entre el 2% hasta el 9%; es decir un nivel de confianza de los ejercicios de modelación línea base del orden del 91% en promedio.

Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos

Tabla 7.99 Resultados de calibración para PM₁₀

Sitio	Punto	Concentración modelada, mg/m ³	Emisión g/s	Concentración modelada, mg/m ³						
El Pedregal	6	27.26	1.00E-05	3.88	7.03E-05	21.82	8.78E-05	21,91	1.09E-04	27,32
Tangua	7	27.13	1.00E-05	7.30	3.71E-05	71.74	1.40E-05	40,03	1.90E-06	27,14
Chavez	8	22.99	1.00E-05	1.86	1.24E-04	4.21	6.76E-04	2,76	5.63E-03	23,05
El Tambor	9	18.59	1.00E-05	7.65	2.43E-04	30.72	1.73E-05	18,72	1.73E-05	8,55
Catambuco	10	87.54	1.00E-05	1.74	5.04E-04	4.65	9.49E-03	151,39	5.49E-03	86,32
Indicador de error				85%		87%		53%		9 %

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

Tabla 7.100 Resultados de calibración para NO₂

Sitio	Punto	Concentración modelada, mg/m ³	Emission g/s	Concentración modelada, mg/m ³	Emission g/s	Concentración modelada, mg/m ³	Emission g/s	Concentración modelada, mg/m ³
El Pedregal	6	2,61	9,00E-06	2,53	9,28E-06	2,6	9,03E-06	2,6
Tangua	7	15,91	3,00E-05	14,4	3,31E-05	15,89	3,00E-05	15,89
Vereda Chávez	8	2,18	2,00E-05	2,06	2,12E-05	2,18	2,00E-05	2,18
Vereda El Tambor	9	4,3	8,00E-06	4,3	8,00E-06	4,3	8,00E-06	4,3
Catambuco	10	4,29	5,00E-05	4,18	5,13E-05	4,28	5,01E-05	4,28
Indicador de error				13%		7%		7%

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

Tabla 7.101 Resultados de calibración para SO₂

Sitio	Punto	Concentración modelada, mg/m ³	Emission g/s	Concentración modelada, mg/m ³
El Pedregal	6	16,72	5,95E-05	16,7
Tangua	7	20,65	4,30E-05	20,64
Vereda Chávez	8	15,68	1,52E-04	15,65
Vereda El Tambor	9	17,11	3,18E-05	17,1
Catambuco	10	30,22	3,61E-04	30,15
Indicador de error				2%

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

Tabla 7.102 Resultados de calibración para CO

Sitio	Punto	Concentración modelada, mg/m ³	Emission g/s	Concentración modelada, mg/m ³
El Pedregal	6	0,95	3,38E-	0,948

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
			Julio de 2017

			06	
Tangua	7	1	2,08E-06	0,998
Vereda Chávez	8	1,3	1,26E-05	1,32
Vereda El Tambor	9	1,01	1,88E-06	1,01
Catambuco	10	1,17	1,40E-05	1,17
Indicador de error				6%

Fuente (ASOAM S.A.S, 2016)

– Conclusiones y Recomendaciones

Las zonas con mayores concentraciones de PM10, SOx, NOx, CO, se encuentran al final del tramo, en el municipio de Pasto, lo que tiene bastante sentido teniendo en cuenta la densidad demográfica de esta zona, además de la presencia de procesos industriales que se desarrollan en la ciudad de Pasto, por lo que probablemente por dispersión las actividades de la ciudad aporten al modelo de dispersión realizado para este estudio. Otras zonas de menor magnitud se localizan en los municipios de Yacuanquer y Tangua, en este caso el aporte de estos municipios es menor, ya que sus actividades generan, en menor medida, los contaminantes de interés.

Por fuera del área de influencia del proyecto las concentraciones son inferiores a la norma para todos los contaminantes, salvo para una zona limitada en el casco urbano del municipio de San Juan de Pasto, en el extremo norte del área de influencia, esto es congruente con lo analizado en el párrafo anterior.

En general, a parte de las fuentes identificadas, otros factores del medio que más inciden en los resultados de la dispersión, son los asentamientos humanos y todas las actividades antrópicas relacionadas con el desarrollo socioeconómico del área.

Existe una relación entre el relieve y la configuración de las Isopletras que se observan en el desplazamiento de los contaminantes hacia debajo de las faldas de las montañas, en especial en el volcán Galeras.

Los máximos de la contribución a la concentración se obtuvieron para noviembre.

Se recomienda evaluar la posibilidad de instalar una estación meteorológica permanente para soportar futuros modelos de dispersión, en la mitad del tramo. Una estación puede contribuir a sustentar el impacto sobre la población modelado.

Para próximos monitoreos se deben localizar las estaciones de monitoreo de acuerdo con los resultados de la modelación, teniendo en cuenta los máximos y las zonas de baja concentración, de acuerdo con el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

Los resultados arrojados de la modelación en este escenario; una vez considerada la puesta en marcha de las plantas de asfalto y plantas trituradoras, muestran un mínimo incremento en las concentraciones con respecto a las presentadas para la modelación sin proyecto teniendo en cuenta los máximos permisibles para contaminantes de criterios establecidos en la Resolución 0610 de 2010.

Partiendo de lo anterior, es necesario que se implementen las medidas de control conducentes a la disminución de los valores que por emisión generarán por las plantas (Asfalteras y trituradoras); información que se debe corroborar en detalle en la implementación y selección de los equipos definitivos; a partir de los cuales se calcularán las eficiencias y el tipo de sistemas de control a implementar con el objeto de garantizar el cumplimiento de los máximos permisibles de la Resolución 610 de 2010; medidas de manejo que deberá contemplar el PMA de la modificación de la licencia Ambiental.

En el Anexo 7.1.3.f. se presenta el documento *Plan de Contingencia de los Sistemas de Control de Emisiones*, el cual debe ser ejecutado durante la suspensión del funcionamiento de sistemas de control de emisiones de acuerdo con lo establecido en el artículo 79 de la Resolución 909 del 5 de junio de 2008.

7.7 Materiales de Construcción

La materia prima requerida para la construcción y ejecución de obras viales son los agregados pétreos extraídos de ríos como material de arrastre o de macizos rocosos como agregados seleccionados usualmente procesados.

Las cantidades requeridas normalmente son bastante importantes y este proyecto Pedregal – Catambuco no es excepción. La cantidad estimada de materiales pétreos se muestra en la siguiente Tabla 7.103.

Tabla 7.103 Estimación de Materiales Pétreos

Material Pétreo	Cantidad Estimada (m3)
PIEDRA PARA PEDRAPLEN	320.807
RAJON	18.058
SUB BASE	204.005
BASE	137.547
MATERIAL PETREO PARA ASFALTO	124.836
MATERIAL SELECCIONADO	67.563
TRITURADO	166.354
ARENA	69.075

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desarrollo del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	
		Julio de 2017	

<i>Total Aproximado:</i>	1.108.245
--------------------------	------------------

7.7.1 Explotación de materiales (cantera y arrastre)

Este implica hacer una nueva explotación del recurso en la zona, pero teniendo en cuenta las necesidades del proyecto y las canteras existentes se determinó que estas abastecen las necesidades de materiales requeridos para la ejecución de las obras del proyecto, por este motivo no se hace necesario la solicitud de permisos de explotación de material en cantera ni explotación de materiales de arrastre en corrientes de agua.

7.7.2 Adquisición de materiales en fuentes existentes

La necesidad de obtener material para el desarrollo del Proyecto se refiere a la construcción de la vía y otras obras de concreto como son las placas, los pilones, alcantarillas, box coulvert, puentes, cunetas, entre otras.

Este material será obtenido de fuentes legalmente constituidas y reconocidas bajo licencia ambiental por la corporación autónoma regional CORPONARIÑO y la Agencia Nacional de Minería (ANM). A continuación en la Tabla 7.104 y Figura 7-108 se indican los sitios de extracción y comercialización de material de construcción, legalmente establecidos cercanos al área de desarrollo del proyecto, con los cuales se podrá realizar la compra de estos. Cabe anotar que previo a la ejecución del proyecto se debe solicitar a la corporación autónoma regional los certificados de vigencia y autorización de las fuentes de material.

Tabla 7.104 Fuentes de materiales en el área del proyecto tramo Pedregal-Catambuco

COORDENADAS PLANAS		NOMBRE	CÓDIGO ANM	EXPEDIENTE No. CORPONARIÑO	RESOLUCIÓN APROBATORIA-LICENCIA
ESTE	NORTE				
975244	621115	EL HUECO	GLC - 111 del 04 de Enero de 2007	2442	Res. No. 934 del 04 de diciembre de 2008
974261	628415	LA VICTORIA	GTRC - 0105-9 de 3 de julio de 2009	163	Res. No. 226 del 2 de julio de 1996
972886	629680	CANTERA SAN JAVIER	IFK - 08251 del 06 de julio de 2009	LSC-004-12	Res. No. 584 del 18 de septiembre de 2012
943149	624620	LA CONCEPCIÓN	JB7-14351 octubre 16 de 2009	LSC-009-10	Res. No. 662 del 09 de agosto de 2010

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobierno del Sur	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

COORDENADAS PLANAS		NOMBRE	CÓDIGO ANM	EXPEDIENTE No. CORPONARIÑO	RESOLUCIÓN APROBATORIA-
976172	621466	LAS TERRAZAS	GTRC - 0081 - 08 del 11 de Abril de 2008 ,		Res. No.180 Julio 01 de 2003
973085	632598	LA VEGA	HJN - 11331X; Julio 10 de 2008	735	Res. No. 075 - marzo 17 de 1998
974715	6298881	LA ROCA	HHA - 15551: enero - 04 de 2007	LSC-005-09	Res. No. 551 - Julio 31 de 2009
977846.7	623101.5	CANTERA CHAPALITO	ICR - 08291 - Junio 05 de 2009	LSC-001-10	Res. No. 341 - Noviembre 23 de 2009
977840	623090	ARMENIA	Res. 003354 Diciembre 04 de 2015	170	Res. No. 154 - Abril 29 de 1997
974039	629322	OCCIDENTE	GTRC - 0079- 08 Abril 11 de 2008	2329	Res. No. 353 - Septiembre 30 de 2002
973600	620925	BRISEÑO BAJO	Res. 002616 julio 03 de 2014	224	Res. No. 181 - Mayo 22 de 1997
973922	629280	BRISEÑO ALTO	Res. 002992 Noviembre 11 de 2015	956	Res. No. 200 - Junio 10 de 1998
974337	622150	LOS PALMOS	GBN-101 - Junio 01 de 2006	2410	Res. No. 0021 - Enero 08 de 2008
981970	624059	CALIDAD	IFM-16061 Noviembre 02 de 2007	2429	Res. No. 649 - Septiembre 19 de 2008
977293	623791	LA LORIANA	GTRC-0194-08 Noviembre 07 de 2008	821	Res. No. 179 - Junio 01 de 1998

Fuente: Adaptado de CORPONARIÑO, 2016.

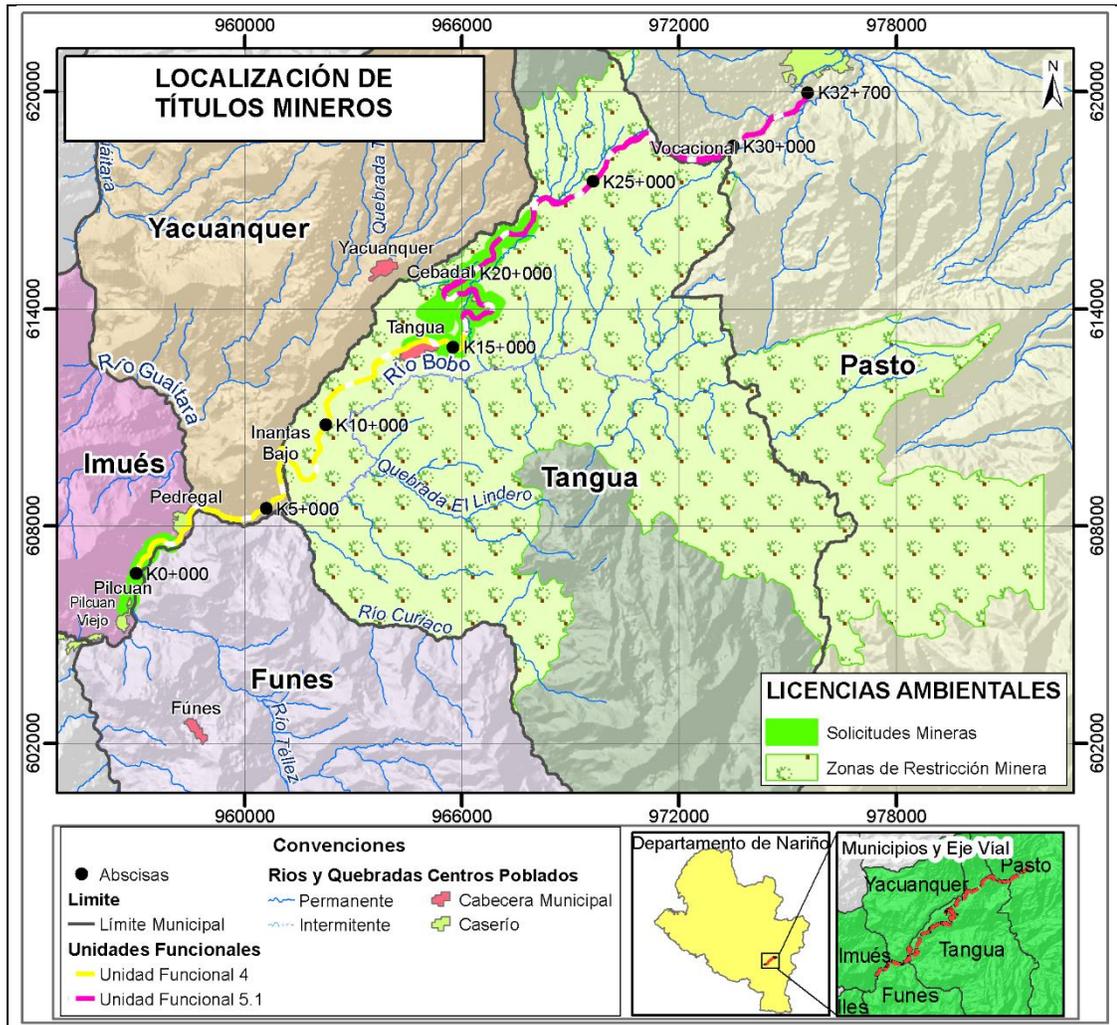


Figura 7-108 Localización títulos mineros

Fuente (Géminis Consultores S.A.S., 2016)

- Títulos mineros y autorizaciones ambientales

Cada uno de las fuentes relacionadas cuentan con los debidos permisos de funcionamiento como lo son el título minero expedido por parte ANM y el permiso ambiental cuya información se encuentra como anexo al presente estudio. Ver Anexo 7.7.2

La Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S, podrá trabajar con otras empresas de extracción y comercialización de material diferentes a las expuestas anteriormente, siempre y cuando presenten la documentación ambiental y operativa pertinente exigida por la autoridad ambiental. Esta información deberá ser anexada a los informes de cumplimiento ambiental- ICA

- Volúmenes de material requeridos en obra

Los volúmenes de material que podrían abastecer las principales canteras de la región se relacionan en la Tabla 7.105 cantidades que sumadas equivalen a casi 6 veces la necesidad inicialmente estimada para el proyecto vial.

Tabla 7.105 Volumen fuentes de materiales

FUENTE DE MATERIALES	VOLUMEN ESTIMADO m3
La Vega	750000
La Victoria	2942730
El Hueco	37000
San Javier	2000000
Briceño Bajo	1230000

Los materiales serán utilizados para las diferentes necesidades constructivas entre las que están los pedraplenes, enrocados, sub-bases, bases, afirmados especiales, rellenos seleccionados, filtros, elaboración de concreto hidráulico y elaboración de concreto asfáltico.

– *Tipo de material en algunas fuentes de la región*

San Javier:

En la cantera afloran lavas andesíticas de la unidad Lavas (TQvl), son de coloración gris claro, presentan fenocristales de plagioclasa de hasta 1mm (Fotografía 8.7). Las lavas se encuentran diaclasadas, el espesor del afloramiento es de 15m y el descapote de 1m que corresponde a la capa vegetal y 2m de flujos piroclásticos. Estas rocas están siendo explotadas y trituradas para diferentes usos: base, subbase, asfalto y concreto

La Vega:

La litología aflorante en la mina La Vega es de lavas columnares de la unidad Lavas (TQvl), estas lavas son de color oscuro y presentan esporádicos fenocristales de plagioclasa. Son en general socas muy duras. Estas rocas están siendo explotadas y trituradas para base, subbase, afirmado, concreto, asfalto, filtro y enrocado. El afloramiento es de 20m de altura y 40m de longitud

Briceño Bajo:

La litología aflorante en la mina Briceño Bajo es de lavas andesíticas de la unidad Lavas (TQvl), estas lavas son de color gris claro y presentan fenocristales de plagioclasa de hasta 1mm. Son en general socas muy duras y están siendo explotadas y trituradas para Estas rocas están siendo explotadas y trituradas para base, subbase, afirmado, concreto, asfalto, filtro y enrocado. El afloramiento es de 15m de altura y 35m de longitud.

			ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

La Victoria

En la mina aflora la unidad Lavas (TQvl), compuestas por andesitas de color gris claro y presentan fenocristales de plagioclasa de hasta 1mm de diámetro, son rocas duras y se encuentran cubiertas por 1m de suelo orgánico. Actualmente la mina explota estas para base, subbase, asfalto, filtro y enrocado El afloramiento es de 15m de altura y 30m de longitud.

El Hueco

Posee depósitos de ceniza las cuales serán utilizadas para concretos

- Vías de acceso

La obtención y transporte del material se hará vehículos de carga pesada que accederán por carretables existentes en cada fuente de material prevista. Ver Figura 7-109

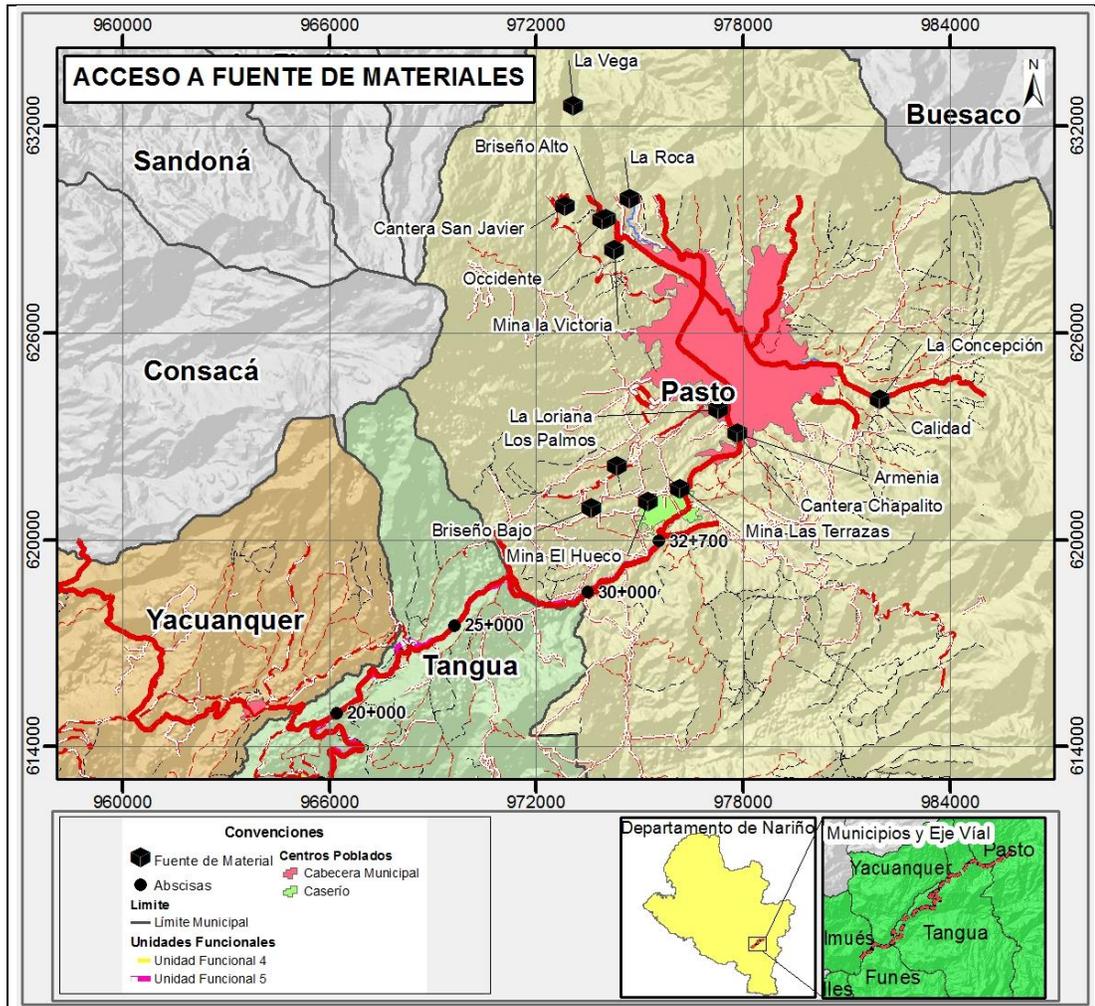


Figura 7-109: Accesos a Fuentes de materiales
Fuente (Géminis Consultores S.A.S, 2016)

 <small>Agencia Nacional de Infraestructura</small>	 <small>Comisariado del Sur</small>	 <small>Construcción</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
			Julio de 2017

BIBLIOGRAFÍA

- Alianza por el agua* . (18 de Julio de 2016). Obtenido de http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/images/tecnologias/tec_s/tec_s11.jpg
- Alianza por el agua*. (07 de 2016). Obtenido de http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/images/tecnologias/tec_s/tec_s11.jpg
- ÁLVAREZ, M. U. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander Von Humbolt.
- ALZATE, G. &. (2000). Patrones de distribución de Epífitas Vasculares. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 969-983.
- Angulo., A. A. (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región Tropical Andina*. Bogotá: Colombia.
- ANI. (2015). <ftp://ftp.ani.gov.co/Segunda%2001a/Rumichaca%20Pasto/>.
- ASOAM. (2016). *SERAMBIENTE S.A.S.*
- (2016). *ASOAM S.A.S.*
- ASOAMSAS. (2016).
- Briones, M. (2000). Lista anotada de los mamíferos de la Región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlan, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 83-103.
- Canter, L. (1998). *Manual de Evaluacion de Impacto Ambiental. Tecnicas para la elaboracion de los estudios de impacto*. Madrid: McGraw Hill.
- CATERPILLAR. (07 de 2016). *CATERPILLAR*. Obtenido de http://www.cat.com/es_MX/products/new/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets/18489720.html
- CIBER. (s.f.). *CIBER*. Recuperado el 07 de 2016, de <http://www.ciber.com.br/es/tecnologias/plantas-de-asfalto-tipo-discontinua/principales-componentes/>
- Claudia E. Moreno. (2000). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Conservancy, T. N. (1992). *Evaluacion Ecologica Rápida. Programa de Ciencias para América Latina*. Arlington, USA: 232.
- Crump, M. S. (1994). Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution Press*, 354-352.
- CRUZ, O. A.-m. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. *Universidad del Tolima*.
- Cuentas, D. B. (2002). Anuros del departamento del Atlántico y norte de Bolívar. C.R.A. 23.

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9	Versión 10	Julio de 2017	

- Drenaje urbano sostenible* . (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://drenajurbanosostenible.org/tecnicas-de-drenaje-sostenible/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pozos-y-zanjas-de-infiltracion/>
- ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). (s.f.). ArcGIS. California.
- Facilconcreto. (2015). Planta dosificadora de hormigón.
- Firme Constructii*. (16 de Julio de 2016). Obtenido de *Firme Constructii*: http://www.companieconstructii.ro/prod.php?id_firma=84
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Geminis consultores S.A.S. (2016). *Propuesta Técnica para muestreo de flora epífita y saxícola que crece sobre muros de roca, en la vía Pasto – Rumichaca*. PASTO.
- Géminis Consultores S.A.S. (s.f.).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- GENTRY, A. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane Forests. En A. GENTRY. Nueva York: Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane.
- Guía de orientación de saneamiento básico*. (Julio de 2016). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Guía de orientación en saneamiento básico* . (18 de julio de 2016). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Helios Consorcio Vial. (Abril de 2008). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Vial Ruta del Sol -Sector I: Villeta- El Koran. Bogotá.
- Helios Consorcio Vial. (2008). *Estudio de Impactos Ambiental del Proyecto Vial Ruta del Sol Sector I: Villeta - El Koran*. Bogotá.
- Hernandez Sampieri, C. F.-C. (2006). *Metodología de la investigación* . Mexico .
- Hidritec*. (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.hidritec.com/hidritec/desarenadores-desengrasadores>
- IDEAM & DANE. (2009). *Diseño del marco conceptual y metodológico del Inventario Forestal Nacional*. Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2015).
- INVIAS. (2011). *Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura*.
- INVIAS. (2011). *Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial*.
- INVIAS. (s.f.). Manual de drenaje para carreta. Sección 6.2.1.1 Figura 6.1. En *Socavación general - Definición de variables de referencia*.
- JOHANSON, D. (1974). Ecology of Vascular epiphytes in West Africa Forest. *Acta Phytogeografa*, (pág. 136). Suecia.

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- LOPÉZ-RÍOS, D. G.-G.-G. (2003). Ecología de las plantas Epífitas. *Chapingo*, 1001-111.
- MAVDT. (2010). *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MAVDT, M. d. (2010). *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2006). *Resolución 627*. Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2010). *Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire*. Bogota D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (27 de Noviembre de 2009). Resolución 2320 de 2009. Bogota, Colombia.
- Ministerio de Desarrollo Economico. (2008). RAS .
- Naranjo, E. J. (2000). Estimación de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. En E. M. Cabrera, *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica* (págs. 37-46). Paraguay: Fund. Moises.
- O.A MELO. (1997). *Evaluación de la estructura y la diversidad floral en un bosque*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Opepa. (1983). Obtenido de http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=285&Itemid=30
- Organización Panamericana de la Salud, CEPIS/OPS, & OMS. (2013). *Guía de orientación de Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Painter, L. (1999). *Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Peraza., C. C. (2004). Adiciones a la avifauna de un cafetal con sombrío en la mesa de los santos (santander Colombia). *Universitas Scientarum*, 19-32.
- REPUBLICA, P. D. (2005). *DECRETO 4741* . BOGOTA.
- Roldan, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. *Ciencia y Tecnología* , 175.
- SAP. (2015). *SAP*. Obtenido de Universidad de Chile: www.sap.uchile.cl/descargas/suelos/029Textura.pdf
- SAS, A. I. (s.f.). *ABL Internacional SA*. Obtenido de www.ablsa.com
- Sostoa, A. G. (2005). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la directiva Marco del agua. Protocolo y muestreo de análisis para Ictiofauna*. Barcelona: Confederación hidrografica del Hebro.
- States, E. U. (2000). Hot mix asphalt production and testing. *Universidad nacional* . (18 de Julio de 2016). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_31_t ratamientos_minimos_requeridos_para_los_vertidos_industriales.html

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Gobernadora Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Venta de baños portátiles.* (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.ventadebanosportatiles.com/>
- Venta de Baños portátiles.* (07 de 2016). Obtenido de <http://www.ventadebanosportatiles.com/>
- vial, H. C. (06 de Julio de 2016). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL RUTA DEL SOL – SECTOR I: VILLETETA – EL KORÁN.* Obtenido de <http://docplayer.es/14050829-Capitulo-4-demanda-uso-y-aprovechamiento-de-recursos-naturales.html>
- Villareal H., M. Á. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad.* Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vivas, F. C. (2008).
- Voss, R. E. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests : a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH* , 1-115.
- WOLF, J. H. (2009). *A protocol for sampling vasculare epiphyte richness and abundance.* Journal of Tropical Ecology.
- ZOTZ, G. B. (2011). Sampling vascular epiphyte diversity - Species richness and community stucture. *Ecotropica*, 103-112.
-
- Alianza por el agua .* (18 de Julio de 2016). Obtenido de http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/images/tecnologias/tec_s/tec_s_11.jpg
- Alianza por el agua.* (07 de 2016). Obtenido de http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/images/tecnologias/tec_s/tec_s_11.jpg
- ÁLVAREZ, M. U. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander Von Humbolt.
- ALZATE, G. &. (2000). Patrones de distribución de Epífitas Vasculares. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 969-983.
- Angulo., A. A. (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región Tropical Andina.* Bogotá: Colombia.
- ANI. (2015). <ftp://ftp.ani.gov.co/Segunda%2001a/Rumichaca%20Pasto/>.
- ASOAM. (2016). *SERAMBIENTE S.A.S.*
- (2016). *ASOAM S.A.S.*
- ASOAMSAS. (2016).

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Briones, M. (2000). Lista anotada de los mamíferos de la Región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlan, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 83-103.
- Canter, L. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. Madrid: McGraw Hill.
- CATERPILLAR. (07 de 2016). CATERPILLAR. Obtenido de http://www.cat.com/es_MX/products/new/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets/18489720.html
- CIBER. (s.f.). CIBER. Recuperado el 07 de 2016, de <http://www.ciber.com.br/es/tecnologias/plantas-de-asfalto-tipo-discontinua/principales-componentes/>
- Claudia E. Moreno. (2000). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Conservancy, T. N. (1992). *Evaluación Ecológica Rápida. Programa de Ciencias para América Latina*. Arlington, USA: 232.
- Crump, M. S. (1994). Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution Press*, 354-352.
- CRUZ, O. A.-m. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. *Universidad del Tolima*.
- Cuentas, D. B. (2002). Anuros del departamento del Atlántico y norte de Bolívar. C.R.A. 23.
- Drenaje urbano sostenible* . (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://drenajeurbanosostenible.org/tecnicas-de-drenaje-sostenible/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pozos-y-zanjas-de-infiltracion/>
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). (s.f.). ArcGIS. California.
- Facilconcreto. (2015). Planta dosificadora de hormigón.
- Firme Constructii*. (16 de Julio de 2016). Obtenido de *Firme Constructii*: http://www.companieconstructii.ro/prod.php?id_firma=84
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores Ambientales. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Geminis consultores S.A.S. (2016). *Propuesta Técnica para muestreo de flora epífita y saxícola que crece sobre muros de roca, en la vía Pasto – Rumichaca*. PASTO.
- Géminis Consultores S.A.S. (s.f.).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- Géminis Consultores S.A.S. (2016).
- GENTRY, A. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane Forests. En A. GENTRY. Nueva York: Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane.

 ANI Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial Unión del Sur	 Sacyr Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9		Versión 10	Julio de 2017

- Guía de orientación de saneamiento básico.* (Julio de 2016). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Guía de orientación en saneamiento básico.* (18 de julio de 2016). Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Helios Consorcio Vial. (Ambril de 2008). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Vial Ruta del Sol -Sector I: Villeta- El Koran. Bogota.
- Helios Consorcio Vial. (2008). *Estudio de Impactos Ambiental del Proyecto Vial Ruta del Sol Sector I: Villeta - El Koran.* Bogotá.
- Hernandez Sampieri, C. F.-C. (2006). *Metodología de la investigación.* Mexico .
- Hidritec. (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.hidritec.com/hidritec/desarenadores-desengrasadores>
- IDEAM & DANE. (2009). *Diseño del marco conceptual y metodológico del Inventario Forestal Nacional.* Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2015).
- INVIAS. (2011). *Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura.*
- INVIAS. (2011). *Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial.*
- INVIAS. (s.f.). Manual de drenaje para carreta. Sección 6.2.1.1 Figura 6.1. En *Socavación general - Definición de variables de referencia.*
- JOHANSON, D. (1974). Ecology of Vascular epiphytes in West Africa Forest. *Acta Phytogeografa*, (pág. 136). Suecia.
- LOPÉZ-RÍOS, D. G.-G.-G. (2003). Ecología de las plantas Epífitas. *Chapingo*, 1001-111.
- MAVDT. (2010). *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales.* Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MAVDT, M. d. (2010). *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales.* Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2006). *Resolución 627.* Bogotá.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2010). *Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire.* Bogota D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (27 de Noviembre de 2009). Resolución 2320 de 2009. Bogota, Colombia.
- Ministerio de Desarrollo Economico. (2008). RAS .
- Naranjo, E. J. (2000). Estimación de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. En E. M. Cabrera, *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica* (págs. 37-46). Paraguay: Fund. Moises.
- O.A MELO. (1997). *Evaluación de la estructura y la diversidad floral en un bosque.* Ibaguè: Universidad del Tolima.
- Opepa.* (1983). Obtenido de http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=285&Itemid=30

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Construcción Vial	 Construcción	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO VIAL DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO PEDREGAL –CATAMBUCO UF 4 Y UF5.1, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015
CSH-4-AM-AM-EIA-0013-9			Versión 10
		Julio de 2017	

- Organización Panamericana de la Salud, CEPIS/OPS, & OMS. (2013). *Guía de orientación de Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>
- Painter, L. (1999). *Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Peraza., C. C. (2004). Adiciones a la avifauna de un cafetal con sombrío en la mesa de los santos (santander Colombia). *Universitas Scientarum*, 19-32.
- REPUBLICA, P. D. (2005). *DECRETO 4741*. BOGOTA.
- Roldan, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 175.
- SAP. (2015). *SAP*. Obtenido de Universidad de Chile: www.sap.uchile.cl/descargas/suelos/029Textura.pdf
- SAS, A. I. (s.f.). *ABL Internacional SA*. Obtenido de www.ablsa.com
- Sostoa, A. G. (2005). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la directiva Marco del agua. Protocolo y muestreo de análisis para Ictiofauna*. Barcelona: Confederación hidrográfica del Hebro.
- States, E. U. (2000). *Hot mix asphalt production and testing*. *Universidad nacional*. (18 de Julio de 2016). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_31_t ratamientos_minimos_requeridos_para_los_vertidos_industriales.html
- Venta de baños portátiles*. (18 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.ventadebanosportatiles.com/>
- Venta de Baños portátiles*. (07 de 2016). Obtenido de <http://www.ventadebanosportatiles.com/>
- vial, H. C. (06 de Julio de 2016). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL RUTA DEL SOL – SECTOR I: VILLET A – EL KORÁN*. Obtenido de <http://docplayer.es/14050829-Capitulo-4-demanda-uso-y-aprovechamiento-de-recursos-naturales.html>
- Villareal H., M. Á. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vivas, F. C. (2008).
- Voss, R. E. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests : a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH*, 1-115.
- WOLF, J. H. (2009). *A protocol for sampling vasculare epiphyte richness and abundance*. *Journal of Tropical Ecology*.
- ZOTZ, G. B. (2011). Sampling vascular epiphyte diversity - Species richness and community stucture. *Ecotropica*, 103-112.