

**CONTROL DE LA REVISIÓN**

<b>Revisión</b>	<b>Descripción</b>	<b>Numerales que cambian de la anterior revisión</b>	<b>Fecha</b>
0	Primera entrega PAGA Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo		30/08/2017
1	Segunda entrega PAGA Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo		29/09/2017
2	Tercera entrega PAGA Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo		07/12/2017
3	Cuarta entrega PAGA Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo		29/12/2017

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>3. ÁREA DE INFLUENCIA Y LÍNEA BASE AMBIENTAL.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 MEDIO ABIÓTICO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1 Agua .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1.1 Hidrología .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1.2 Cruces sobre cuerpos de agua .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1.3 Calidad del agua.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.2 Suelo.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2.1 Uso actual de los suelos en la unidad funcional 6 – sector Putumayo .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2.2 Perdida en el uso del suelo.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3 Atmósfera .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3.1 Clima.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3.1.1 Precipitación .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3.1.2 Temperatura.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.3.1.3 Humedad relativa.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3.1.4 Brillo solar .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3.2 Calidad de aire.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.3.2.1 Material Particulado PST .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.3.2.2 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.3.2.3 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.3.2.4 Monóxido de carbono (CO) .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.3.2.5 Conclusiones respecto a la calidad del aire en el área de influencia del proyecto .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.3.3 Ruido .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.3.3.1 Resultados de los monitoreos de ruido ambiental en día hábil .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.3.3.2 Resultado de los monitoreos de ruido ambiental en día no hábil .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.3.3.3 Conclusiones respecto a los niveles de ruido ambiental en los puntos de monitoreo</b>	<b>38</b>
<b>3.1.3.3.4 Información complementaria .....</b>	<b>38</b>

<b>3.1.4</b>	<b>Riesgos y amenazas .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.4.1</b>	<b>Identificación de amenazas .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.4.2</b>	<b>Amenaza por sismicidad .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.4.3</b>	<b>Amenaza por procesos de remoción en masa .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.4.4</b>	<b>Amenaza por incendios forestales.....</b>	<b>42</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 3-1.</b>	<b>Principales fuentes hídricas en el municipio de Mocoa .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 3-2.</b>	<b>Sub cuencas presentes en el municipio de Mocoa.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 3-3.</b>	<b>Microcuencas en el municipio de Mocoa .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 3-4.</b>	<b>Cruces sobre cuerpos de agua de las actividades a desarrollar en la UF6 – sector putumayo</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 3-5.</b>	<b>Recipientes y preservación de muestras .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 3-6.</b>	<b>Puntos de muestreo de aguas superficiales .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 3-7.</b>	<b>Resultados de los muestreos realizados para la UF6 – sector Putumayo .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3-8.</b>	<b>Caracterización del uso actual del suelo a partir de la correlación con las coberturas de la tierra, para la unidad funcional 6 – sector Putumayo.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 3-9.</b>	<b>Caracterización del uso actual del suelo para áreas de intervención de la unidad funcional 6 – sector Putumayo .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 3-10.</b>	<b>Perdida o ganancia del suelo.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3-11.</b>	<b>Estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 3-12.</b>	<b>Valores medios mensuales multianuales de precipitación .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3-13.</b>	<b>Valores mínimos, medios y máximos de temperatura en la estación Mocoa Acueducto</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 3-14.</b>	<b>Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa para la estación Mocoa Acueducto.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3-15.</b>	<b>Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar para la estación Mocoa Acueducto</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3-16.</b>	<b>Localización estaciones monitoreo calidad de aire UF-6 – sector Putumayo.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 3-17.</b>	<b>Concentraciones diarias partículas suspendidas totales (PST) .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 3-18.</b>	<b>Concentraciones diarias de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 3-19.</b>	<b>Concentraciones diarias de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 3-20.</b>	<b>Concentraciones de monóxido de carbono promedio cada 8 horas .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3-21.</b>	<b>Resultados monitoreo de monóxido de carbono promedio de 1 hora.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3-22.</b>	<b>Localización puntos de monitoreo de ruido ambiental UF-6 – sector Putumayo</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3-23.</b>	<b>Resultados monitoreos de ruido ambiental diurno día hábil .....</b>	<b>36</b>

<b>Tabla 3-24.</b>	<b>Resultados monitoreos de ruido ambiental nocturno día hábil.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3-25.</b>	<b>Resultados monitoreos de ruido ambiental diurno día no hábil.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3-26.</b>	<b>Resultados monitoreos de ruido ambiental nocturno no hábil .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3-27.</b>	<b>Calificación de la amenaza.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3-28.</b>	<b>Calificación de la vulnerabilidad .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3-29.</b>	<b>Evaluación del riesgo .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3-30.</b>	<b>Identificación de amenazas.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3-31.</b>	<b>Características de inflamabilidad de las principales coberturas del área de estudio</b>	<b>43</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 3-1. Principales cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3-2. Cruces cuerpos de agua Unidad Funcional 6 – sector Putumayo.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3-3. Puntos de monitoreo calidad de agua UF6 – sector Putumayo .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3-4. Uso actual Mejoramiento 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3-5. Uso actual Mejoramiento 2.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3-6. Uso actual peaje y área de pesaje .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3-7. Estaciones climatológicas – Unidad Funcional 6 – sector Putumayo .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3-8. Precipitación media mensual multianual .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3-9. Comportamiento de los valores de temperatura mensual multianual en la estación Mocoa Acueducto.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3-10. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa para la estación Mocoa Acueducto .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3-11. Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar en la estación Mocoa Acueducto .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3-12. Localización de las estaciones para el monitoreo de calidad de aire .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3-13. Localización puntos de monitoreo de ruido ambiental.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3-14. Mapa de amenaza sísmica en el área de influencia.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 3-15. Mapa de amenaza sísmica de Colombia.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3-16. Mapa de amenaza por remoción en masa .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 3-17. Mapa de amenaza por incendios .....</b>	<b>43</b>

## **INDICE DE FOTOGRAFÍAS**

<b>Fotografía 3-1. Muestreo en el punto UF6-1. Aguas Arriba.....</b>	<b>15</b>
<b>Fotografía 3-2. Muestreo en el punto UF6-1. Aguas Abajo .....</b>	<b>15</b>
<b>Fotografía 3-3. Obras de drenaje .....</b>	<b>21</b>
<b>Fotografía 3-4. Infraestructura vial .....</b>	<b>22</b>
<b>Fotografía 3-5. Estación 1: 159 - Condagua.....</b>	<b>28</b>
<b>Fotografía 3-6. Estación 2: 001 - Mocoa.....</b>	<b>28</b>

### 3. ÁREA DE INFLUENCIA Y LÍNEA BASE AMBIENTAL

#### 3.1 MEDIO ABIÓTICO

En el presente capítulo se desarrollan los componentes característicos de éste medio para el área de influencia asociada a la rehabilitación y mejoramiento de la unidad funcional 6 – sector Putumayo, la cual se encuentra en su totalidad en jurisdicción del municipio de Mocoa con una longitud de intervención de 19043 m, iniciando en la cabecera municipal en la abscisa 1+600, y extendiéndose en sentido norte hasta la abscisa 20+643 sobre el Río Caquetá. La información presentada fue tomada principalmente del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (en adelante PBOT) del municipio de Mocoa<sup>1</sup>, de estudios realizados en la región por entidades estatales o privadas, e información recolectada en campo.

##### 3.1.1 Agua

El departamento de Putumayo es bañado por múltiples cuerpos de agua lénticos y lóuticos, los cuales hacen parte de las cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo, que a su vez pertenecen a la vertiente del Río Amazonas.

###### 3.1.1.1 Hidrología

El municipio de Mocoa se caracteriza por su amplia oferta hídrica, la cual se relaciona con su ubicación sobre el pie de monte amazónico y la influencia del Nudo Andino del Macizo Colombiano sobre la región, ya que en él nace el Río Caquetá. El área de influencia pertenece al área hidrográfica Amazonas, en la zona hidrográfica Caquetá y en la sub zona hidrográfica Alto Caquetá.

Las principales fuentes hídricas presentes en el municipio son: el río Caquetá, Mocoa, Rumiyaco, y Afán; siendo estas, las cuencas que determinan la dinámica hidrológica del municipio y cuya longitud y drenajes tributarios son presentados en la Tabla 3-1. Las sub cuencas que comprenden las cuencas del municipio son descritas de manera general en la Tabla 3-2 de acuerdo con la información presentada en el PBOT del municipio.

**Tabla 3-1. Principales fuentes hídricas en el municipio de Mocoa**

Cuencas	Tributarios	Longitud (km)
Rio Caquetá	R. Cascabel	31
	R. Ticuanayoy	27.5
	R. Mocoa	57
	Q. Tiringuara	16.5
	Q. Sixe	7.2
	Q. Sardinias	4.0
	Q. Sabaleta	4.0
Rio Mocoa	R. Patoyaco	7.1
	R. Titango	15
	R. Mulato	12.5
	R. Rumiyaco	14.5
	R. Afán	12.5
	R. Pepino	17.6
	Q. Sachamates	7.1
	Q. Tamboscuro	2
	Q. Tortuga	9.5
	Q. Chapulina	4.5
	Q. Conejoyaco	4

<sup>1</sup> COLOMBIA. Concejo Municipal de Mocoa. Acuerdo No. 013 (17 de mayo de 2002). Por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Mocoa. Mocoa, 2002

Cuencas	Tributarios	Longitud (km)
	Q. Tolsoy	3
	Q. Filangayaco	2
	Q. Pueblo Viejo	2.5
	Q. Hornoyaco	2.7
	Q. Curiyaco	5.2
	Q. Platanera	3.2
	Q. Cascajal	2.5
	Q. Cristales	2.7
	Q. Minayaco	6.2
	Q. La Barnicera	7
	Q. Campucana	3.5
	Q. Piedralisa	1.5
	Q. Almorzadero	3.5
	Q. Taruca	8.5
	Q. Taruquita	1.7
	Q. Pepino	7
	Q. Sungayaco	4
	Q. Canalendres	2.8
	Q. Dantayaco	5.1
	Río Rumiyaco	Q. Chontayaco
Q. Golondrino		2.2
Q. Lagarto		3.7
Río Afán	Q. Yanamuco	6
	Q. Ponchayaco	2.2
	Q. Galindo	3.7
	Q. Aguahedionda	4.5
	Q. Mina De Oro	3.2

Fuente: PBOT Municipio de Mocoa, 2002. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-2. Sub cuencas presentes en el municipio de Mocoa**

Sub cuenca	Descripción
Río Cascabel	La margen izquierda o sur de esta sub cuenca pertenece al municipio, donde nacen algunas de sus corrientes tributarias.
Río Mocoa	Pertenece casi en su totalidad al municipio de Mocoa, éste río nace en la confluencia de los ríos Titango y Patoyaco, en límites con el municipio de San Francisco, luego, recorre toda el área central del municipio, bañando el casco urbano municipal y confluyendo al río Caquetá al frente de la Inspección de Puerto Limón. Entre sus afluentes se destacan los ríos Pepino, Rumiyaco, Zangoyaco y Afán.
Río Mecaya	Al sur de la Inspección de Puerto Limón nacen en el territorio de Mocoa los ríos Caimán y Picudo, afluentes de este importante río.
Río Caquetá	Una gran cantidad de quebradas y algunos ríos desembocan directamente al río Caquetá, como son el Tilincuará, Ticuanayoy, Zancudo entre otros.
Río Putumayo	Entre sus afluentes se destacan el río Cristales que define el límite con el municipio de San Francisco, también se encuentra la parte baja del río Blanco, la quebrada Yuruyaco, la cual es el límite natural con el municipio de Villagarzón y los nacimientos de los ríos Guineo, Eslabón, y Naboyaco.

Fuente: PBOT Municipio de Mocoa, 2002. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

Las microcuencas que se encuentran en el municipio de Mocoa son descritas en la Tabla 3-3.

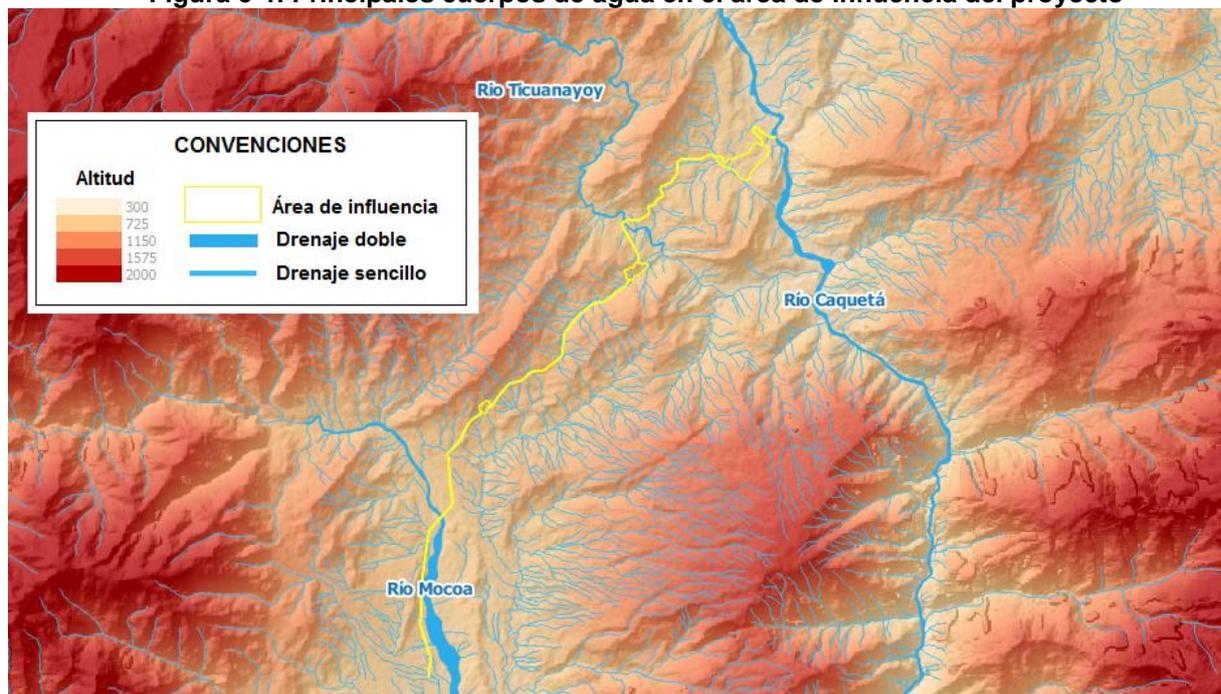
**Tabla 3-3. Microcuencas en el municipio de Mocoa**

Microcuenca	Descripción
La Taruca	Se encuentra ubicada en la parte noroccidental del municipio de Mocoa con un área de 5.565 Km <sup>2</sup> y una longitud de 13,25 Km.
Río Sangoyaco	Se encuentra en la zona noroccidental del municipio, ubicada en la cordillera andina y nace en la laguna Sangoyaco aproximadamente a 1.100 m S.N.M. Recorre aproximadamente 5,9 Km y desemboca sobre el río Mocoa. La coordenadas del nacimiento es: 1.040.770 E 621.260 N.
Río Mulato	Se ubica en la parte noroccidental del municipio de Mocoa, con una extensión de 17,8 Km <sup>2</sup> y recorre aproximadamente 12,25 km. La coordenada del nacimiento es: 622.370 N 1.038.000 E y las de su desembocadura: 618.220 m N 1.048.850 E. La microcuenca se encuentra atravesada por dos vías, el río bordea los barrios y veredas del municipio de Mocoa.

Fuente: PBOT Municipio de Mocoa, 2002. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

Finalmente, para el área de influencia del proyecto, las corrientes de agua de mayor importancia son las quebradas Afanchiquito y San Antonio; y los ríos Ticuanayoy, Caquetá y Mocoa, los cuales pueden ser observados en la Figura 3-1.

**Figura 3-1. Principales cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto**



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2017.

### 3.1.1.2 Cruces sobre cuerpos de agua

Teniendo en cuenta los cuerpos de agua que son atravesados por la unidad funcional 6 – sector Putumayo, (en adelante UF6 – sector Putumayo) se realizó un inventario de cruces sobre cuerpos de aguas que es presentado en la Tabla 3-4, los cuales pueden ser observados en la Figura 3-2.

Es importante aclarar que de la relación de cruces sobre cuerpos de agua, solo siete (7) requieren permiso de ocupación de cauces (resaltados en color gris en la Tabla 3-4), ya que sobre estos se desarrollaran obras hidráulicas para la rehabilitación y mejoramiento de la UF6 – Sector Putumayo; los cruces restantes, solo hacen parte del inventario de cruces sobre cuerpos de agua del presente PAGA y no se contempla el desarrollo de actividades que impliquen modificar las obras hidráulicas en esos puntos.

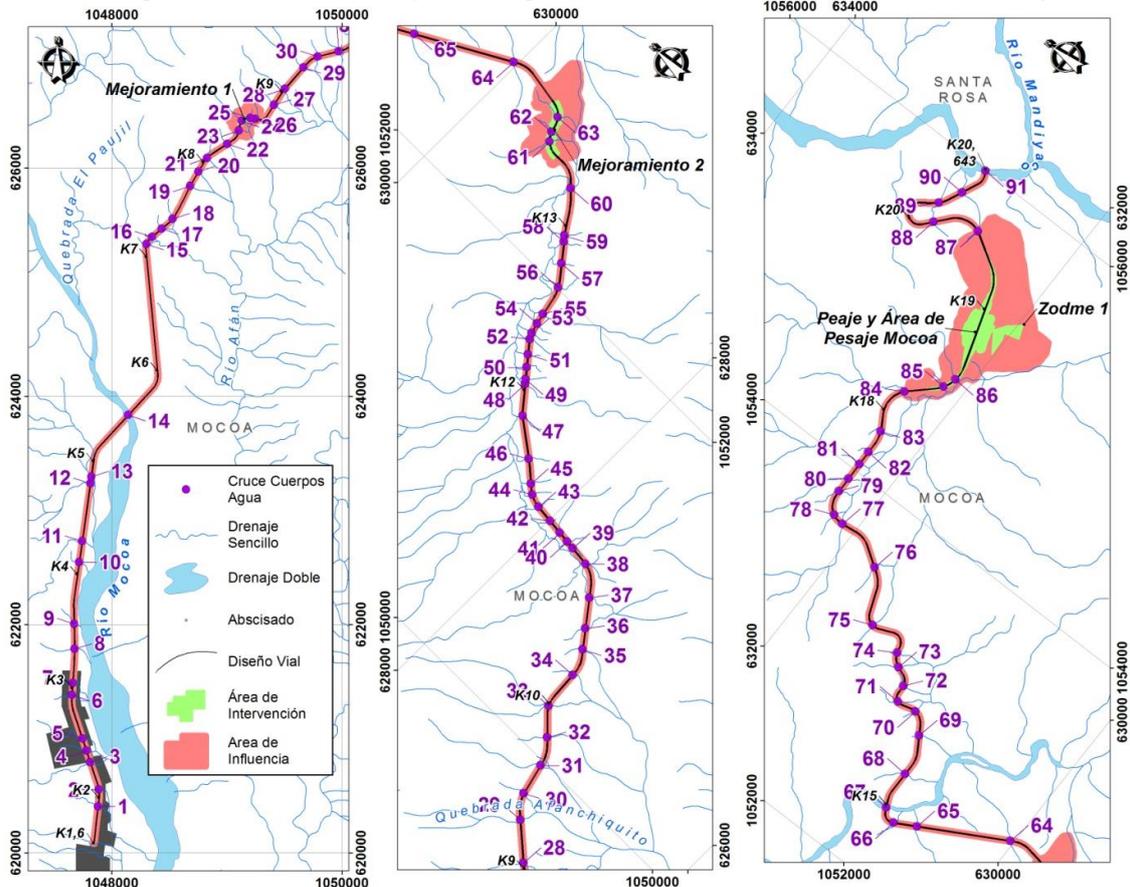
**Tabla 3-4. Cruces sobre cuerpos de agua de las actividades a desarrollar en la UF6 – sector putumayo**

ID Cruce	Este	Norte	Nombre cuerpo de agua	ID Cruce	Este	Norte	Nombre cuerpo de agua
1	1047883,11	620406,51	Afluente al Río Mocoa	46	1051183,75	628331,60	Afluente a Quebrada San Antonio
2	1047887,40	620554,00	Afluente al Río Mocoa	47	1051334,99	628533,64	Afluente a Quebrada San Antonio
3	1047813,38	620795,22	Afluente al Río Mocoa	48	1051475,89	628653,63	Afluente a Quebrada San Antonio
4	1047780,73	620894,69	Afluente al Río Mocoa	49	1051498,81	628672,50	Afluente a Quebrada San Antonio
5	1047746,19	620999,92	Afluente al Río Mocoa	50	1051551,53	628715,90	Afluente a Quebrada San Antonio
6	1047656,18	621383,62	Afluente al Río Mocoa	51	1051609,40	628763,54	Afluente a Quebrada San Antonio
7	1047662,53	621488,39	Afluente al Río Mocoa	52	1051679,01	628818,51	Afluente a Quebrada San Antonio
8	1047678,59	621786,46	Afluente al Río Mocoa	53	1051711,61	628835,97	Afluente a Quebrada San Antonio
9	1047674,39	622007,33	Afluente al Río Mocoa	54	1051771,74	628854,11	Afluente a Quebrada San Antonio
10	1047718,81	622546,62	Afluente al Río Mocoa	55	1051836,32	628868,53	Afluente a Quebrada San Antonio
11	1047744,76	622732,02	Quebrada San Antonio	56	1052006,56	628916,23	Afluente a Quebrada San Antonio
12	1047815,81	623239,94	Quebrada La Bijagua	57	1052119,39	629000,82	Afluente a Quebrada San Antonio
13	1047823,69	623296,22	Afluente a Quebrada La Bijagua	58	1052217,02	629079,16	Afluente a Quebrada San Antonio
14	1048144,84	623837,16	Río Mocoa	59	1052245,39	629102,25	Afluente a Quebrada San Antonio
14 A	1048293,98	623997,76	Afluente al Río Mocoa	60	1052465,67	629272,11	Quebrada Linche
15	1048301,87	625335,45	Afluentes al Río Afán	61	1052570,12	629548,89	Afluente a Quebrada San Antonio
16	1048351,03	625399,56	Afluentes al Río Afán	62	1052617,36	629579,44	Afluente a Quebrada San Antonio
17	1048435,64	625471,52	Afluentes al Río Afán	63	1052704,16	629615,61	Afluente a Quebrada San Antonio
18	1048530,85	625557,78	Afluentes al Río Afán	64	1052751,03	630021,80	Afluente al Río Ticuanayoy
19	1048681,74	625845,15	Afluentes al Río Afán	65	1052462,40	630540,51	Afluente al Río Ticuanayoy
20	1048754,59	625973,04	Afluentes al Río Afán	66	1052389,09	630672,45	Afluente al Río Ticuanayoy
21	1048828,89	626089,99	Afluentes al Río Afán	67	1052438,18	630767,25	Río Ticuanayoy
22	1049004,35	626214,61	Afluentes al Río Afán	68	1052678,52	630804,40	Afluente al Río Ticuanayoy
23	1049105,75	626330,84	Afluentes al Río Afán	69	1052923,12	630884,87	Afluente al Río Ticuanayoy

ID Cruce	Este	Norte	Nombre cuerpo de agua	ID Cruce	Este	Norte	Nombre cuerpo de agua
24	1049132,22	626414,83	Afluentes al Río Afán	70	1053028,90	630997,76	Afluente al Río Ticuanayoy
25	1049205,53	626440,77	Afluentes al Río Afán	71	1053010,07	631121,47	Afluente al Río Ticuanayoy
26	1049249,00	626431,39	Afluentes al Río Afán	72	1053109,78	631156,70	Afluente al Río Ticuanayoy
27	1049411,95	626556,97	Afluente a Quebrada Afanchiquito	73	1053184,24	631252,59	Afluente al Río Ticuanayoy
28	1049505,13	626696,19	Afluente a Quebrada Afanchiquito	74	1053251,41	631317,04	Afluente al Río Ticuanayoy
29	1049668,75	626885,68	Quebrada Afanchiquito	75	1053293,09	631545,33	Afluente al Río Caquetá
30	1049791,07	626980,41	Afluente a Quebrada Afanchiquito	76	1053588,55	631760,90	Afluente al Río Caquetá
31	1049974,05	627026,72	Afluente a Quebrada Afanchiquito	77	1053681,50	632089,63	Afluente al Río Caquetá
32	1050116,04	627114,13	Afluente a Quebrada Afanchiquito	78	1053694,98	632166,42	Afluente al Río Caquetá
33	1050251,08	627237,85	Afluente a Quebrada Afanchiquito	79	1053831,94	632234,84	Afluente al Río Caquetá
34	1050475,94	627267,14	Afluente a Quebrada Afanchiquito	80	1053931,27	632236,97	Afluente al Río Caquetá
35	1050621,28	627330,33	Afluente a Quebrada Afanchiquito	81	1054045,86	632239,44	Afluente al Río Caquetá
36	1050718,49	627405,64	Afluente a Quebrada San Antonio	82	1054139,81	632241,46	Afluente al Río Caquetá
37	1050860,99	627516,04	Quebrada San Antonio	83	1054290,26	632261,76	Afluente al Río Caquetá
38	1050983,43	627669,92	Afluente a Quebrada San Antonio	84	1054581,88	632299,94	Afluente al Río Caquetá
39	1050996,04	627787,75	Afluente a Quebrada San Antonio	85	1054756,52	632126,15	Afluente al Río Caquetá
40	1051000,80	627836,14	Afluente a Quebrada San Antonio	86	1054839,86	632094,82	Afluente al Río Caquetá
41	1051007,38	627902,95	Afluente a Quebrada San Antonio	87	1055665,16	632561,43	Afluente al Río Caquetá
42	1051016,06	627991,12	Afluente a Quebrada San Antonio	88	1055541,21	632817,11	Afluente al Río Caquetá
43	1051026,42	628095,43	Afluente a Quebrada San Antonio	89	1055655,63	632866,84	Afluente al Río Caquetá
44	1051050,88	628170,14	Afluente a Quebrada San Antonio	90	1055796,81	632792,19	Afluente al Río Caquetá
45	1051090,20	628221,14	Afluente a Quebrada San Antonio	91	1055996,46	632759,81	Río Caquetá

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2017.

**Figura 3-2. Cruces cuerpos de agua Unidad Funcional 6 – sector Putumayo**



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2017.

### 3.1.1.3 Calidad del agua

Con el fin de contar con información actualizada acerca de la calidad del agua y teniendo en cuenta que el proyecto requiere realizar obras de rehabilitación y mejoramiento, las cuales incluyen siete (7) intervenciones sobre cuerpos de agua (ocupaciones de cauce relacionadas en el capítulo 2 y capítulo 7 del presente PAGA), se realizarán monitoreos de calidad de agua 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo sobre los cuerpos de agua asociados antes de iniciar las obras; los parámetros que se monitorearán serán los siguientes: sólidos suspendidos, sólidos totales, temperatura, DQO, DBO<sub>5</sub>, color, grasas y aceites y turbiedad. Los resultados de estos monitoreos serán incluidos en el presente PAGA.

A continuación, se presenta una caracterización general de la calidad del agua a partir de los monitoreos realizados sobre un afluente de la quebrada San Antonio y la información presentada en el documento “Actualización y Complementación del Estudio de Impacto Ambiental para la Variante San Francisco – Mocoa”.

Los análisis de calidad de agua de la UF6 – Sector Putumayo, se realizaron a través del Laboratorio Environmental Services de la sociedad SGS COLOMBIA S.A.S. – Sede Bogotá, que cuenta con acreditación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Para el análisis de resultados de la calidad de Agua, se tomó como referencia de comparación el Capítulo 3. Ordenamiento Del Recurso Hídrico y Vertimientos del Decreto 1076 de 2015, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

En el área de estudio de la UF6 – sector Putumayo, se llevaron a cabo análisis de grasas y aceites así como de sólidos suspendidos totales sobre un afluente de la quebrada San Antonio, con el fin de evaluar la calidad de agua de las fuentes hídricas ubicadas en el área de influencia del proyecto, y cumplir con los lineamientos para la elaboración del Plan de Adaptación de la Gua Ambiental (PAGA). En la Tabla 3-5 se presentan los recipientes, los métodos de preservación y los métodos de análisis empleados para cada parámetro evaluado; por otro lado, en la Tabla 3-6 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo definidos y que pueden ser observados en la Figura 3-3.

**Tabla 3-5. Recipientes y preservación de muestras**

Parámetro	Recipiente	Preservación	Método
Grasas y Aceites mg /L	Vidrio boca ancha	Refrigeración + H2SO4 Hasta pH <2	Partición Infrarrojo NTC 3362 - Método C
Sólidos Suspendidos Totales	Vidrio – plástico	Refrigeración	Gravimétrico S.M. 2540-D

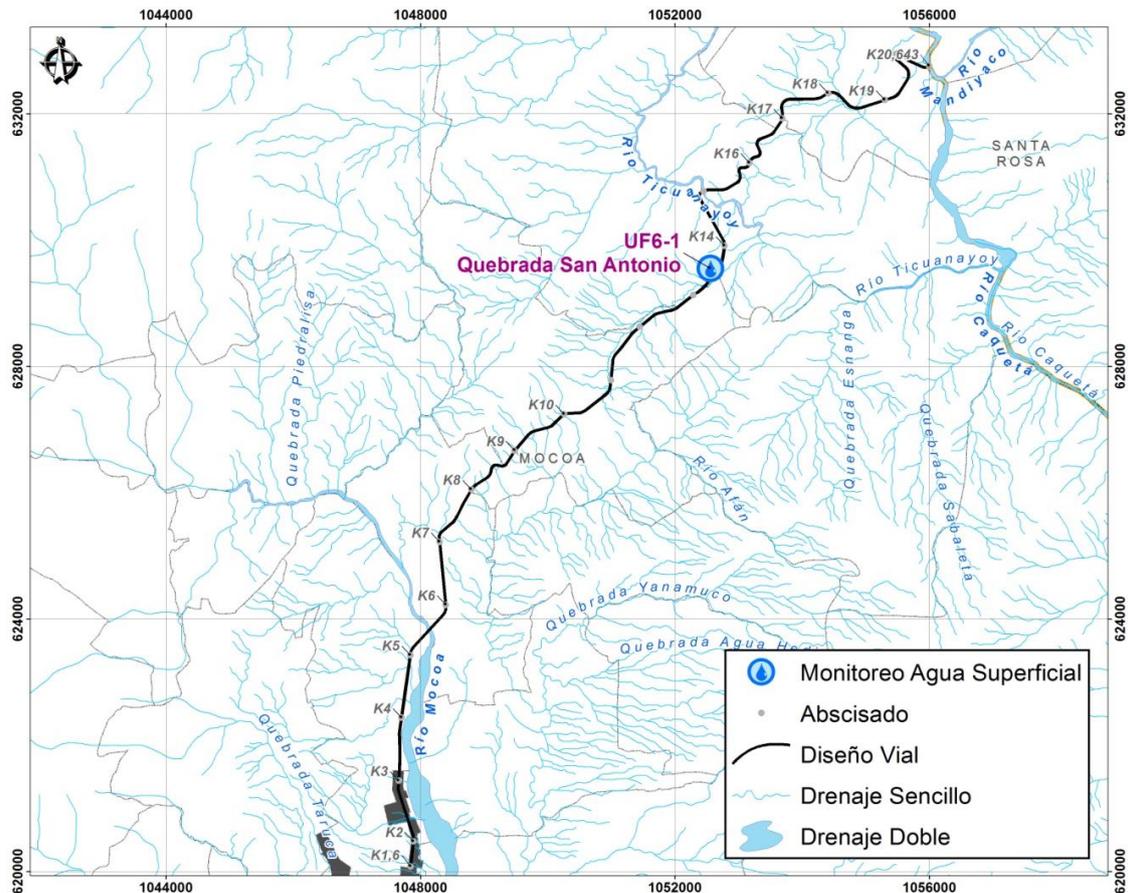
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-6. Puntos de muestreo de aguas superficiales**

Nombre del punto de muestreo	Tipo de cuerpo de agua	Nombre del cuerpo de agua	PR Aprox. del cruce de la vía y cuerpo de agua	Coordenadas (Magna Sirgas Origen Oeste)	
				Este	Norte
UF6-1. Aguas Arriba	N/A	Sin nombre	PR 13+450	1052547	629563
UF6-1. Aguas Abajo				1052561	629557

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-3. Puntos de monitoreo calidad de agua UF6 – sector Putumayo**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Como se puede observar en la Tabla 3-7, en ambos puntos de muestreo la concentración de grasas y aceites fue menor al límite de cuantificación de 2,2 mg/L, mientras que los resultados para sólidos suspendidos totales (SST) en los puntos presentaron las siguientes variaciones: en el punto de muestreo “UF6-1. Aguas Arriba”, la concentración de SST fue menor al límite de cuantificación de 2,8 mg/L, por el contrario en el punto de muestreo “UF6-1. Aguas Abajo” se presentó una concentración de 12,6 mg/L de SST, ésta última concentración de SST puede estar asociada a proceso erosivos en las orillas del cauce y al transporte de sólidos promovido por el aumento del caudal cuando se producen precipitaciones.

El informe de laboratorio y la cadena de custodia de las muestras pueden ser consultadas en el anexo (UF6\_P\_ALIADAS\_AN3\_01\_Calidad\_de\_Agua).

**Tabla 3-7. Resultados de los muestreos realizados para la UF6 – sector Putumayo**

Nombre del punto de muestreo	Grasas y aceites (mg GyA/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
UF6-1. Aguas Arriba	<2,2	<2,8
UF6-1. Aguas Abajo	<2,2	12,6

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Es importante resaltar que la alta concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua puede afectar la diversidad de las comunidades hidrobiológicas debido a la reducción en la penetración de la luz solar, interrumpiendo el proceso de fotosíntesis. También es importante señalar que el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS, establece límites máximos permisibles de concentración de acuerdo a los usos que se le den al recurso, sin embargo, las concentraciones de grasas y aceites, y de sólidos suspendidos totales no son contempladas en el tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (Art. 2.2.3.3.9.3), en la desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (Art. 2.2.3.3.9.4), en los Criterios de calidad para uso agrícola (Art. 2.2.3.3.9.5), en los criterios de calidad para uso pecuario (Art. 2.2.3.3.9.6), ni en los criterios de calidad para preservación de flora y fauna (Art. 2.2.3.3.9.10).

Teniendo en cuenta lo anterior y los resultados de los muestreos realizados, es posible establecer que la presencia de estos compuestos en los puntos de muestreo es casi nula y no afectan las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto.

**Fotografía 3-1. Muestreo en el punto UF6-1. Aguas Arriba**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Fotografía 3-2. Muestreo en el punto UF6-1. Aguas Abajo**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Como fuente de información complementaria para la caracterización de la calidad del agua en el área de influencia, se tomó la información presentada en el documento denominado “Actualización y

Complementación del Estudio de Impacto Ambiental para la Variante San Francisco – Mocoa<sup>2</sup>, en el cual se expone que de acuerdo con los análisis de calidad de agua efectuados por el Departamento Administrativo de Salud del Putumayo en el 2005, el agua que toman sus ciudadanos es de mala calidad, y en la mayoría de los casos se considera NO APTA para consumo humano, principalmente por la presencia de coliformes totales y fecales y por el incumplimiento de la norma en algunos parámetros de calidad físico-químicos como Cloro residual, sulfatos, color, turbiedad y pH. El acueducto de Mocoa se alimenta de varias fuentes de agua, entre ellas el río Afán, el río Mulato, la Quebrada Ornoyaco, entre otras.

La Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA, expidió la Resolución 0078 del 2 de febrero de 2006, por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad de agua en las cabeceras municipales de su jurisdicción, entre las que se encuentra la del municipio de Mocoa.

Los parámetros tenidos en cuenta por la Resolución 0078 del 2 de febrero de 2006 son oxígeno disuelto (OD), DBO<sub>5</sub>, Sólidos flotantes, grasas y aceites, Hidrocarburos, sedimentos, olores agresivos, pH y temperatura, determinando los niveles registrados en la situación actual y los deseados para las fuentes Río Mocoa y el río San Francisco, y para los usos de paisajismo urbano y asimilación y de Preservación de flora y fauna con criterios de uso doméstico.

Como parte de ese estudio, se determinaron las características fisicoquímicas de las diferentes fuentes superficiales interceptadas por la variante de San Francisco, encontrando lo siguiente:

- Río Mocoa

Se caracteriza por su baja concentración de electrolitos, lo que se manifiesta en la baja conductividad eléctrica de sus aguas, sin embargo, existe predominio neto de los iones Ca<sup>++</sup>, siendo su concentración apreciable en relación con restantes elementos minerales. Esto al parecer tiene relación con los mármoles de la parte alta de su cuenca y las calizas de formación Mocoa, los cuales al ser lavados por las aguas de escorrentía aportan carbonatos de calcio y contribuyen a la dureza de las aguas.

Se aprecia baja alcalinidad y déficit en compuestos nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>), importantes para el desarrollo de la vida acuática. El hecho de que las concentraciones de CO<sub>2</sub> medidas “in situ” sean extremadamente bajas, hace pensar que existe una fuerte interacción entre el CO<sub>2</sub> y el Ca<sup>++</sup> de las calizas de la cuenca, que al formar bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>=</sup>) contribuye a la alcalinidad de las aguas.

En cuanto al oxígeno disuelto, las características torrenciales del curso alto del Río Mocoa ocasionan una buena oxigenación de las aguas que llegan incluso a la sobresaturación. En las condiciones actuales la carga orgánica es mínima, como lo indican los resultados del análisis de DBO realizados.

- Otras Fuentes superficiales

Adicionalmente, en ese mismo estudio<sup>3</sup> se monitorearon otras fuentes de agua, por medio del laboratorio Asa – Franco & Cía, durante el periodo del 17 al 29 de junio de 2007 para efectuar la toma de muestras y posterior análisis. En total se visitaron 35 fuentes superficiales de agua, de las cuales 33 fueron caracterizadas, ya que dos quebradas definidas inicialmente, se encontraban totalmente secas; Las 35 fuentes superficiales monitoreadas como parte de la evaluación realizada en el área de influencia directa de dicho estudio fueron las siguientes:

- Caño San Antonio
- Nacedero Fondo Ganadero
- Quebrada Serreño
- Quebrada Solterayaco

<sup>2</sup> COLOMBIA. Putumayo. CONSORCIO DIN SEDIC, ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL “ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL VARIANTE SAN FRANCISCO – MOCOA” Mayo de 2008. Pág. 48.

<sup>3</sup> Ibid

- Quebrada Campucana
- Quebrada Chorlavi
- Quebrada Conejo 1
- Quebrada Conejo 2
- Quebrada Cristales
- Quebrada El Aguacate
- Quebrada El Duende
- Quebrada El Oso
- Quebrada La Chorrera
- Quebrada La Coquera
- Quebrada La Vieja
- Quebrada Minchoy
- Quebrada Mojaculos
- Quebrada Piedras Lisas
- Quebrada Sachamates
- Quebrada San Antonio
- Quebrada Susunga
- Quebrada Taruca
- Quebrada Tortuga
- Quebrada Vijagual
- Quebradada Rancho Quemado
- Rio Caquetá
- Rio Guineo
- Rio Mocoa Alto
- Rio Mocoa Medio
- Rio Putumayo 1
- Rio Putumayo 2
- Rio Quinchoa
- Rio Rumiayaco
- Rio San Francisco
- Rio San Pedro

Producto de ese monitoreo se evaluaron los parámetros de: pH, temperatura, Oxígeno disuelto, conductividad, color, alcalinidad, acidez, dureza total, fósforo, sólidos totales, sólidos suspendidos, DQO, DBO5, calcio, magnesio, hierro, manganeso, potasio, nitrógeno y coliformes totales y fecales. Una vez analizados los parámetros respectivos, de forma integral se puede concluir lo siguiente:

- Los valores de pH en las 33 corrientes evaluadas oscilaron entre 6.5 y 7.4 unidades, rango que se puede considerar neutro y que cumplía con los criterios de calidad para todos los usos establecidos en el Decreto 1594 de 1984.
- Los valores de temperatura obtenidos oscilaron entre 11 y 22 °C, niveles normales en corrientes superficiales de agua.
- Teniendo en cuenta que algunas corrientes de agua presentan recorridos bastante turbulentos por las características topográficas de su cuenca, propician que sus contenidos de oxígeno sean bastante altos, inclusive muy cercanos al nivel de saturación y en otras corrientes muy cercanas a las poblaciones (quebrada Solterayaco, río San Pedro y quebrada Taruca), los niveles son un poco más bajos pero cumpliendo con los criterios de calidad para los diferentes usos. En general los niveles variaron entre 5.2 y 8.7 mg/l.
- Los valores de conductividad oscilaron entre 13.6  $\mu\text{mhos/cm}$  y 117.3  $\mu\text{mhos/cm}$ , niveles que se pueden considerar normales para aguas de características naturales, con sales disueltas bastante bajas como lo corrobora la dureza total y la alcalinidad.
- Los niveles de color real obtenidos variaron entre 10 y 100 unidades, siendo las más altas con 100 unidades la quebrada Susunga y el río San Pedro, que superan el límite máximo de la norma para consumo humano con previo tratamiento convencional para la potabilización, cuyo valor es 70 unidades. Las quebradas Chorlavi y Quinchoa y los Ríos Putumayo 2 y San Francisco, presentan 70 unidades de color que también se consideran altos
- En términos generales, los valores de alcalinidad oscilaron entre 6.2 y 54.6 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , que se consideran niveles normales para aguas naturales.
- Las concentraciones de acidez fueron muy bajas 1.3 y 7.1 mg/l  $\text{CaCO}_3$ , cuyo rango no constituye problema alguno.
- La dureza es atribuida a la presencia de iones Calcio y Magnesio en las aguas naturales, y es el resultado del contacto con el suelo y formaciones geológicas que aportan los mencionados cationes. Estos cationes pueden asociarse con los aniones como Bicarbonatos,

Carbonatos, Sulfatos, encontrándose las sales respectivas. En el monitoreo efectuado en las 33 corrientes superficiales de agua se encontraron valores 9.3 y 56.7 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, lo que comúnmente las puede clasificar como blandas.

- Los valores de fósforo oscilaron entre 0.01 y 0,6 mg/l. En el Decreto 1594 no se especifica el límite permisible para esta variable, sin embargo, con respecto a los peces y otras formas de vida acuática, en el Water Quality Criteria se establece que para lagos y similares no se debe exceder de 0.05 mg/l P y para ríos de 0.1 mg/l P, con el fin de prevenir la eutrofización.
- El río de mayor concentración de sólidos tanto disueltos como suspendidos fue el Rumiayaco con valores de 464.7 mg/l y 538.5 mg/l respectivamente, debido a que en la actualidad esta corriente es utilizada para extracción de materiales pétreos por la comunidad que además tienen viviendas en los alrededores. De igual manera ocurre con la quebrada Campucana con 772.2 mg/l de sólidos suspendidos y 141.6 mg/l de sólidos disueltos, debido probablemente a la gran capacidad de erosión y arrastre de materiales por su alto caudal. Las demás corrientes presentan niveles que se pueden considerar normales y típicos de fuentes superficiales naturales.
- Para el caso de la DBO<sub>5</sub>, no se detectó en las corrientes monitoreadas y en cuanto a la DQO el máximo valor obtenido fue 14 mg/l, cuyo nivel se considera bajo y típico de corrientes de agua donde el único aportante de materia orgánica es la naturaleza misma, lo que explica los altos niveles de oxígeno disuelto en la mayoría de las corrientes, y la baja presencia de materia orgánica que lo demande para procesos de oxidación.
- A excepción de las quebradas Minchay y Campucana y los ríos Rumiayaco y Caquetá, que presentan niveles de hierro de 6.0, 9.0, 6.6 y 5.0 mg/l respectivamente, las demás corrientes presentan niveles inferiores al límite de 5.0 mg/l para uso agrícola. En el caso del manganeso no se detectó, por lo tanto no existe restricción para uso agrícola en las fuentes monitoreadas.
- Todas las corrientes estudiadas muestran en mayor o menor grado la presencia de coliformes totales, probablemente por la escorrentía que se genera con las lluvias, no todas las corrientes tienen coliformes fecales, porque en su cuenca alta no existen comunidades que utilicen las aguas como receptores de sus vertimientos, o no existen actividades antrópicas que impliquen la presencia de animales o seres humanos que contaminen las aguas.

### 3.1.2 Suelo

#### 3.1.2.1 Uso actual de los suelos en la unidad funcional 6 – sector Putumayo

El uso actual para el presente estudio se encuentra definido por las coberturas de la tierra y las principales actividades que se desarrollan en la zona actualmente. Dentro del área de influencia, se identificaron los siguientes usos actuales de acuerdo a las coberturas encontradas.

En la Tabla 3-8 y Tabla 3-9, se presenta la correlación de las coberturas de la tierra para definir el uso actual del suelo, de la Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo, el cual se plasma en el mapa de uso actual del suelo en la Figura 3-4, Figura 3-5 y Figura 3-6.

**Tabla 3-8. Caracterización del uso actual del suelo a partir de la correlación con las coberturas de la tierra, para la unidad funcional 6 – sector Putumayo**

Cobertura	Símbolo	Uso actual del suelo			Área (Ha)	%
		Grupo	Subgrupo	Sigla		
Bosque de galería y/o ripario	Bgr	Conservación	Recursos hídricos	CRH	9,619	12,0
Bosque denso alto	Bda				7,752	9,7
Cuerpos de agua artificiales	Caa				0,479	0,6
Pastos arbolados	Pa	Ganadera	Pastoreo extensivo	PEX	30,563	38,1

Cobertura	Símbolo	Uso actual del suelo			Área (Ha)	%
		Grupo	Subgrupo	Sigla		
Pastos limpios	PI				9,480	11,8
Vegetación secundaria o en transición	Vst				2,098	2,6
Red vial ferrovía y terrenos asociados	Rvf	Infraestructura/Asentamiento	Transporte	IAT	20,176	25,2
<b>Total</b>					<b>80,168</b>	<b>100</b>

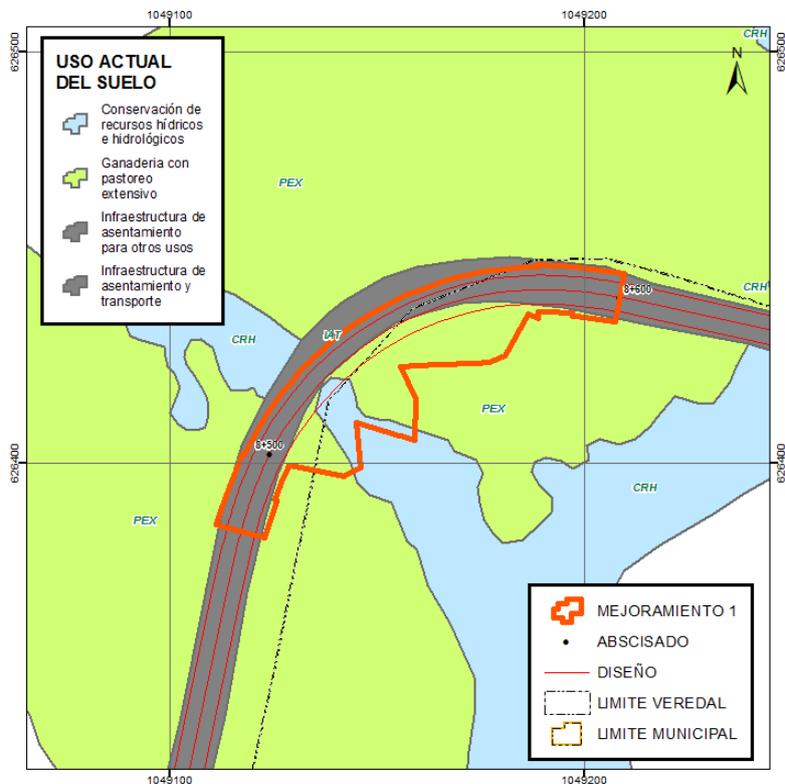
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-9. Caracterización del uso actual del suelo para áreas de intervención de la unidad funcional 6 – sector Putumayo**

ÁREA DE INTERVENCIÓN	USO ACTUAL	SIGLA	ÁREA (Ha)
Mejoramiento 1	Conservación de recursos hídricos e hidrológicos	CRH	0,018
	Infraestructura de asentamiento y transporte	IAT	0,096
	Ganadería con pastoreo extensivo	PEX	0,089
Mejoramiento 2	Conservación de recursos hídricos e hidrológicos	CRH	0,039
	Infraestructura de asentamiento y transporte	IAT	0,157
	Ganadería con pastoreo extensivo	PEX	0,318
Peaje y Área de Pesaje Mocoa	Conservación de recursos hídricos e hidrológicos	CRH	0,834
	Infraestructura de asentamiento y transporte	IAT	1,106
	Ganadería con pastoreo extensivo	PEX	3,985
<b>TOTAL</b>			<b>6,642</b>

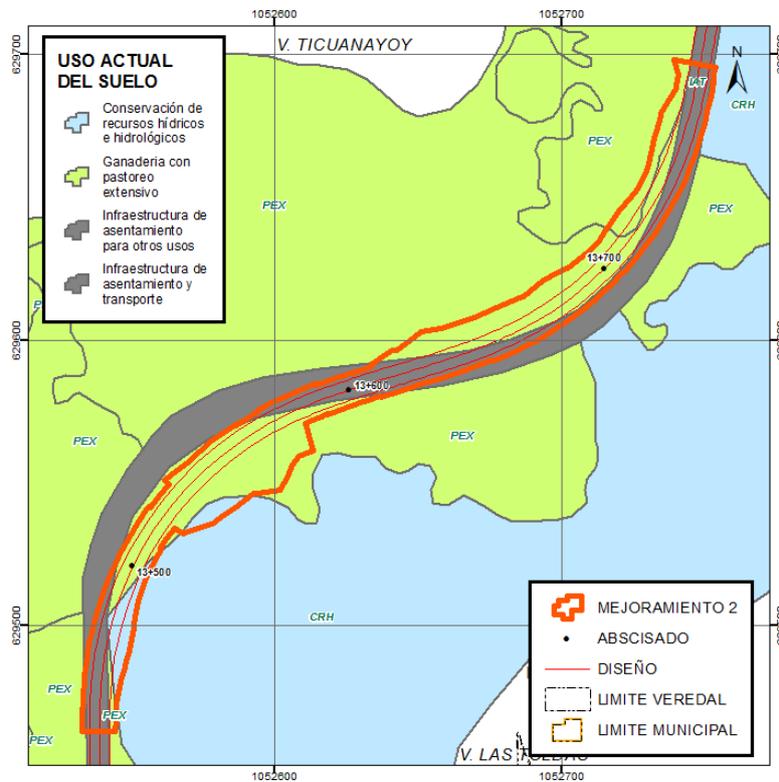
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-4. Uso actual Mejoramiento 1**



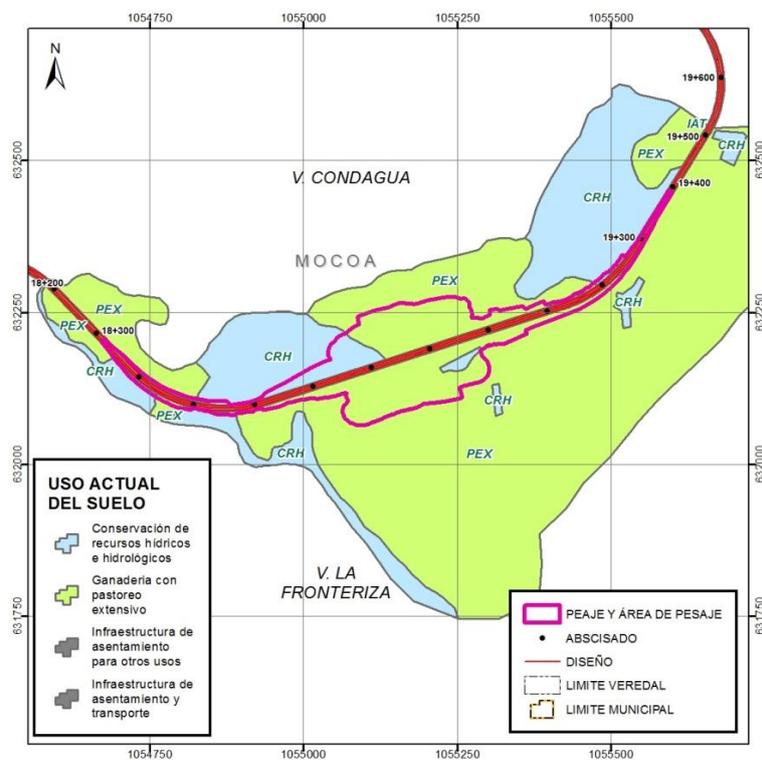
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-5. Uso actual Mejoramiento 2**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-6. Uso actual peaje y área de pesaje**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Los tipos de uso actual de suelo identificados para el área de estudio se definen de la siguiente manera:

**Recursos hídricos (CRH):**

Bajo esta denominación se encuentran tierras y ecosistemas húmedos incluyendo rondas de los ríos, quebradas y lagunas. El uso principal de estas tierras hace referencia a la conservación integral de los recursos naturales, debido a que son áreas de alta biodiversidad, zonas de nacimientos de ríos, quebradas y ecosistemas estratégicos.

**Pastoreo extensivo (PEX):**

Este es el sistema de producción ganadera más frecuente en la región, se refiere a un sistema de pastoreo en el cual el animal permanece durante un periodo prolongado en el mismo potrero, generalmente utilizando pastos naturales en los cuales por su escasa producción y crecimiento no se justifica la subdivisión de potreros.

Por lo general la capacidad de carga de estos sistemas es relativamente baja, los potreros se sub-pastorean durante la época de lluvia y se utilizan en exceso durante las épocas secas, con el consiguiente deterioro de la cobertura forrajera. Este sistema favorece la propagación de las malezas, un deficiente aprovechamiento del forraje y un deterioro gradual de los potreros.

**Otros usos (IAO):**

En este uso se encuentran agrupadas las obras hidráulicas presentes en el área de estudio.

**Fotografía 3-3. Obras de drenaje**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Transporte (IAT):**

Se refiere a la infraestructura de interconexión vial entre los diferentes municipios y sus veredas.

**Fotografía 3-4. Infraestructura vial**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.2.2 Pérdida en el uso del suelo

Con base en el área de influencia para la construcción de la vía, y los resultados de los análisis físicos de suelos especialmente la densidad aparente y la profundidad, se calculó el volumen de suelos a impactar directamente, bien sea porque quede cubierto o sea necesario removerlo.

El proyecto para la Unidad Funcional 6 – Sector Putumayo, requiere la remoción de un volumen de suelo de 209465,57m<sup>3</sup>, de los cuales 30636.82 m<sup>3</sup> corresponden a suelo de descapote y 178.828,75 m<sup>3</sup> corresponde suelo de corte de los cuales se pueden aprovechar para el proyecto todo el suelo de descapote para la revegetalización o empradización en taludes y 193979,562 m<sup>3</sup> de suelo de corte para actividades de relleno.

En la Tabla 3-10 se presentan los volúmenes de suelo a ser retirado y reutilizado para la Unidad Funcional 6 – sector Putumayo.

**Tabla 3-10. Pérdida o ganancia del suelo**

Suelo	Volumen (m <sup>3</sup> )
Volumen de suelo que se va a instalar con la revegetalización o empradización capa de (30cm)	3.416,91
Volumen de suelo retirado (volumen de corte + descapote)	209465,57
Volumen de suelo perdido	125180,125

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3 Atmósfera

#### 3.1.3.1 Clima

El Clima es el conjunto de factores atmosféricos que interactúan entre ellos y que se ven influenciados por el cambio en el tiempo y espacio, así como por las condiciones geográficas de la zona. Para el análisis climático de la Unidad Funcional 6 – sector Putumayo, se recopiló información de las estaciones meteorológicas pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, localizadas dentro o cerca al área de influencia. Las variables climáticas analizadas fueron: precipitación, temperatura, humedad relativa y brillo solar:

Es importante aclarar que la estación Mocoa Acueducto es la única que cuenta con series de datos para todas las variables climatológicas analizadas, ya que es la única estación climatológica ordinaria cercana al área de influencia del proyecto, por lo tanto, las estaciones pluviométricas Condagua, Villalobos y El Pepino, únicamente aportaron información para el análisis de precipitación. A

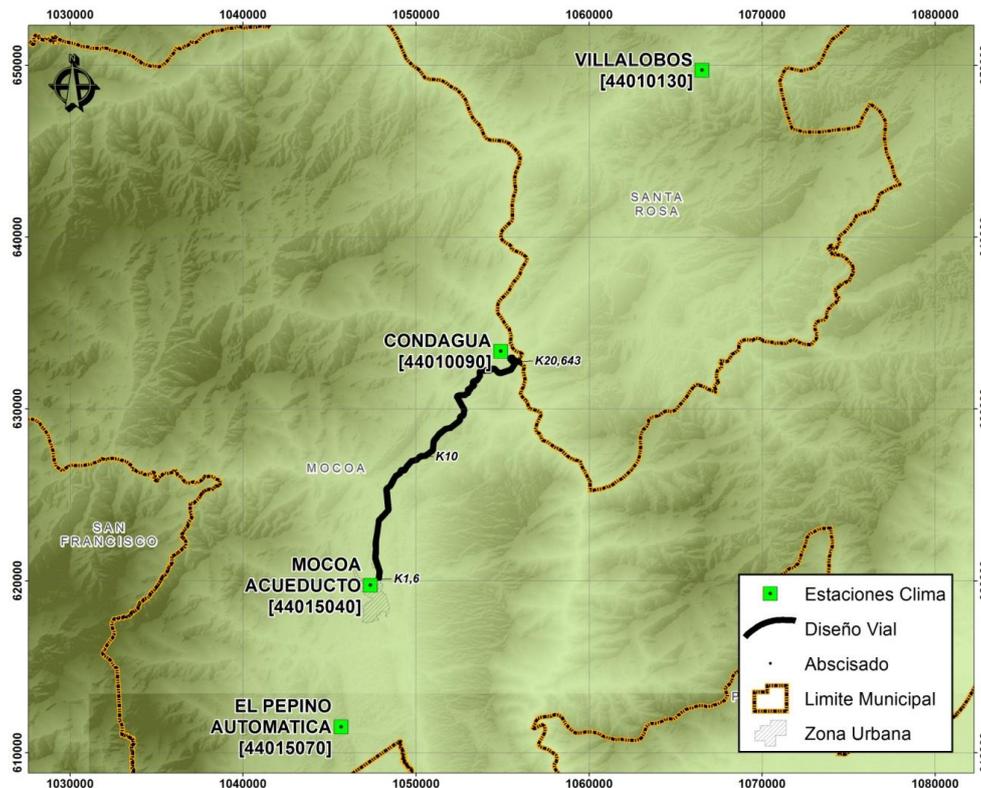
continuación, en la Tabla 3-11, se relacionan las estaciones climatológicas utilizadas y sus características principales; la ubicación de estas estaciones pueden observarse en la Figura 3-7.

**Tabla 3-11. Estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico**

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	MUNICIPIO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
						(m.s.n.m.)
4410090	Condagua	PM	Mocoa	1054902,465	633363,413	657
44010130	Villalobos	PM	Santa Rosa	1066547,514	649713,443	913
44015040	Mocoa Acueducto	CO	Mocoa	1047376,714	619742,559	646
44015070	El Pepino	PM	Mocoa	1045677,452	611510,424	713

Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-7. Estaciones climatológicas – Unidad Funcional 6 – sector Putumayo**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.1.1 Precipitación

La precipitación se define como el fenómeno atmosférico consistente en una precipitación acuosa en forma de gotas líquidas, cuyo diámetro se haya comprendido entre 0,5 y 7 mm, y caen a una velocidad del orden de 3 m/s.

El área de estudio de la Unidad Funcional 6 – sector Putumayo, se encuentra localizada en la región amazónica, por su ubicación en la zona tropical, el departamento de Putumayo se encuentra bajo la influencia del desplazamiento de la Zona de confluencia Intertropical (ZCIT), favoreciendo el desarrollo de nubosidad y lluvias.

De acuerdo con los histogramas obtenidos de las estaciones analizadas, se logró establecer que en el área de influencia del proyecto, el régimen pluviométrico es monomodal, el cual es típico en esta región, pues se presenta una temporada de altas lluvias y una segunda temporada de bajas lluvias llamada verano. Como se puede apreciar en la Las mayores precipitaciones se presentan entre los

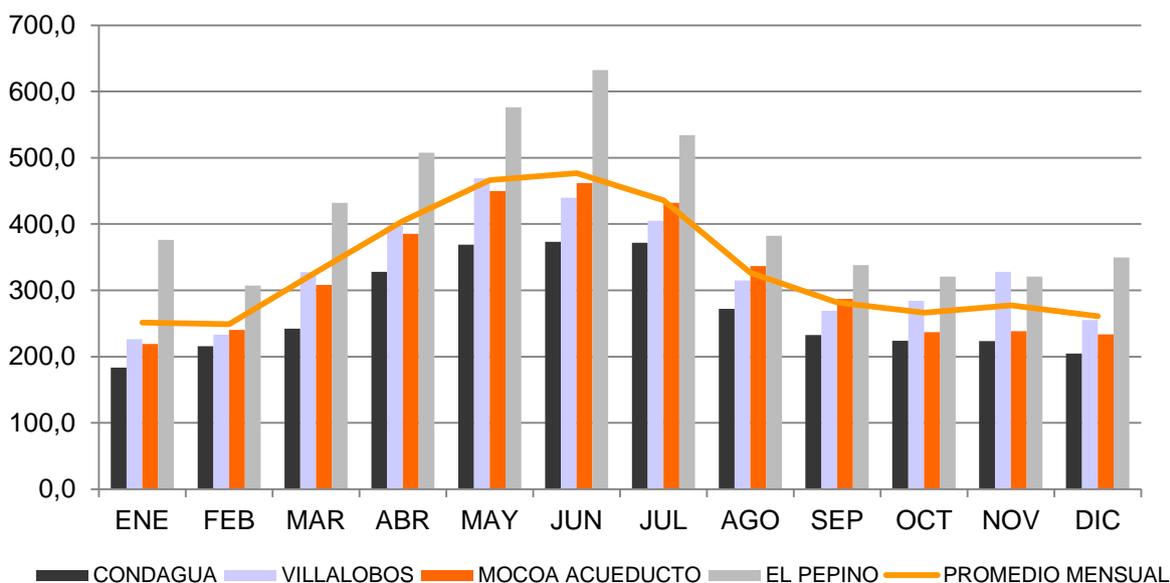
meses de Mayo y Julio, y los meses con precipitaciones más bajas Enero y Febrero, tal como puede observarse en la Figura 3-8.

**Tabla 3-12. Valores medios mensuales multianuales de precipitación**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Valor anual
CONDAGUA	183,5	215,9	242,2	328,1	369,0	373,0	371,8	272,3	232,4	223,8	223,4	204,8	3240,2
VILLALOBOS	226,5	233,2	327,4	397,5	469,2	439,8	404,9	314,8	269,4	283,9	327,8	255,3	3949,5
MOCOA ACUEDUCTO	219,0	240,2	308,4	385,3	449,6	462,0	431,9	336,6	287,0	236,9	238,4	233,8	3829,0
EL PEPINO	376,0	307,4	432,0	507,4	576,2	632,3	534,2	382,4	338,3	320,9	320,8	349,4	5077,2
PROMEDIO MENSUAL	251,3	249,2	327,5	404,6	466,0	476,8	435,7	326,5	281,8	266,4	277,6	260,8	4024,1

Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-8. Precipitación media mensual multianual**



Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.1.2 Temperatura

La temperatura es uno de los factores más importante en el análisis climático, pues este parámetro incide directamente en los procesos de evapotranspiración y condicionan la existencia de determinadas especies vegetales. La temperatura hace referencia a la medida del estado del aire con respecto a su habilidad de ceder calor a su alrededor. El promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado se denomina temperatura media, en tanto que los valores más altos y más bajos presentados en el transcurso de un intervalo, se conocen como temperaturas extremas<sup>4</sup>.

En el área de influencia del proyecto, el relieve es bastante homogéneo, ocasionando que la distribución de la temperatura media del aire sea muy uniforme. En general, para el área de estudio las series climatológicas permiten observar que la temperatura media anual varía entre los 21,9 °C y

<sup>4</sup> Atlas Climatológico de Colombia – IDEAM. Tomado de <http://www.ideam.gov.co/atlas/mclima.htm>

los 23,5 °C. Los meses de temperatura más bajas, corresponden a los meses de precipitaciones más altas en el área.

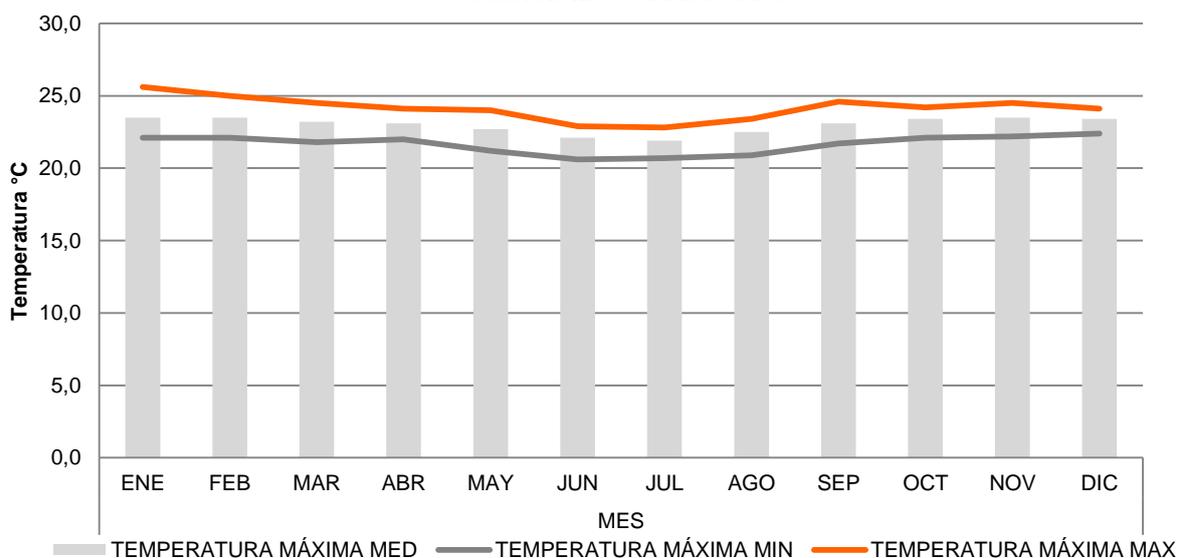
La estación meteorológica más cercana al área de influencia del proyecto y que cuente con datos de temperatura es la estación Mocoa acueducto, la cual registra una temperatura media mensual multianual de 23,0 °C, su temperatura mínima mensual multianual es de 20,6 °C (registrada en el mes de junio) y el registro de temperatura máxima mensual multianual corresponde a 25,6 °C para el mes de enero; ésta información es presentada en la Tabla 3-13 y puede ser observada en la Figura 3-9.

**Tabla 3-13. Valores mínimos, medios y máximos de temperatura en la estación Mocoa Acueducto**

Estación		Mes												Valor anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
MOCOA ACUEDUCTO	MIN	22,1	22,1	21,8	22,0	21,2	20,6	20,7	20,9	21,7	22,1	22,2	22,4	20,6
	MED	23,5	23,5	23,2	23,1	22,7	22,1	21,9	22,5	23,1	23,4	23,5	23,4	23,0
	MAX	25,6	25,0	24,5	24,1	24,0	22,9	22,8	23,4	24,6	24,2	24,5	24,1	25,6

Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-9. Comportamiento de los valores de temperatura mensual multianual en la estación Mocoa Acueducto**



Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.1.3 Humedad relativa

Es la relación expresada en tanto por ciento entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. La relación humedad relativa y temperatura es inversa: cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta; adicionalmente la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan las mayores humedades relativas dependiendo del régimen pluviométrico de las lluvias.

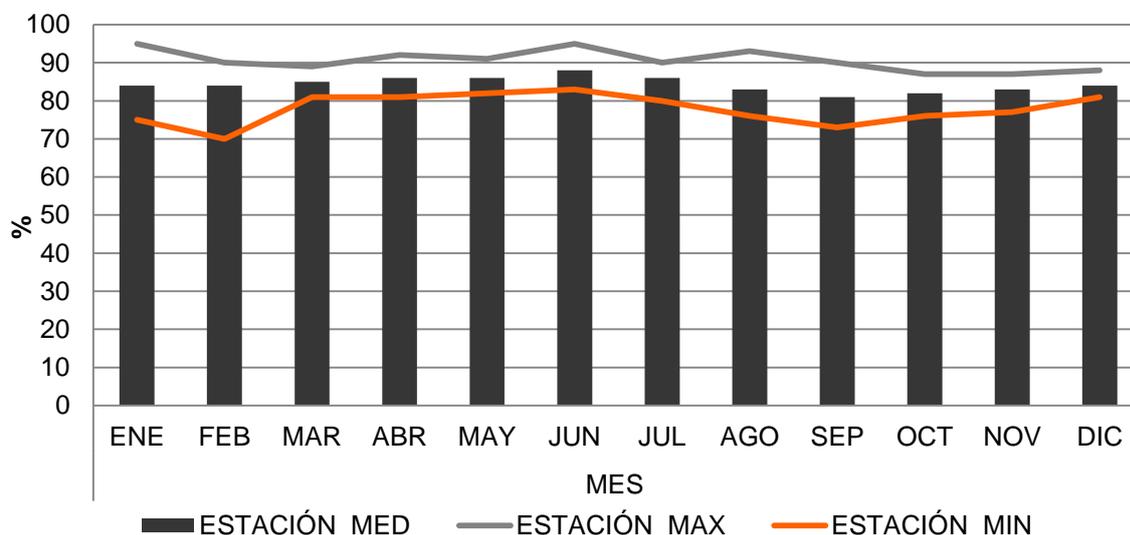
Según los registros de la estación Mocoa Acueducto, los valores medios de humedad relativa varían entre 81 y 88 % (ver Tabla 3-14 y Figura 3-10), el cual se presenta en el mes de Junio, coincidiendo con el mes que presenta mayores precipitaciones. El valor promedio mensual anual de humedad relativa es de 84%.

**Tabla 3-14. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa para la estación Mocoa Acueducto**

Estación		Mes												Valor anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
MOCOACUEDUCTO	MIN	75	70	81	81	82	83	80	76	73	76	77	81	70
	MED	84	84	85	86	86	88	86	83	81	82	83	84	84
	MAX	95	90	89	92	91	95	90	93	90	87	87	88	95

Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-10. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa para la estación Mocoa Acueducto**



Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.1.4 Brillo solar

El brillo solar representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre un área, entre el alba y el atardecer, es decir el número de horas de sol (horas/día) en un determinado lugar. Teniendo en cuenta lo anterior, se establece que el brillo solar es directamente dependiente de la nubosidad existente en un área determinada. Así, a menor nubosidad mayor brillo solar y viceversa.

De acuerdo a los registros de brillo solar de la estación Mocoa Acueducto, los cuales pueden ser consultados en la Tabla 3-15, se evidencia que hay una variación media mensual entre 65,7 hasta 107,9 horas. La radiación en promedio anual es de 88 horas mensuales, y en total 1058 horas al año (ver Figura 3-11).

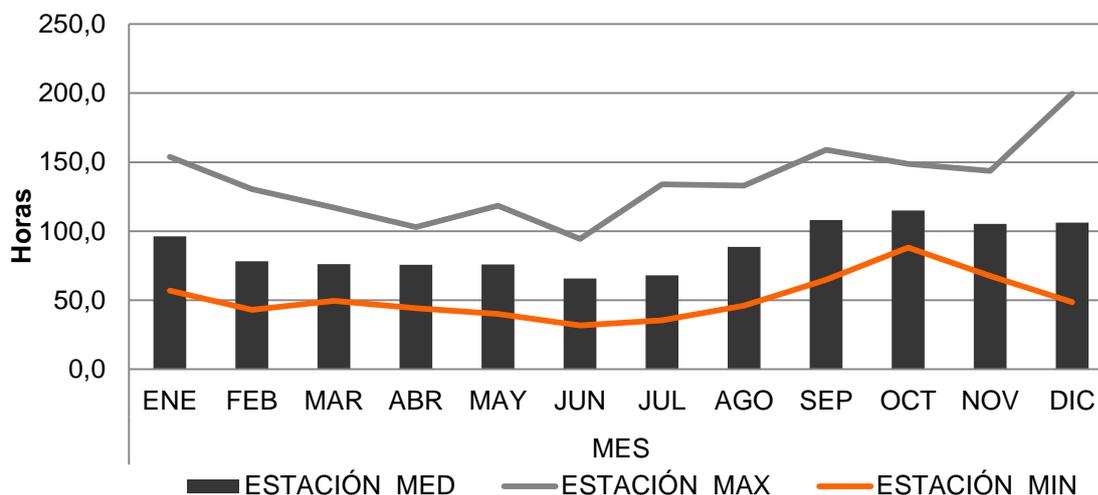
**Tabla 3-15. Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar para la estación Mocoa Acueducto**

Estación		Mes												Valor anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
MOCOACUEDUCTO	MIN	56,9	42,9	49,4	44,2	40	31,7	35,3	45,9	64,8	88,2	67,6	48,5	31,7

ACUEDUCTO	MED	96,1	78,2	76,1	75,5	75,8	65,7	68	88,6	108	115	105	106	1058
	MAX	154	130	117	103	119	94,4	134	133	159	149	144	200	199,6

Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-11. Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar en la estación Mocoa Acueducto**



Fuente: IDEAM, 2016. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.2 Calidad de aire

La CONCESIONARIA ALIADAS PARA EL PROGRESO S.A.S., contrató los servicios de SGS COLOMBIA S.A.S., para la realización del monitoreo de calidad del aire en los puntos establecidos en el área de influencia de la Unidad Funcional 6 – sector Putumayo, en el municipio de Mocoa, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos de la autoridad ambiental y verificar los programas de control y seguimiento ambiental.

Los sitios seleccionados para la ubicación de la estación se identificaron como 159 - Condagua y 001 – Mocoa, la Tabla 3-16 presenta las coordenadas en las que fueron instaladas dichas estaciones para los monitoreos tal y como se muestra en la Fotografía 3-5 y la Fotografía 3-6 permiten observar las estaciones instaladas para el monitoreo de la calidad del aire, mientras que la Figura 3-12 permite apreciar la localización de dichas estaciones. En cada estación se ubicó un medidor de Partículas Suspendidas Totales (PST), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO).

La localización de la estaciones fue determinada teniendo en cuenta los criterios establecidos en los numerales 6.3 “Criterios de macro localización de estaciones” y 6.4 “Criterios de micro localización de los sitios de vigilancia”, establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, los criterios fueron los siguientes:

- Áreas con emisiones dominantes asociadas a la UF6 Sector Putumayo, sin influencia de actividades industriales.
- Distancia de más de 10 metros entre árboles y la estación de monitoreo de calidad del aire.
- Distancia de más de 6 metros entre el borde de la vía y las estaciones de monitoreo de calidad del aire.
- Las estaciones se ubicaron en espacios abiertos y que no se encuentran en cumbres.
- Cercanía de un asentamiento entre las veredas pueblo viejo y alto afán, el cual es una fuente receptora de las emisiones derivadas del transporte sobre la UF6 – Sector Putumayo, por lo

tanto, se considera un punto importante en la identificación del grado de exposición de la población (Para el caso de la estación 001 Mocoa).

- Presencia de la escuela Quebrada San Antonio C.E.R. Condagua, la cual es una fuente receptora de las emisiones derivadas del transporte sobre la UF6 – Sector Putumayo, por lo tanto, se considera un punto importante en la identificación del grado de exposición de la población (Para el caso de la estación 159 Condagua)
- Disponibilidad de energía eléctrica y vigilancia de la estación, con el fin de no utilizar plantas eléctricas que puedan afectar los parámetros evaluados.
- Disposición por parte de la comunidad para permitir la ejecución de los monitoreos.
- Equidistancia entre las estaciones y los límites de la UF6 – Sector Putumayo, con el fin de garantizar la mayor representatividad posible a lo largo del área de influencia.

**Tabla 3-16. Localización estaciones monitoreo calidad de aire UF-6 – sector Putumayo**

Nombre de la estación	Coordenadas Magna Sirgas Origen	
	Este	Norte
159 Condagua	1051589.14	628764.57
001 Mocoa	1048050.07	623778.75

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Fotografía 3-5. Estación 1: 159 - Condagua**



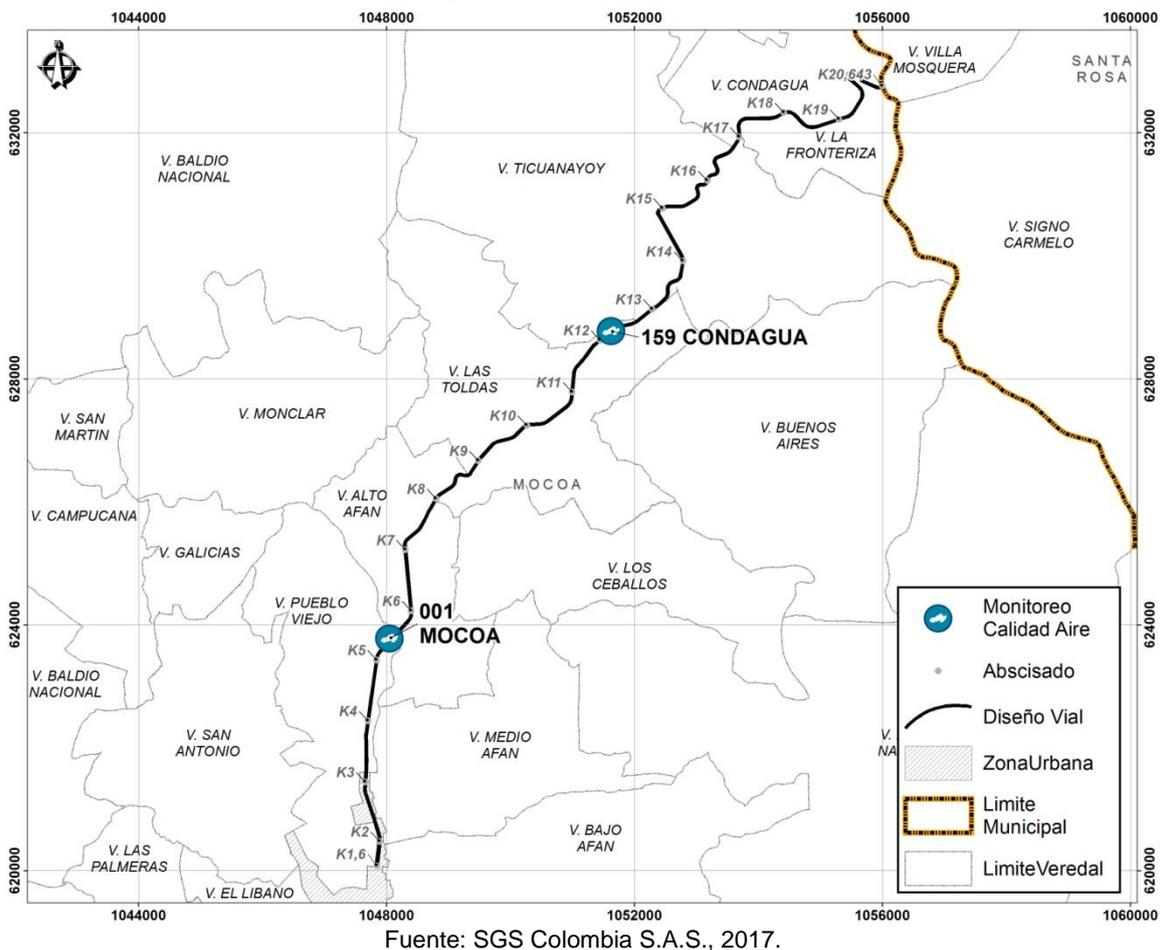
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Fotografía 3-6. Estación 2: 001 - Mocoa**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-12. Localización de las estaciones para el monitoreo de calidad de aire**



Los monitoreos se realizaron entre el 01 al 18 de Mayo del 2016, donde se tomaron muestras diariamente con el fin de realizar la comparación de los mismos con las normas de calidad del aire establecidos en la Resolución 601 de 2006 modificada por la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, que lo reglamenta.

El Informe de calidad de aire completo de la unidad funcional 6 - sector Putumayo puede ser consultado en el anexo UF6\_P\_ALIADAS\_AN3\_02\_Calidad\_Aire.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los monitoreos realizados:

### 3.1.3.2.1 Material Particulado PST

Las concentraciones de partículas suspendidas totales PST presentaron diferencias entre las estaciones monitoreadas, ya que la estación Mocoa presentó concentraciones de PST mayores a las de la estación Condagua. Como se puede observar en la Tabla 3-17, la el promedio aritmético de la concentración de PST para las estaciones 159 Condagua y 001 Mocoa fue de 13,94 y 22,15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, y se presentan las concentraciones máximas y mínimas, así como las concentraciones diarias registradas.

**Tabla 3-17. Concentraciones diarias partículas suspendidas totales (PST)**

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
2016-05-01	11,02	39,61
2016-05-02	13,31	27,13

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
2016-05-03	12,85	27,16
2016-05-04	14,19	18,52
2016-05-05	11,11	30,48
2016-05-06	19,37	28,50
2016-05-07	15,33	27,78
2016-05-08	15,81	21,21
2016-05-09	13,70	26,79
2016-05-10	20,68	20,48
2016-05-11	23,04	12,72
2016-05-12	13,74	17,68
2016-05-13	12,48	18,52
2016-05-14	11,60	25,73
2016-05-15	10,24	27,13
2016-05-16	13,53	11,02
2016-05-17	10,96	14,81
2016-05-18	14,44	22,78
<b>Promedio Concentraciones (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>13,94</b>	<b>22,15</b>
<b>Concentración Máxima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>23,04</b>	<b>39,61</b>
<b>Concentración Mínima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>10,24</b>	<b>11,02</b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Con respecto al cumplimiento normativo, las concentraciones máximas diarias reportadas para partículas suspendidas totales PST y el promedio geométrico de las estaciones evaluadas, resultaron inferiores al límite diario establecido en el Artículo 4 de la Resolución 610 del 2010 ( $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un tiempo de exposición de 24 horas).

### 3.1.3.2.2 Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )

Los mayores valores de concentración de dióxido de azufre los obtuvo la estación 001 Mocoa, en la cual el promedio aritmético fue de  $24,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y cuyos valores variaron entre  $16,03$  y  $27,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La estación 159 Condagua presentó concentraciones menores en relación a la estación 001 Mocoa, siendo el promedio aritmético  $5,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y sus concentraciones mínimas y máximas  $5,39$  y  $5,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. El comportamiento de las concentraciones reportadas en la estación 159 Condagua puede estar relacionado con la ubicación de la estación en una zona rural sin fuentes de emisión y a mayor distancia a la vía vehicular.

En la Tabla 3-18 se presentan las concentraciones diarias registradas en las estaciones de monitoreo; las concentraciones reportadas, fueron determinadas en las condiciones de referencia para presión y temperatura establecidas por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT ( $25^\circ\text{C}$  y  $760 \text{ mmHg}$ ).

**Tabla 3-18. Concentraciones diarias de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )**

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
2016-05-01	5,50	26,75
2016-05-02	5,49	24,80
2016-05-03	5,51	26,53
2016-05-04	5,51	26,56
2016-05-05	5,52	24,66
2016-05-06	5,51	16,03
2016-05-07	5,52	23,37
2016-05-08	5,49	21,36
2016-05-09	5,49	23,16
2016-05-10	5,45	23,02
2016-05-11	5,49	26,52
2016-05-12	5,49	24,77

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
2016-05-13	5,53	24,81
2016-05-14	5,46	24,75
2016-05-15	5,45	26,58
2016-05-16	5,45	27,10
2016-05-17	5,39	25,29
2016-05-18	5,43	27,11
<b>Promedio Aritmético (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>5,48</b>	<b>24,62</b>
<b>Concentración Máxima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>5,53</b>	<b>27,11</b>
<b>Concentración Mínima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>5,39</b>	<b>16,03</b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

El límite normativo diario establecido en el Artículo 4 de la Resolución 610 del 2010 ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas), no fue superado en ninguno de los días monitoreados.

### 3.1.3.2.3 Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno fueron muy similares en ambas estaciones, siendo ligeramente mayores en la estación 001 Condagua, en ésta estación el promedio aritmético fue de  $22,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mientras que para la estación 001 Moca fue de  $21,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por otro lado, las concentraciones mínimas y máximas también similares, siendo de  $21,91$  y  $22,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para la estación 159 Condagua y de  $21,48$  y  $22,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación 001 Mocoa.

La anterior información puede ser apreciada en la Tabla 3-19, la cual presenta las concentraciones diarias determinadas en las estaciones de monitoreo; todas las concentraciones reportadas, se determinaron en las condiciones de referencia de presión y temperatura establecidas por la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (antes MAVDT) ( $25^\circ\text{C}$  y  $760 \text{ mmHg}$ ).

Para el cálculo de los promedios aritméticos de  $\text{NO}_2$  en cada una de las estaciones de monitoreo, se descartaron los datos considerados como atípicos, por presentar valores muy alejados al grupo central de datos (mediana), sin afectar esto la representatividad del monitoreo, teniendo en cuenta que se contó con más del 75% de datos validados en cada estación.

**Tabla 3-19. Concentraciones diarias de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )**

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
2016-05-01	*	21,75
2016-05-02	22,32	21,60
2016-05-03	22,39	21,57
2016-05-04	22,40	21,60
2016-05-05	22,42	21,48
2016-05-06	22,40	21,72
2016-05-07	22,45	21,92
2016-05-08	22,33	21,71
2016-05-09	22,31	21,72
2016-05-10	22,17	21,59
2016-05-11	22,31	21,56
2016-05-12	22,33	21,57
2016-05-13	22,47	21,62
2016-05-14	22,19	21,56
2016-05-15	*	21,61
2016-05-16	*	22,03
2016-05-17	21,91	22,03
2016-05-18	22,08	22,04
<b>Promedio Aritmético (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>22,30</b>	<b>21,70</b>

Fecha	159 Condagua	001 Mocoa
<b>Concentración Máxima (µg/m3)</b>	<b>22,47</b>	<b>22,04</b>
<b>Concentración Mínima (µg/m3)</b>	<b>21,91</b>	<b>21,48</b>

\*Dato Atípico: por encontrarse a más de tres distancias intercuartílicas de la mediana, medidas hacia arriba.  
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Con respecto a los niveles máximos permitidos para este contaminante criterio, ninguno de los días monitoreados en las estaciones de calidad del aire sobrepasaron el límite establecido para tiempos de exposición diario estipulado por la Resolución 610 del 2010 correspondiente a 150 µg/m<sup>3</sup>.

#### 3.1.3.2.4 Monóxido de carbono (CO)

En la Tabla 3-20 se presentan las concentraciones de monóxido de carbono en promedio para ocho horas, de igual manera, la Tabla 3-21 muestra las concentraciones promedio en una hora de éste contaminante criterio; para ambos promedios de muestreo se presenta la comparación del límite establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (antes MAVDT) a través de la Resolución 610 del 2010 (10000 µg/m<sup>3</sup> para concentraciones promedio cada 8 horas y 40000 µg/m<sup>3</sup> para concentraciones promedio por hora) el cual no fue sobrepasado.

**Tabla 3-20. Concentraciones de monóxido de carbono promedio cada 8 horas**

Día de muestreo	Fecha [d/m/a hh:mm]	Monóxido de carbono (CO) µg/m <sup>3</sup>		
		Condagua	Mocoa	Lim. 8 Horas Res 610 del 2010
Día 1	01/05/16 Promedio de 8hr	815,162	1427,461	10000
	01/05/16 Promedio de 8hr	559,051	1169,432	10000
	01/05/16 Promedio de 8hr	485,075	1094,903	10000
Día 2	02/05/16 Promedio de 8hr	289,634	897,999	10000
	02/05/16 Promedio de 8hr	199,384	807,073	10000
	02/05/16 Promedio de 8hr	206,899	814,644	10000
Día 3	03/05/16 Promedio de 8hr	374,554	983,554	10000
	03/05/16 Promedio de 8hr	449,765	1059,329	10000
	03/05/16 Promedio de 8hr	299,127	907,563	10000
Día 4	04/05/16 Promedio de 8hr	217,418	825,242	10000
	04/05/16 Promedio de 8hr	233,910	841,858	10000
	04/05/16 Promedio de 8hr	326,730	935,372	10000
Día 5	05/05/16 Promedio de 8hr	368,898	977,856	10000
	05/05/16 Promedio de 8hr	393,479	1002,621	10000
	05/05/16 Promedio de 8hr	421,081	1030,430	10000
Día 6	06/05/16 Promedio de 8hr	402,503	1011,713	10000
	06/05/16 Promedio de 8hr	401,466	1010,668	10000
	06/05/16 Promedio de 8hr	448,091	1057,642	10000
Día 7	07/05/16 Promedio de 8hr	376,746	985,763	10000
	07/05/16 Promedio de 8hr	422,180	1031,537	10000
	07/05/16 Promedio de 8hr	508,058	1118,058	10000
Día 8	08/05/16 Promedio de 8hr	427,296	1036,692	10000
	08/05/16 Promedio de 8hr	479,650	1089,437	10000
	08/05/16 Promedio de 8hr	566,706	1177,144	10000
Día 9	09/05/16 Promedio de 8hr	432,088	1041,519	10000
	09/05/16 Promedio de 8hr	677,560	1288,829	10000
	09/05/16 Promedio de 8hr	667,411	1278,604	10000
Día 10	10/05/16 Promedio de 8hr	771,514	1383,486	10000
	10/05/16 Promedio de 8hr	741,198	1352,943	10000
	10/05/16 Promedio de 8hr	782,805	1394,861	10000
Día11	11/05/16 Promedio de 8hr	717,117	1328,682	10000

Día de muestreo	Fecha [d/m/a hh:mm]	Monóxido de carbono (CO) µg/m <sup>3</sup>		
		Condagua	Mocoa	Lim. 8 Horas Res 610 del 2010
	11/05/16 Promedio de 8hr	776,957	1388,970	10000
	11/05/16 Promedio de 8hr	785,592	1397,669	10000
Día 12	12/05/16 Promedio de 8hr	693,154	1304,540	10000
	12/05/16 Promedio de 8hr	721,526	1333,124	10000
	12/05/16 Promedio de 8hr	830,885	1443,302	10000
Día 13	13/05/16 Promedio de 8hr	868,020	1480,715	10000
	13/05/16 Promedio de 8hr	902,726	1515,680	10000
	13/05/16 Promedio de 8hr	921,449	1534,543	10000
Día14	14/05/16 Promedio de 8hr	860,745	1473,385	10000
	14/05/16 Promedio de 8hr	945,728	1559,005	10000
	14/05/16 Promedio de 8hr	909,560	1522,565	10000
Día 15	15/05/16 Promedio de 8hr	894,030	1506,919	10000
	15/05/16 Promedio de 8hr	919,088	1532,165	10000
	15/05/16 Promedio de 8hr	921,863	1534,961	10000
Día 16	16/05/16 Promedio de 8hr	986,219	1599,798	10000
	16/05/16 Promedio de 8hr	958,406	1571,778	10000
	16/05/16 Promedio de 8hr	978,569	1592,091	10000
Día 17	17/05/16 Promedio de 8hr	1050,609	1664,671	10000
	17/05/16 Promedio de 8hr	1048,084	1662,126	10000
	17/05/16 Promedio de 8hr	1100,281	1714,714	10000
Día 18	18/05/16 Promedio de 8hr	966,750	1580,183	10000
	18/05/16 Promedio de 8hr	911,811	1524,834	10000
	18/05/16 Promedio de 8hr	924,781	1537,900	10000

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-21. Resultados monitoreo de monóxido de carbono promedio de 1 hora**

Fecha	Monóxido De Carbono (CO) µg/m <sup>3</sup>		
	Condagua	Mocoa	Lim 1 Hora Res 610 del 2010
06/02/2016	1427,07	2043,95	40000
07/02/2016	377,53	986,55	40000
08/02/2016	890,5	1503,37	40000
09/02/2016	421,22	1030,57	40000
10/02/2016	531,46	1141,63	40000
11/02/2016	467,55	1077,24	40000
12/02/2016	569,38	1179,84	40000
13/02/2016	592,87	1203,51	40000
14/02/2016	899,05	1511,97	40000
15/02/2016	876,5	1489,26	40000
16/02/2016	854,42	1467,01	40000
17/02/2016	962,48	1575,88	40000
18/02/2016	977,49	1591	40000
19/02/2016	1093,42	1707,8	40000
20/02/2016	965,31	1578,73	40000
21/02/2016	1121,6	1736,19	40000
22/02/2016	1182,64	1797,69	40000
23/02/2016	1016,65	1630,45	40000

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.2.5 Conclusiones respecto a la calidad del aire en el área de influencia del proyecto

- El contaminante criterio más representativo en el área de influencia de la Unidad Funcional 6 – sector Putumayo es el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub>, ya que fue el parámetro que registró concentraciones más cercanas al límite normativo, sin embargo siempre se registraron valores muy por debajo de dicho límite.
- Las concentraciones diarias de material Particulado PST obtenidas en las estaciones de monitoreo reportaron concentraciones inferiores al nivel máximo permisible para tiempos de exposición diario establecido en la Resolución 610 de 2010, encontrándose en cumplimiento normativo.
- Los Dióxidos de Nitrógeno NO<sub>2</sub> no sobrepasaron en ninguna de las estaciones de monitoreo el nivel máximo permitido para tiempos de exposición de 24 horas, establecido en la Resolución 610 del 2010; se asocian estos resultados con las condiciones climáticas de la zona en estudio y en menor medida con el tráfico de fuentes móviles por la vía Mocoa – Pitalito colindante con los puntos de monitoreo.
- Las concentraciones de Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub> determinadas en los dos puntos monitoreados, cumplen con el nivel máximo establecido para este contaminante, para un tiempo de exposición de 24 horas, descartándose incrementos de este contaminante hasta niveles superiores a los establecidos normativamente.
- Las concentraciones determinadas para Monóxido de Carbono, no superaron los niveles máximos permitidos para tiempos de exposición de 8 horas y 1 hora, establecidos en la Resolución 610 del 2010, indicando esto que el tráfico vehicular por la vía Mocoa - Pitalito, no incrementa las concentraciones de monóxido de carbono hasta niveles superiores a los establecidos normativamente para periodos de exposición de ocho horas y una hora.

### 3.1.3.3 Ruido

Los resultados de los monitoreos de ruido ambiental fueron comparados con la Resolución 627 de 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). El informe del Monitoreo de niveles de presión sonora pueden ser consultados en el anexo UF6\_P\_ALIADAS\_AN3\_03\_Ruido.

Los dos puntos de monitoreo de ruido fueron determinados de acuerdo a las especificaciones y directrices suministradas por la empresa CONCESIONARIA ALIADAS PARA EL PROGRESO S.A.S., teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas en el Capítulo III "Procedimiento para Determinación del Número de Puntos y de los Tiempos de Medición para Ruido Ambiental", del Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006, por tanto se consideraron los siguientes criterios:

- Cercanía de un asentamiento entre las veredas pueblo viejo y alto afán, el cual es una fuente receptora del ruido ambiental, derivado del transporte sobre la UF6 – Sector Putumayo, por lo tanto, se considera un punto importante en la identificación del grado de exposición de la población (Para el caso de la estación 001 Mocoa).
- Presencia de la escuela Quebrada San Antonio C.E.R. Condagua, la cual es una fuente receptora del ruido ambiental, derivado del transporte sobre la UF6 – Sector Putumayo, por lo tanto, se considera un punto importante en la identificación del grado de exposición de la población (Para el caso de la estación 159 Condagua)
- Equidistancia entre las estaciones y los límites de la UF6 – Sector Putumayo, con el fin de asegurar la mayor cobertura sobre el área de influencia.

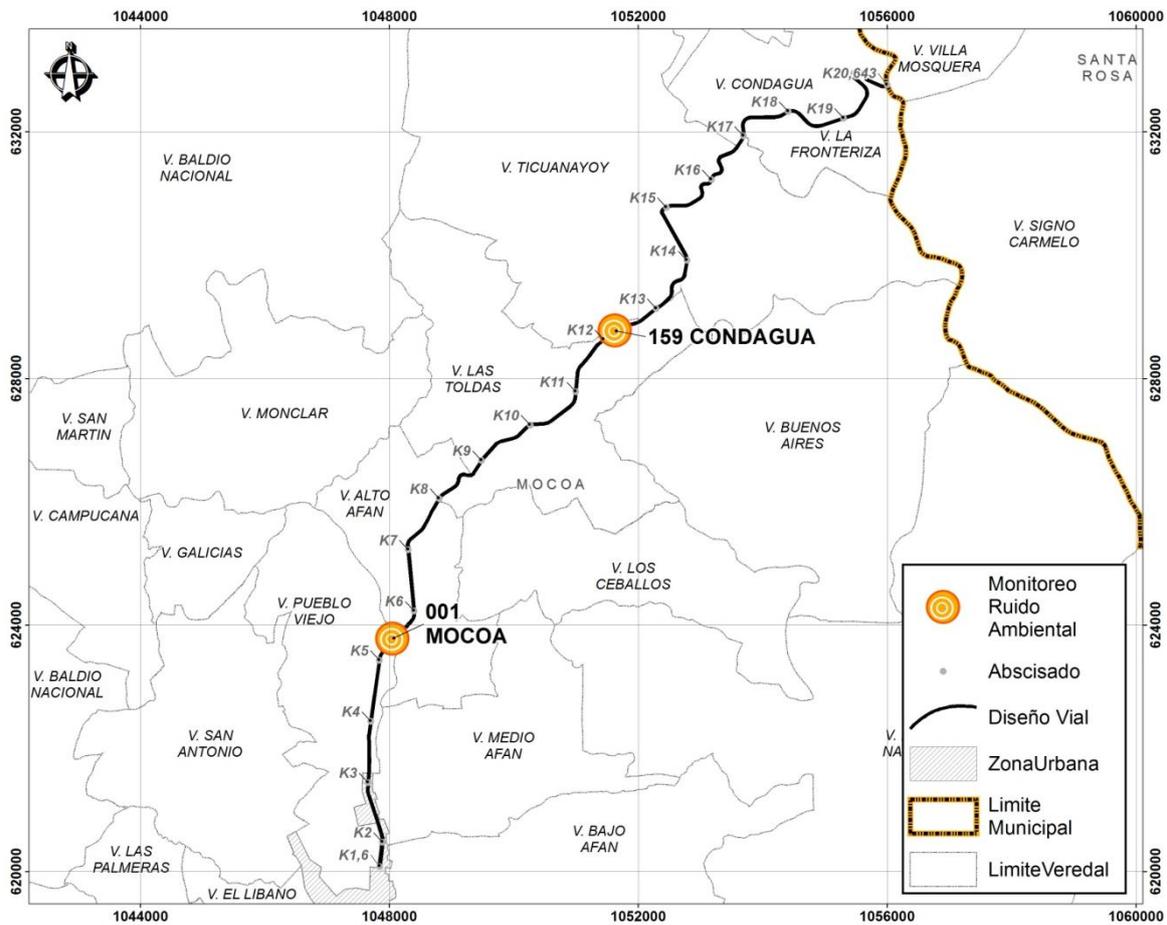
La localización de los puntos de monitoreo puede observarse en la Figura 3-13 y cuya información es presentada en la Tabla 3-22.

**Tabla 3-22. Localización puntos de monitoreo de ruido ambiental UF-6 – sector Putumayo**

Nombre del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste	
	Este	Norte
Punto 159. Escuela San Antonio C.E.R. Condagua	1051589,14	628764,574
Punto 1. Zona Urbana de Mocoa	1048050,07	623778,754

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Figura 3-13. Localización puntos de monitoreo de ruido ambiental**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Los monitoreos para el horario diurno fueron realizados los días 04, 06 y 11 de mayo de 2016, se registró el ruido del tránsito vehicular elevado, las bocinas de los automóviles livianos y pesados; el comportamiento presentado por los componentes tonales, presentaron una percepción neta y nula penalizándose con 3 dB(A) y 0 dB(A), nula. Los tonos registrados se presentaron de manera intermitente en la mayoría de las frecuencias entre los 16 Hz y 16000 Hz.

### 3.1.3.3.1 Resultados de los monitoreos de ruido ambiental en día hábil

A continuación en la Tabla 3-23 y la Tabla 3-24, se presentan los resultados de los monitoreos de ruido ambiental realizados en día hábil.

**Tabla 3-23. Resultados monitoreos de ruido ambiental diurno día hábil**

Punto	Fecha de Medición	Hora de Medición	LR <sub>Aeq, 1h</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	Ruido Residual o L <sub>90</sub> Corregido (LR <sub>Aeq, 1h</sub> , Residual)	Leq Emisión	Límite Resolución 627 del 2006 Sector C.
Punto 159. Escuela San Antonio C.E.R. Condagua	2016-05-11	15:41 -16:41	64.7	75.4	56.1	60.6	62.5	80
Punto 1. Zona Urbana de Mocoa	2016-05-06	16:36 -17:36	73.6	87.9	58.8	66.5	72.6	80

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-24. Resultados monitoreos de ruido ambiental nocturno día hábil**

Punto	Fecha de Medición	Hora de Medición	LRAeq, 1h	Lmax	Lmin	Ruido Residual o L90 Corregido (LRAeq,1h, Residual)	Leq Emisión	Lim. Resolución 627 del 2006 Sector C.
Punto 159. Escuela San Antonio C.E.R. Condagua	2016-05-05	00:54 - 01:54	77.3	83.5	55.8	72.7	75.5	70
Punto 1. Zona Urbana de Mocoa	2016-05-04	22:45 - 23:45	69.9	74.5	52.8	65.3	68.1	70

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

*3.1.3.3.2 Resultado de los monitoreos de ruido ambiental en día no hábil*

A continuación en la Tabla 3-25 y la Tabla 3-26 se presentan los resultados para los monitoreos realizados en día no hábil.

**Tabla 3-25. Resultados monitoreos de ruido ambiental diurno día no hábil**

Punto	Fecha de Medición	Hora de Medición	LRAeq, 1h	Lmax	Lmin	Ruido Residual o L90 Corregido (LRAeq,1h, Residual)	Leq Emisión	Lim. Resolución 627 del 2006 Sector C.
Punto 159. Escuela San Antonio C.E.R. Condagua	2016-05-15	14:12 – 15:12	63,4	81,4	45,2	57.8	62,0	80
Punto 1. Zona Urbana de Mocoa	2016-05-15	11:42 – 12:42	61,8	79,0	46,2	54,3	61,0	80

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

**Tabla 3-26. Resultados monitoreos de ruido ambiental nocturno no hábil**

Punto	Fecha de Medición	Hora de Medición	LRAeq, 1h	Lmax	Lmin	Ruido Residual o L90 Corregido (LRAeq,1h, Residual)	Leq Emisión	Lim. Resolución 627 del 2006 Sector C.
Punto 159. Escuela San Antonio C.E.R. Condagua	2016-05-15	21:05 – 22:05	66,3	84,3	41,6	55,8	65,9	70
Punto 1. Zona Urbana de Mocoa	2016-05-15	22:41 – 23:41	63,6	72,9	40,3	55,2	63,0	70

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.3.3.3 Conclusiones respecto a los niveles de ruido ambiental en los puntos de monitoreo

A partir de los resultados obtenidos de los muestreos de ruido ambiental es posible concluir que:

- Los niveles de ruido ambiental determinados en horario diurno – día hábil en los puntos monitoreados son inferiores al límite establecido para el Sector C. Ruido Intermedio Restringido, Subsector: Otros usos relacionados, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales para este horario.
- Los niveles de ruido ambiental determinados en horario nocturno día hábil en el punto de monitoreo 159 Escuela San Antonio C.E.R., Condagua, superó el estándar máximo permitido para el Sector C. Ruido Intermedio Restringido, ya que se superan los 70 dB(A) permisibles; por otro lado, el Punto 1. Zona Urbana de Mocoa no supero el límite permisible.
- Los niveles de presión sonora en la jornada diurna no hábil, en ambos puntos monitoreados cumplen a cabalidad con lo estipulado en la Resolución 627 de abril de 2006 para el Sector C, Subsector Zonas con otros usos relacionados, al registran niveles continuos equivalentes inferiores al límite máximo permisible de la norma, para ruido ambiental en este Sector (80 dB (A)).
- Los niveles de ruido ambiental para los monitoreos realizados en la jornada nocturna día no hábil, en los puntos monitoreados, cumplen con el límite de normativo establecido en la Resolución 627 del 2006, para el Sector C, Subsector Zonas con otros usos relacionados, reportando niveles sonoros inferiores a 70 dB (A).

### 3.1.3.3.4 Información complementaria

El PBOT del municipio de Mocoa identificó que no hay referentes locales a nivel de ruido, gases y partículas en general, y de su afectación a las comunidades antrópicas y animales en el territorio<sup>5</sup>; es importante resaltar que existe un conocimiento perceptivo de algunos eventos indeseables detectados por diversas actividades sin un dimensionamiento real del impacto generado. Tal es el caso de la contaminación producida por el tráfico vehicular, por la quema de biomasa para el establecimiento de cultivos o pastos, la aplicación de agroquímicos, los gases emitidos por fuentes fijas (principalmente hornillas caseras y de la industria panelera) entre otros.

### 3.1.4 Riesgos y amenazas

Las amenazas se definen como un peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

#### ➤ Calificación de las amenazas

A partir de la metodología adoptada para el análisis, la amenaza se evalúa en cinco categorías en función de la probabilidad de ocurrencia, siendo la calificación 5 para eventos frecuentes y 1 la calificación para eventos improbables; así, entre mayor es el valor de calificación, mayor es la probabilidad de que la amenaza se manifieste (ver Tabla 3-27).

<sup>5</sup> COLOMBIA. Concejo Municipal de Mocoa. Acuerdo No. 013 (17 de mayo de 2002). Por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Mocoa. "Diagnóstico Ambiental Mocoa". Componente General., 2011. P.57.

**Tabla 3-27. Calificación de la amenaza**

Amenaza	Descripción	Calificación
Frecuente	Cuando puede suceder una vez al año durante la vida útil de un proyecto	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada 10 años	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada 25 años	2
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada 50 años	1

Fuente: Zuluaga & Arboleda, 2005.

➤ Calificación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se califica en función de las consecuencias esperadas sobre los elementos expuestos frente a las amenazas. Así, se consideran cuatro categorías, siendo 1 la menor calificación, correspondiente a unas consecuencias insignificantes y 4 la mayor, correspondiendo a resultados catastróficos (ver Tabla 3-28).

**Tabla 3-28. Calificación de la vulnerabilidad**

Consecuencias			Consecuencias
Personas	Daño ambiental	Valor	
Lesiones leves, contusiones, golpes sin incapacidad	No hay contaminación o afectación ambiental significativa	1	Insignificantes
Lesiones con incapacidades no permanentes	Alteración de la calidad de un elemento ambiental en el área interna del proyecto	2	Leves
Lesiones con incapacidad parcial permanente	Alteración de la calidad de uno o varios elementos ambientales en áreas externas al proyecto	3	Graves
Incapacidad total permanente o muerte	Contaminación de uno o varios elementos ambientales	4	Catastróficas

Fuente: Zuluaga & Arboleda, 2005. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

➤ Riesgo

El riesgo es el producto entre la amenaza (probabilidad de ocurrencia) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a ella y que por consiguiente, pueden tener efectos directos o indirectos, en tal sentido, entre mayor sea la amenaza y más vulnerable los elementos potencialmente afectables, mayor será el riesgo asociado al evento. Así, en la metodología planteada por Zuluaga & Arboleda (2005), la matriz de evaluación determina tres niveles de riesgo resultantes de la interacción de los dos factores analizados: Riesgo aceptable, Riesgo tolerable y Riesgo crítico (ver Tabla 3-29).

**Tabla 3-29. Evaluación del riesgo**

Vulnerabilidad		Nivel de riesgo				
Insignificante	1	Riesgo aceptable			Riesgo crítico	
Leve	1 - 2	Riesgo aceptable		Riesgo crítico		
Grave	2 - 3	Riesgo aceptable	Riesgo tolerable		Riesgo crítico	
Catastrófica	3- 4	Riesgo tolerable		Riesgo crítico		
		1	2	3	4	5
		Improbable	Remota	Ocasional	Probable	Frecuente
		AMENAZA				
		Riesgo aceptable 1 - 4		Riesgo tolerable 6 - 8		Riesgo crítico 8 - 20

Fuente: Zuluaga & Arboleda, 2005. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.4.1 Identificación de amenazas

El área de estudio debido a su ubicación y su relación con la orogenia andina se encuentra en una zona expuesta a amenazas naturales tales como: amenaza sísmica, amenaza por remoción en masa y amenazas por incendios forestales (ver Tabla 3-30).

**Tabla 3-30. Identificación de amenazas**

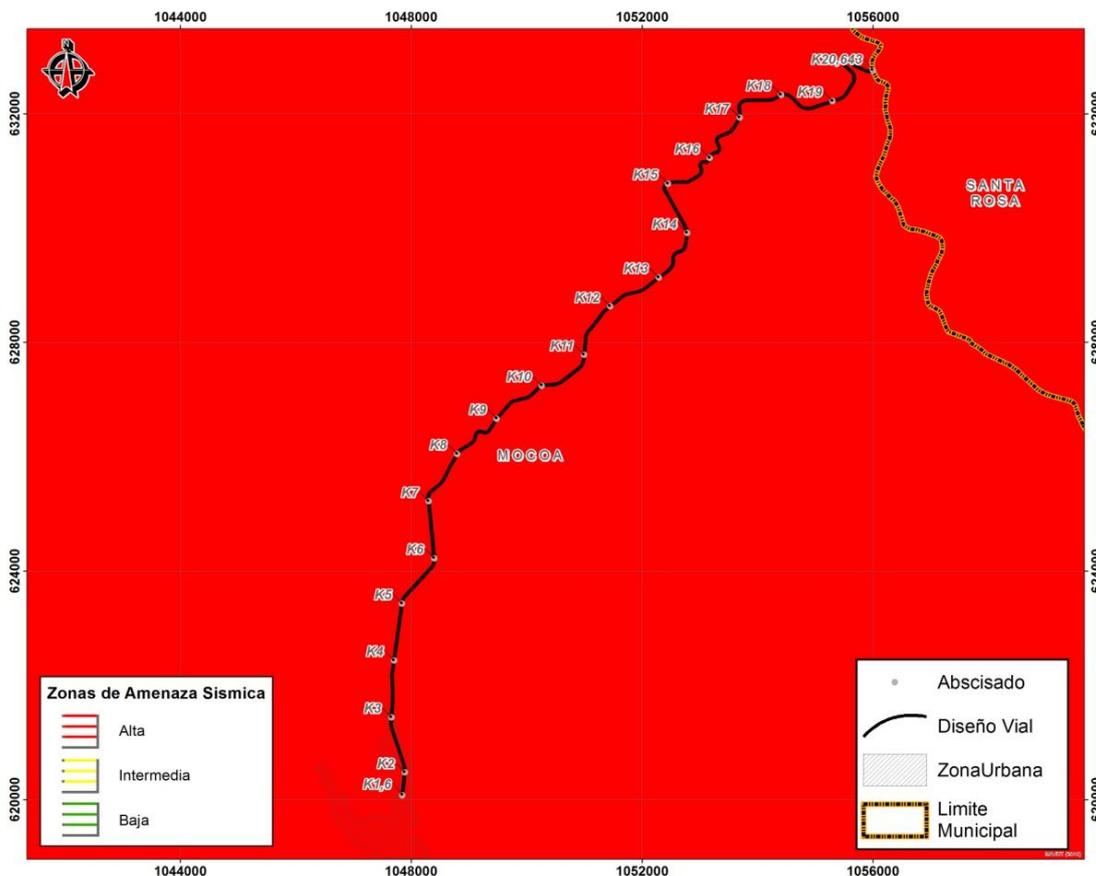
Origen	Identificación
Natural	Sismicidad
	Fenómenos de remoción en masa
	Incendios

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.4.2 Amenaza por sismicidad

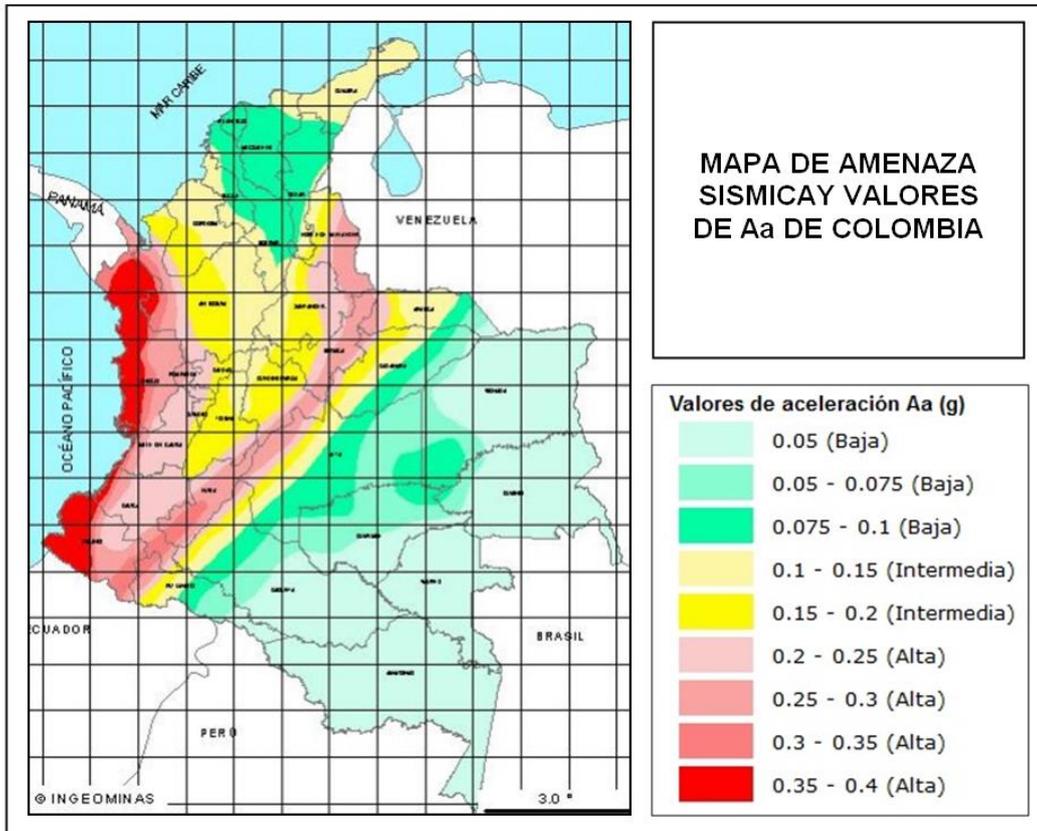
La amenaza sísmica se considera no variante en el tiempo, a nivel nacional se ha zonificado el grado de amenaza del país mediante el mapa del mismo nombre, que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno, calculado en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA) y se estima para probabilidades de 2%, 10% o 50% de ser sobrepasado en un tiempo de 50 años y se asocian con las frecuencias de ocurrencias de sismos potencialmente destructores. Según el mapa de amenaza sísmica de Colombia, el tramo vial de la UF-6 – sector Putumayo, se localiza en una zona con un aceleración (Aa) entre 0.25 a 0.3 g, clasificándose como de amenaza sísmica Alta. Con intensidad potencialmente fuerte (Ver Figura 3-14).

**Figura 3-14. Mapa de amenaza sísmica en el área de influencia**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2017.

Figura 3-15. Mapa de amenaza sísmica de Colombia

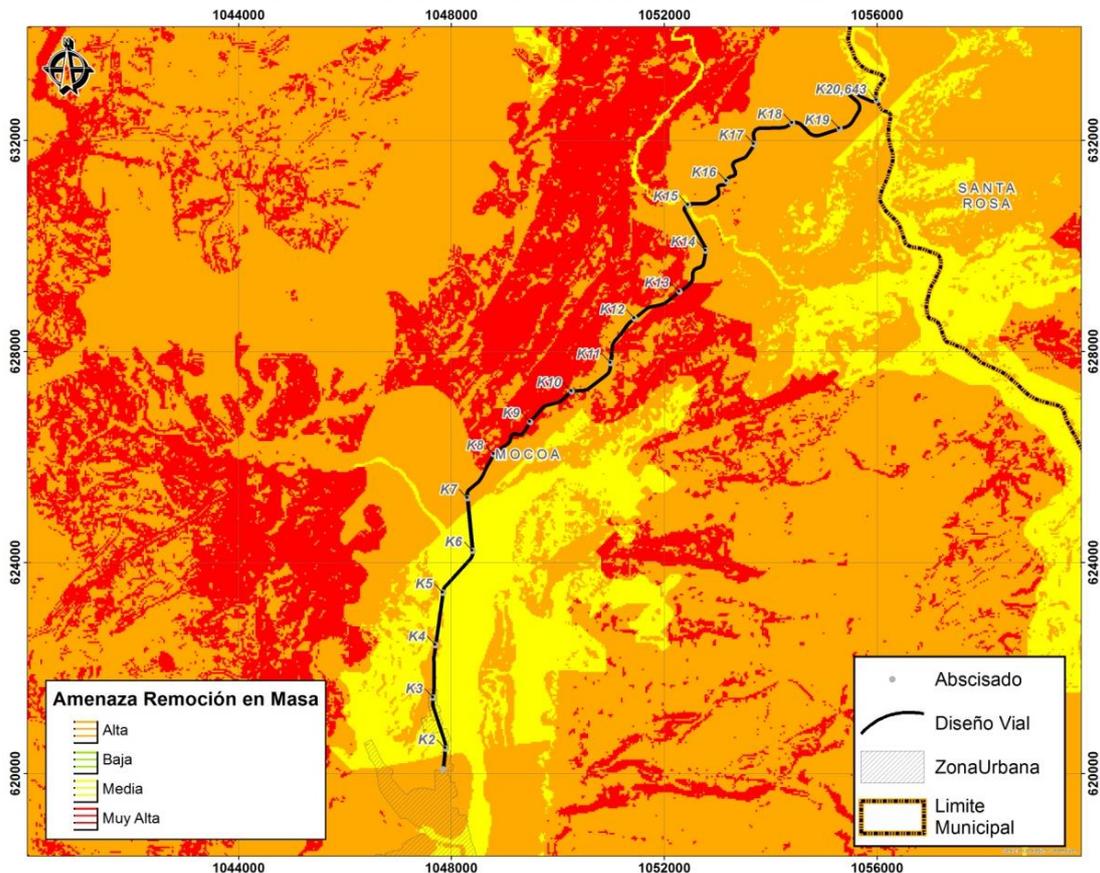


Fuente: INGEOMINAS, 2012. Adaptado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

### 3.1.4.3 Amenaza por procesos de remoción en masa

Los eventos asociados con fenómenos de remoción en masa pueden presentarse como deslizamientos, flujos de detritos y de lodo, caída de rocas y/o de detritos y falla en los taludes de terraplenes, que se asocian principalmente a los sectores de altas pendientes, donde existe material meteorizado, alto grado de precipitaciones y afectaciones por fallamientos estructurales y los cuales son muy comunes en la zona. Por lo anterior, se considera que existen amenazas de fenómenos de remoción en masa probables entre Media a Muy Alta, para el área de influencia, teniendo en cuenta la clasificación del Servicio Geológico Colombiano, 2015 (ver Figura 3-16).

Figura 3-16. Mapa de amenaza por remoción en masa



Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2017. Modificado por SGS Colombia S.A.S., 2017.

#### 3.1.4.4 Amenaza por incendios forestales

De acuerdo con la Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD (2013) un incendio forestal es el fuego que se propaga sin control, consumiendo material vegetal en áreas rurales, siendo ocasionado en un 95% por acciones humanas. El mayor riesgo en el área, corresponde a incendios superficiales, caracterizados por fuegos que consumen a nivel del suelo la hojarasca, pastos y demás vegetación de los estratos bajos al ser arrastrados por el área a merced de los vientos (CORANTIOQUIA, 2009).

Aunque el grado de amenaza por incendio a que están expuestas las tierras y zonas pobladas del área, es mínimo, debido a la gran cantidad de precipitación y la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, en los últimos años, durante los periodos secos se han presentado incendios forestales en el área rural del municipio de Mocoa. La amenaza de incendio forestal se calcula como una combinación de la probabilidad de ignición y la inflamabilidad de la cobertura, la primera depende de aspectos como continuidad del combustible (cobertura), volumen de la cobertura, compactación y contenido de humedad, que influyen en el comportamiento del fuego, la existencia de una fuente de ignición natural (radiación solar, rayos) o antrópicas y el tiempo de exposición de los materiales vegetales a esta fuente.

La inflamabilidad por su parte, depende de la ubicación del material, es decir, si este es terrestre (está en o encima del suelo) o aéreo (ubicados en la parte superior de las ramas). Las coberturas vegetales presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, corresponden en mayor a menor proporción a pastos limpios, pastos enmalezados y bosque de galería y ripario, los cuales son combustibles vegetales de importancia, que frente a un foco de ignición pueden originar fuego, el cual

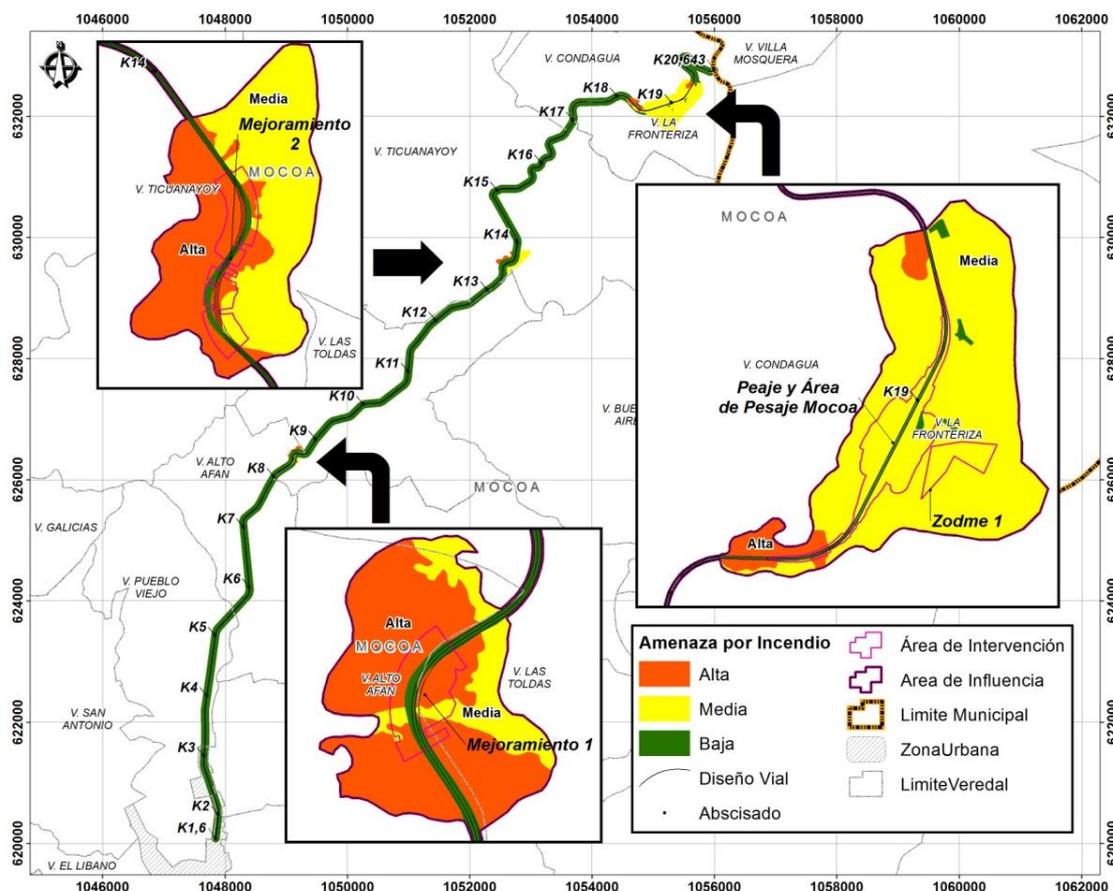
puede propagarse con facilidad en periodos de altas temperaturas y poca precipitación confiriéndole a la zona una amenaza de probable a frecuente

**Tabla 3-31. Características de inflamabilidad de las principales coberturas del área de estudio**

Cobertura	Características de inflamabilidad
<b>Pastos limpios</b>	Las coberturas herbáceas se caracterizan por influir en la velocidad de propagación del fuego, debido principalmente a por su bajo grado de humedad y uniformidad en cuanto a extensión, configurándole como el combustible terrestre más inflamable.
<b>Pastos enmalezados</b>	Esta cobertura se caracteriza por combinar especies herbáceas, con vegetación de bajo porte no diferenciable. A medida que avanza la época seca, las altas temperaturas y bajas humedades relativas secan tanto la capa cercana al suelo como la vegetación baja. Cuando esto sucede, la mayoría de esta vegetación, se convierten en portadores del fuego. La amenaza de propagación del fuego en esta cobertura puede considerarse alta.
<b>Bosque de Galería y Ripario</b>	En esta cobertura se combinan parches de árboles o arboles aislados con densidad significativa dentro de la cobertura, las ramas superiores están expuestas al viento y a la radiación solar, configurándolos como un importante combustible vegetal, los cuales pueden arder rápidamente ante la disminución de la precipitación y aumento de la temperatura del aire, la amenaza de incendio en estas coberturas puede catalogarse como media.

Fuente: Concesión Aliadas Para el Progreso, 2016.

**Figura 3-17. Mapa de amenaza por incendios**



Fuente: Servicio SGS Colombia S.A.S., 2017.

De acuerdo a lo expuesto y al tipo de coberturas presentes en el área de estudio, se le asigna una calificación a cada cobertura, para generar el mapa de amenaza por incendios, teniendo en cuenta parámetros tales como, tipo de combustible, duración combustible y carga combustible.