

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR
--	---	--	--

## CONTENIDO

	Pág.
<b>10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL</b>	<b>1</b>
10.1 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	1
10.2 GENERALIDADES TÉCNICAS DEL PROYECTO	2
10.2.1 Etapas del proyecto y actividades con potencial de generar impactos ambientales y sociales	3
10.2.2 Duración de las obras	3
10.3 ÁREA DE INFLUENCIA	4
10.4 EVALUACIÓN AMBIENTAL	4
10.4.1 Impactos Ambientales del Proyecto	4
10.4.2 Criterios de selección de Impactos susceptibles de Valoración Económica	4
10.4.2.1 Impactos Negativos o Costos Ambientales susceptibles de valoración	4
10.4.2.2 Impactos Positivos o Beneficios Ambientales	9
10.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	10
10.5.1 MARCO TEÓRICO PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA	10
10.5.1.1 Métodos de Valoración Económica de Impactos Ambientales.	11
Metodologías basadas en Precios de Mercado.	12
10.5.1.1.1 Cambios en la Productividad.	12
10.5.1.1.2 Costo de la Enfermedad (morbilidad) y Capital Humano (mortalidad)	12
10.5.1.1.3 Metodologías Basadas en Costos actuales y potenciales.	13
Métodos basados en Preferencias Reveladas.	14
10.5.1.1.4 Métodos de precios hedónicos.	14
10.5.1.1.5 Método de Costo de Viaje.	14
Métodos Basados en Preferencias Declaradas.	14
10.5.1.1.6 Método de Valoración Contingente.	15
10.5.1.1.7 Método de Transferencia de Beneficios.	15
10.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO AMBIENTAL	15
10.7 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	17
10.7.1 OBJETIVOS	17
10.7.1.1 Objetivo general	17
10.7.1.2 Objetivos específicos	17
10.7.1.3 Alcance de la valoración	17
10.7.2 PROCEDIMIENTO PARA LA VALORACIÓN	18
10.8 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN	18
10.9 ANÁLISIS DE BENEFICIOS AMBIENTALES	10
10.10 ANÁLISIS BENEFICIO costo	15
10.11 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	6

10. VALORACIÓN ECONÓMICA	CONTENIDO
--------------------------	-----------

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	 <p>Desafíos cumplidos</p>  <p>HEREDIA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.</p>  <p>CSH</p> <p>CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	 <p>CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR</p>
--	--	---	---

10.12	RECOMENDACIONES _____	6
10.13	BIBLIOGRAFÍA _____	6

## LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Localización del proyecto .....	2
Tabla 2 Costos ambientales en el medio abiótico .....	5
Tabla 3 Costos ambientales en el medio biótico .....	6
Tabla 4 Costos ambientales en el medio socioeconómico .....	8
Tabla 5 Beneficios ambientales en el medio abiótico .....	9
Tabla 6 Beneficios ambientales en el medio socioeconómico .....	9
Tabla 7 Caracterización Tipos de Valor .....	10
Tabla 8 Interpretación del indicador VPN. ....	16
Tabla 9 Interpretación del indicador RBC.....	16
Tabla 10 Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental .....	18
Tabla 11 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el uso y potencial del suelo .....	20
Tabla 12 Precio-requerimiento nutricional suelo.....	22
Tabla 13 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo .....	22
Tabla 14 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de la estabilidad del suelo .....	24
Tabla 15 Puntos de captación solicitados para el proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan – Pedregal.....	25
Tabla 16 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de cauces, Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales y Variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial.....	25
Tabla 17 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas y alteración en la calidad de agua subterránea.....	26
Tabla 18 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración zonas de recarga..	27
Tabla 19 Modificación de la calidad del aire por Material Particulado, modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población .....	29
Tabla 20 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de la calidad del aire por Material Particulado, modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población .....	30
Tabla 21 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Variación en los niveles de presión sonora .....	31

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR
--	---	--	--

Tabla 22 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambios en la integridad del paisaje.....	33
Tabla 32 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de ecosistemas estratégicos .....	37
Tabla 23 Precios de referencia de madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2013. ....	38
Tabla 24 Precios de referencia de madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2014 .....	39
Tabla 25 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2015. ....	40
Tabla 26 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2016. ....	42
Tabla 27 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2017 .....	43
Tabla 28 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de las coberturas vegetales, cambios en la estructura y composición florística. ....	45
Tabla 29 Alteración en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.....	47
Tabla 30 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.....	47
Tabla 31 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos, cambio en la calidad de vida de la población y Cambio en la dinámica poblacional .....	49
Tabla 33 Cambio en las actividades económicas.....	51
Tabla 34 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en las actividades económicas.....	51
Tabla 35 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Desplazamiento involuntario de población, fragmentación de predios y generación de conflictos.....	53
Tabla 36 Costo por ahorro tiempo viajes anuales.....	54
Tabla 37 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el estado de infraestructura vial.....	54
Tabla 38 Análisis de internalización de impactos en la evaluación <i>ex ante</i> .....	1
Tabla 39 Resultados del análisis de internalización de impactos en la evaluación <i>ex ante</i> .....	9
Tabla 43 Beneficio por Cambios en la integridad del paisaje .....	10
Tabla 44 Costos operacionales.....	11
Tabla 45 Beneficio por Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios.....	12
Tabla 45 Beneficio por cambio en la calidad de vida de la población .....	13
Tabla 40 Empleo del proyecto .....	14

10. VALORACIÓN ECONÓMICA	CONTENIDO
--------------------------	-----------

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	 <p>Desafíos cumplidos</p>  <p>HEREDIA OCHOA CONSTRUCCIONES S.A.</p>  <p>CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	 <p>CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR</p>
--	--	---	---

Tabla 41 Beneficio por Cambio en la dinámica del empleo ..... 14

### LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1 Localización del proyecto .....	2
Figura 10.2 Metodología de valoración económica ambiental de proyectos.....	12

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	 <p>Desafíos cumplidos</p>  <p>HUARDIA OCHOA CONSTRUCCIONES S.A.</p>  <p>CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	 <p>CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR</p>
--	--	---	---

## 10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

### INTRODUCCIÓN

El capítulo realiza la valoración de los costos y beneficios ambientales, y el Análisis Costo Beneficio Ambiental del desarrollo del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal y su área de Influencia localizada en el departamento de Nariño.

La valoración económica de los impactos ambientales toma aspectos de la Metodología General para la Presentación de los Estudios Ambientales, numeral 2.3.2, determinando el proceso de evaluación económica al interior de la Evaluación del Impacto Ambiental. Adicionalmente contempla aspectos del Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental. (CEDE – UNIANDES - MAVDT 2010), y dará cumplimiento a:

- Metodología General para la Presentación de los Estudios ambientales<sup>1</sup> numeral 2.3.2. Evaluación económica del proceso de Evaluación del Impacto Ambiental,
- Los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental<sup>2</sup>.

Para la valoración de los impactos - Beneficios y Costos- ambientales del proyecto, se toma la información de línea base, área de influencia, identificación y evaluación de los impactos ambientales y programas de manejo ambiental diseñados para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales, los cuales hacen parte de los capítulos 3. Descripción del proyecto, Capítulo 4 Caracterización del Área de influencia, y Capítulo 8 Evaluación ambiental del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto.

Dentro del contexto del EIA, la valoración económica parte del conjunto de los impactos identificados y evaluados, que por su valor de significancia ambiental han sido evaluados como impactos severos o críticos de carácter negativo, y de carácter positivo que constituyen beneficios ambientales.

Se determina que en el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal tiene un área de intervención directa de 642,279 ha hectáreas las cuales serán susceptibles de valoración dado que corresponden a las áreas que tendrán intervención por el proyecto.

### 10.1 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal se encuentra ubicado en el departamento de Nariño, en los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués; en la **Tabla 1** se presentan las veredas por la cuales se planea el trazado del proyecto y en la **Figura 1** se presenta gráficamente su localización.

<sup>1</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología General para la Presentación de los Estudios ambientales. Zapata P., Diana M., Londoño B., Carlos A. (Eds.) Bogotá D.C, Colombia. Dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales. 2010. 72 p.

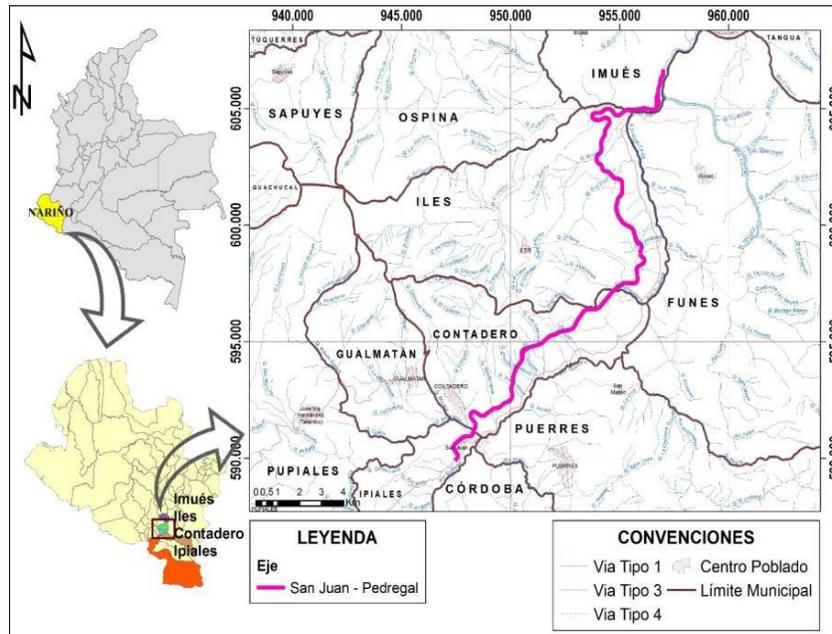
<sup>2</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Resolución 1669 de 2017. Bogotá. 2017

Tabla 1 Localización del proyecto

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA
Nariño	Ipiales	El Rosal, San Juan, Boquerón
	Contadero	La Providencia, San Francisco, Aldea de María, Las Delicias, El Capulí, El Culantro, Las Cuevas, Ip. Ospina Pérez, San José de Quisnamuez
	Iles	Alto el Rey, Urbano, Tablón Alto, Tablón Bajo, Tablón Alto, El Rosario, El Porvenir
	Imués	Pilcuán

Fuente: Consorcio SH, 2018

Figura 1 Localización del proyecto



Fuente: Consorcio SH, 2018

## 10.2 GENERALIDADES TÉCNICAS DEL PROYECTO

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal; contempla la construcción de 29.045 kilómetros, correspondientes a tres tramos; un tramo de construcción de una segunda calzada paralela a la existente desde el PK15+750 hasta el PK17+000 (1.25 km), un tramo de vía nueva desde el PK17+000 hasta el PK41+943 (24.94 km) y la construcción de una segunda calzada paralela a la vía existente, la cual se desarrollará desde el PK41+943 hasta el PK44+795 (2.85 km).

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HUNDOS CRESPO CONSTRUCCIONES S.A. 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR
CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0		Versión 1 – agosto de 2018.	

### 10.2.1 Etapas del proyecto y actividades con potencial de generar impactos ambientales y sociales

El Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal contará con cuatro fases: pre construcción y construcción, abandono y restauración final como se relaciona a continuación con sus aspectos ambientales, a partir del EIA. Capítulo 3. Descripción del proyecto.

- Fase 1: Pre construcción:
  - Acercamiento e información a la comunidad y autoridades competentes
  - Negociación predial y servidumbres
- Fase 2: Pre construcción y construcción:
  - Contratación y capacitación del personal
- Fase 3: Construcción:
  - Movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal
  - Adquisición de bienes y servicios
  - Captación de agua superficial
  - Disposición de residuos sólidos por el proyecto
  - Disposición de residuos líquidos domésticos e Industriales por el proyecto
  - Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
  - Demolición y remoción de infraestructura existente en las áreas a intervenir
  - Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
  - Instalación y operación de campamentos y sus vías de acceso
  - Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso
  - Operación y mantenimiento de Maquinaria y/o equipos
  - Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso
  - Conformación de sub-base, base y afirmado
  - Conformación de la capa de rodadura
  - Construcción de obras hidráulicas (incluidas las ocupaciones de cauce)
  - Cimentación y pilotaje para puentes y viaductos
  - Construcción de superestructura para puentes y viaductos
  - Construcción de obras de estabilización de taludes
- Fase 4: Abandono y restauración final:
  - Desmantelamiento de instalaciones temporales y campamentos
  - Limpieza final de las áreas intervenidas

### 10.2.2 Duración de las obras

El proyecto de construcción del proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan Pedregal, tendrá una duración total de 1264 días.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HIDROSA CRESPIN CONSTRUCCIONES S.A. 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR
--	--	--	---

### 10.3 ÁREA DE INFLUENCIA

En el Capítulo 5 del presente Estudio de Impacto Ambiental, se presenta la Caracterización del Área de intervención del proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto. Área donde se generan impactos ambientales directos o primarios en los sitios que se intervienen con el proyecto vial, en componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

El área de influencia del Proyecto Vial tiene una extensión de 4040,583 ha, localizada en jurisdicción de los municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imués, en el departamento de Nariño.

### 10.4 EVALUACIÓN AMBIENTAL

#### 10.4.1 Impactos Ambientales del Proyecto

Con base en los lineamientos del Manual Técnico de Valoración Económica de Impactos Ambientales se parte de la evaluación de los impactos como la estrategia para la jerarquización del impacto para el abordaje del análisis ambiental y de la valoración económica.

Mediante la aplicación de la metodología establecida en el EIA para la evaluación de impacto ambiental se identificaron las actividades del proyecto que generarán mayores impactos sobre el ambiente y se estableció cuáles elementos ambientales tienen mayor posibilidad de afectación dado los valores de Importancia del Impacto Ambiental por el desarrollo del proyecto.

El EIA del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca – Pasto, Tramo San Juan – Pedregal en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental, describe los impactos evaluados para los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, resultando de relacionar las actividades del proyecto con potencial de generar impactos y la oferta ambiental del área de estudio, resultado de la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico y cultural en cada uno de sus componentes e indicadores presentados en uno de los Capítulos del EIA – Caracterización del Área de Influencia del Proyecto, y la caracterización de recursos naturales por parte del proyecto, presentadas en el Capítulo 5 del EIA.

#### 10.4.2 Criterios de selección de Impactos susceptibles de Valoración Económica

Los impactos identificados y evaluados dentro del EIA para cada uno de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, se agruparon de acuerdo al valor de significancia ambiental calificado como impacto severo o crítico. El criterio de selección consistió en identificar los impactos negativos en cada fase del proyecto, que tuvieran dicha significancia ambiental, asimismo, seleccionar los impactos que constituyeron impactos positivas en las etapas del proyecto.

##### 10.4.2.1 Impactos Negativos o Costos Ambientales susceptibles de valoración

Con base en la revisión de la matriz de impactos ambientales del proyecto presentada en el EIA, se realizó la selección de impactos negativos o costos ambientales susceptibles a valorar económicamente es decir aquellos cuyo valor de importancia es severo o crítico. En la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 se realiza una breve descripción de los costos ambientales seleccionados por medio abiótico, biótico y socioeconómico.

Tabla 2 Costos ambientales en el medio abiótico

FASES	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD
Construcción	Suelo	Cambio en el uso y potencial del suelo	Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
		Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	Disposición de residuos sólidos por el proyecto
			Disposición de residuos líquidos domésticos e Industriales por el proyecto
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
		Modificación de la estabilidad del suelo	Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
			Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
		Aguas Superficiales	Alteración de cauces
	Construcción de obras hidráulicas (incluidas las ocupaciones de cauce)		
	Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales		Cimentación y pilotaje para puentes y viaductos
	Aguas Subterráneas	Variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial	Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
			Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas
		Alteración en la calidad del agua subterránea	Alteración de zonas de recarga
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.

FASES	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD
	Atmósfera	Modificación de la calidad del aire por Material Particulado	Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
			Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso
		Modificación de la calidad del aire por Gases	Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso
			Conformación de la capa de rodadura
			Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso
	Procesos geofísicos (Geomorfología y Geotécnia) y de paisaje	Cambios en la integridad del paisaje	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Cimentación y pilotaje para puentes y viaductos
			Construcción de obras de estabilización de taludes Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza

Fuente: Consorcio SH, 2018

Tabla 3 Costos ambientales en el medio biótico

FASE	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTAL	ACTIVIDAD
Construcción		Afectación de la conectividad estructural y funcional de los hábitats de la fauna silvestre	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos

	<b>Fauna</b>		Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
		Alteración de la fauna edáfica	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
		Cambios en la estructura, extensión y disponibilidad de hábitats de la fauna silvestre	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
			Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
		Cambios en la composición y estructura de las comunidades faunísticas	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza para el corredor vial, ZODMES, Campamentos y Accesos
	Cambios en los patrones de movilidad de los individuos	Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)	
	<b>Flora</b>	Cambios en la estructura y composición florística	Remoción de cobertura vegetal, descapote y limpieza
		Modificación de las coberturas vegetales	
		Alteración de ecosistemas estratégicos	Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
	<b>Hidrobiología</b>	Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas	Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso.
			Construcción de obras hidráulicas (incluidas las ocupaciones de cauce)
Cimentación y pilotaje para puentes y viaductos			

Fuente: Consorcio SH, 2018

Tabla 4 Costos ambientales en el medio socioeconómico

FASES	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD
Construcción	<b>Infraestructura Social</b>  <b>Estructura económica y productiva</b>	Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc)  Cambio en las actividades económicas	Movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal
			Movimientos de tierra (Excavaciones y Rellenos)
			Instalación y operación de campamentos y sus vías de acceso
			Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso
Pre- Construcción	<b>Estructura económica y productiva</b>	Fragmentación de predios  Afectación a unidades sociales vinculadas a los predios requeridos para el proyecto  Cambio en la calidad de vida de la población	Negociación predial y servidumbres
			Fragmentación de predios
			Contratación y capacitación del personal
			Adquisición de bienes y servicios
Pre- Construcción y Construcción	<b>Estructura poblacional</b>	Cambio en la dinámica poblacional	Negociación predial y servidumbres
Construcción			<b>Estructura Poblacional</b>  <b>Infraestructura Social</b>

	<b>Comunidad</b>	Generación de conflictos	
	<b>Salud</b>	Cambio en el estado de salud de la población	Construcción y Operación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (ZODMEs) y sus vías de acceso. Instalación y operación de plantas de procesos (asfalto, concretos, trituración) y sus vías de acceso

Fuente: Consorcio SH, 2018

#### 10.4.2.2 Impactos Positivos o Beneficios Ambientales

La selección de los impactos positivos o beneficios ambientales se realizó a partir de la revisión de la matriz de impactos de proyecto en el EIA con calificación impacto severo en el valor de significancia ambiental. En la Tabla 5 y Tabla 6 se realiza una breve descripción de los costos ambientales seleccionados por medio biótico, abiótico y socioeconómico.

**Tabla 5 Beneficios ambientales en el medio abiótico**

FASES	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD
Construcción	Procesos geofísicos (Geomorfología y Geotécnia) y de paisaje	Cambios en la integridad del paisaje	Construcción de obras de estabilización de taludes

Fuente: Consorcio SH, 2018

**Tabla 6 Beneficios ambientales en el medio socioeconómico**

FASES	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDAD
Pre- Construcción y Construcción Construcción	<b>Estructura Económica y Productiva</b>	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	Movilización de materiales de construcción, insumos, maquinaria, equipos y personal
		Cambio en la calidad de vida de la población	Adquisición de bienes y servicios Contratación y capacitación del

			personal
		Cambio en la dinámica del empleo  Cambio en los Niveles de Ingreso	Contratación y capacitación del personal

Fuente: Consorcio SH, 2018

## 10.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### 10.5.1 MARCO TEÓRICO PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA

En la valoración económica de los impactos ambientales se parte del hecho que los proyectos hacen uso de bienes y servicios ambientales, por lo tanto se debe pagar por el uso de los recursos naturales, siendo esto el costo ambiental del proyecto. Lo anterior, permite al operador de los proyectos internalizar los costos ambientales a partir de las acciones de compensación, mitigación como se evidencia en los Planes de Manejo Ambiental dando cumplimiento de la normatividad ambiental.

La valoración es una herramienta métrica que recoge la capacidad de los ecosistemas para satisfacer necesidades esenciales a la vida. Se pueden valorar los ecosistemas desde perspectivas antropocéntricas en donde el ser humano asigna valor a los bienes y servicios del ecosistema, y desde una perspectiva basada en las características propias del ecosistema considerando el valor intrínseco del mismo<sup>3</sup>.

La valoración económica de impactos ambientales implica la obtención del Valor Económico Total (VET), el cual comprende el Valor de Uso (VU) y el Valor de No-Uso (VNU) del recurso identificando los valores que son monetizables y los que no lo son como se evidencia en la Tabla 7

**Tabla 7 Caracterización Tipos de Valor**

TIPOS DE VALOR	
Valor de uso -VU: se relaciona con la utilización directa o indirecta de los bienes y servicios de los ecosistemas por parte de un individuo o la sociedad.  Se divide en:	Valor de uso directo - VUD: se refiere a los beneficios que obtiene un individuo o la sociedad por el uso o consumo de bienes y servicios ecosistémicos. (p.ej. uso de madera, semillas, recreación)  Valor de uso indirecto- VUI: se refiere a los beneficios que no son exclusivos de un individuo en particular, sino que se extienden hacia otros individuos de la sociedad. (p.ej. regulación de la erosión, regulación del agua, regulación del clima etc.)
Valor de opción: se refiere a la postergación del uso de un determinado activo ambiental para una época futura. Al mantener abierta la opción de aprovechar dicho recurso en una fecha posterior. (p.ej. (por ejemplo, la gente podría estar dispuestas a pagar para preservar la biodiversidad con el objeto de conservar material genético, como cultivos silvestres)	

<sup>3</sup> PULGAR, M., & VIDAL, O. Manual de valoración económica del patrimonio natural. Ministerio del Ambiente. 2014. Perú. 45p.

Valor de no uso - VNU: es el valor que atribuyen los individuos o la sociedad a la pura existencia de los ecosistemas o el deseo de legar los beneficios de dichos ecosistemas a las futuras generaciones.  Se divide en:	Valor de legado - VL: es aquel valor de dejar los beneficios de los ecosistemas, directa o indirectamente, a las generaciones futuras (p.ej. protección de hábitats para el disfrute de las futuras generaciones)
	Valor de existencia - VE: es el valor que los individuos atribuyen a los ecosistemas por el simple hecho de que existan. Incluso si los individuos no realizan ningún uso actual, o en el futuro, o no reciben ningún beneficio directo o indirecto de ellos. (p.ej. los ecosistemas de mangle y coralinos)

Fuente: adaptado de Pulgar & Vidal (2014).

De acuerdo con las definiciones anteriores, el Valor Económico Total (VET) se expresa en la siguiente ecuación:

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI + VO) + (VE + VL)$$

En esta ecuación se sintetizan los conceptos de la valorización económica de los recursos naturales y los impactos ambientales, su instrumentalización y su incorporación en la política de desarrollo y la toma de decisiones. La importancia del VET se centra en que cualquier tipo de recurso natural se caracteriza por tener otros valores diferentes al valor de uso directo. Si solo se estiman valores de uso, se sub-estiman los verdaderos beneficios y/o costos ambientales<sup>4</sup>.

### 10.5.1.1 Métodos de Valoración Económica de Impactos Ambientales.

Se presentan las metodologías de valoración para estimar los costos y beneficios ambientales asociados al desarrollo de proyectos. Cada método tiene su alcance y requerimiento de información que depende del tipo de valor a estimar (uso, opción de uso y existencia) el cual a su vez depende del tipo de bien o servicio ambiental.



<sup>4</sup> AZNAR BELLVER, J., & ESTRUCH GUITART, A. V. Valoración de Activos Ambientales. Teorías y Casos. 2da Edición. Universidad Politécnica de Valencia. 2012. 23p.

**Figura 10.2 Metodología de valoración económica ambiental de proyectos**

Fuente: Grupo de Valoración Económica Ambiental de la ANLA, a partir de MAVDT (2010)

### Metodologías basadas en Precios de Mercado.

Estiman los valores económicos de los productos y/o servicios de los ecosistemas, que son comprados y vendidos en los mercados comerciales, y es utilizado para cuantificar los cambios de valor en la cantidad o calidad de un bien o servicio<sup>5</sup>. En este sentido, las metodologías basadas en precios de mercado, son:

- cambios en la productividad, usando precios económicos normales o corregidos - cuando existen distorsiones en los mercados - de los bienes y/o servicios impactados,
- costos de enfermedad, cuantifica los costos en los que debe incurrir un individuo para atender la enfermedad, y
- costos de capital humano, relaciona la pérdida de productividad de los seres humanos ocasionada por la muerte prematura.

#### 10.5.1.1.1 Cambios en la Productividad.

La calidad de los bienes y/o servicios ambientales determina los niveles y cambios en la productividad de otros bienes de carácter mercadeable. Estos cambios en productividad generados a raíz de cambios en la calidad ambiental, son la pérdida de valor o ganancias en la producción.

Las medidas usadas para estimar cambios en la productividad se basan en el análisis tradicional de ingresos menos costos. Los cambios físicos en la producción debido a cambios ambientales son valorados usando precios de mercado para los insumos y productos.

La cuantificación monetaria de los efectos sobre la productividad sirven para agregar los resultados obtenidos dentro del análisis costo-beneficio del proyecto, con el fin de considerar las externalidades positivas y negativas que genere el proyecto económico, según sea el caso.

#### 10.5.1.1.2 Costo de la Enfermedad (morbilidad<sup>6</sup>) y Capital Humano (mortalidad<sup>7</sup>)

El objetivo de la valoración ambiental por costo de la enfermedad es el de cuantificar los costos de la morbilidad asociada a los cambios en la calidad ambiental generada por un megaproyecto

La valoración de la morbilidad a través del *enfoque de costo de la enfermedad* estima la variación de los gastos incurridos por los individuos como resultado de un cambio en la incidencia de una enfermedad en particular. Tanto los costos directos (por ejemplo, los costos de las visitas al médico, los costos de tratamiento, etc.) y los costos indirectos (por ejemplo, salarios) se incluyen en la estimación.

La valoración de los *costos de la enfermedad* relacionados con la contaminación ambiental (aire, agua, suelo) requiere información de la función de daño implícita (relacionada con la función dosis-respuesta), la cual relaciona el nivel de contaminación (exposición) con el grado de efectos en salud (respuesta).

<sup>5</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá. 2017. 88 p.

<sup>6</sup> El cambio en la probabilidad de una persona de adquirir una enfermedad

<sup>7</sup> El cambio en la probabilidad de morir a una edad determinada.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HUNDOSA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR
--	---	--	---

La utilidad de valorar los cambios en la morbilidad y/o mortalidad generados por un proyecto, sirve para agregar los costos/beneficios en la salud humana (*morbilidad y/o mortalidad*) por cambios en la calidad ambiental (agua, aire, suelo). Estos costos deben ser sumados dentro de los costos del megaproyecto como una de las externalidades negativas generadas sobre la población.

Para esto la agregación se debe tener en cuenta sólo la población efectivamente afectada, asimismo los resultados se deben presentar en términos unitarios, es decir en costos de tratamiento o de enfermedad por persona.

### 10.5.1.1.3 Metodologías Basadas en Costos actuales y potenciales.

Las metodologías basadas en gastos (preventivos, de reposición, de reemplazo, etc.) relacionan la estimación de los valores de los costos incurridos para remediar el daño. El supuesto de este método es que si las personas incurren en gastos para evitar los daños a los servicios de los ecosistemas, o para sustituir los servicios de los ecosistemas, dichos servicios deben valer como mínimo lo que la gente paga para reemplazarlos<sup>8</sup>

Los métodos que incorporan los gastos preventivos o costos de reemplazo se han convertido en una alternativa muy utilizada en la evaluación de proyectos, dada las dificultades de utilizar los métodos directos o que se sustentan en el uso de modelos económicos para los cuales muchas veces no existe la información requerida<sup>9</sup>

Se emplean los precios de mercado para estimar el costo o beneficio ambiental, ya sea a través de los precios de los productos o de los costos de producción, y para tal efecto, se asume que los precios del mercado reflejan la escasez relativa de los recursos y por lo tanto, son precios económicamente eficientes. Para evitar los sesgos en la valoración además del costo de reemplazo o de restauración del bien afectado se debe incorporar el costo de oportunidad asociado a la pérdida de productividad<sup>10</sup>.

Las metodologías basadas en costos son:

- Costos de reemplazo (utilizados como una estimación del costo de la contaminación),
- Precios sombra (similar al de reposición o restauración de un activo físico o recurso natural),
- Costo – efectividad (intenta estimar el costo de la protección ambiental en términos del costo de formas alternativas de lograr un determinado objetivo)

<sup>8</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá. 2017. 96 p.

<sup>9</sup> SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, SEMARNAT - INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, INE. Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México. México. 2001. 45p.

<sup>10</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Valoración Económica detallada de las áreas protegidas de Chile. Santiago de Chile. 2010. 186p.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR
--	---	--	--

## Métodos basados en Preferencias Reveladas.

### 10.5.1.1.4 Métodos de precios hedónicos.

El método del valor hedónico consiste en medir de qué forma el valor de determinados bienes de mercado es función del nivel que alcanza una determinada variable<sup>11</sup>. Consiste en determinar el valor de un activo o un recurso ambiental mediante el estudio de como este hace variar el valor de los bienes de mercado.

Los precios hedónicos buscan descubrir todos los atributos del bien que explican su precio y averiguar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos. Uno de los ejemplos más empleados en la literatura corresponde a la vivienda ya que únicamente no se adquiere la propiedad, sino que también se elige un entorno, barrio, calidad de aire, nivel de ruido, zonas verdes entre otras<sup>12</sup>

Los objetivos de este método de valoración corresponden a 1. Hacer explícitos los precios de los bienes o atributos para los que no existe un mercado formal. Y, 2. Utilizar estos precios para evaluar decisiones que afecten la oferta de tales atributos<sup>13</sup> (cambios en la calidad).

En síntesis el precio refleja el valor de los atributos determinados por el acuerdo de transacciones en el momento que surge la función de precios de equilibrio cuando la oferta iguala a la demanda, a la racionalidad maximizadora de los agentes, consumidores y productores, así como la existencia de la competencia perfecta que implica que los precios reflejen la valoración que los agentes le otorgan a los bienes<sup>14</sup>.

### 10.5.1.1.5 Método de Costo de Viaje.

El Método del Costo de Viaje permite estimar de la Disponibilidad a Pagar (DAP) por bienes y servicios ambientales cuyo uso es principalmente de carácter recreacional. El costo económico de visitar un sitio para recreación es utilizado como medida sustitutiva de su precio<sup>15</sup>.

Este método tiene como objetivo principal la estimación del valor de uso del bien, de forma que si una persona visita un cierto lugar con fines recreacionales, implica que el disfrute de este servicio le proporciona como mínimo un beneficio que es igual al costo de viaje.

## Métodos Basados en Preferencias Declaradas.

Los métodos analizan cómo revelan los agentes la importancia dada a un bien o servicio ecosistémico a través de su comportamiento en mercados reales con los que están relacionados como son la valoración contingente y la transferencia de beneficios:

<sup>11</sup> AZNAR BELLVER, J., & ESTRUCH GUITART, A. V. Valoración de Activos Ambientales. Teorías y Casos. 2da Edición. Universidad Politécnica de Valencia. 2012. 44p.

<sup>12</sup> AZQUETA, D., ALVIAR, M., DOMÍNGUEZ L., Y O'RYAN, R. Introducción a la economía ambiental. 2da edición. McGraw-Hill. Madrid, España. 2007. 143p.

<sup>13</sup> BARZEV, R. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales: Corredor Biológico Mesoamericano / Radoslav Barze. Corredor Biológico Mesoamericano. 2002. 148 p.

<sup>14</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá. 2017. 73 p.

<sup>15</sup> Op. Cit. 88 p.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR
--	---	--	--

#### 10.5.1.1.6 Método de Valoración Contingente.

Busca estimar los cambios en el bienestar de las personas producto de cambios hipotéticos (contingentes) en un bien o servicio ecosistémico, mediante el uso de preguntas directas sobre la Disponibilidad a Pagar por dichos bienes o servicios ecosistémicos, estima el valor económico de un bien o servicio que no cuenta con un mercado establecido<sup>16</sup>.

#### 10.5.1.1.7 Método de Transferencia de Beneficios.

La técnica de transferencia de beneficios se basa en la premisa de que el valor económico de un activo ambiental puede ser extrapolado a partir de los resultados de algún estudio ya realizado<sup>17</sup>, la principal ventaja de este enfoque es que, al utilizar fuentes de información secundarias, permite ahorro de coste y tiempo.

En esta metodología se emplea información existente, se realiza adaptaciones y se utiliza la información económica de un lugar específico bajo ciertas condiciones de un recurso o una política a un lugar que presente similares condiciones<sup>18</sup>. Para la adaptación de los valores económicos se tiene en cuenta las distorsiones del mercado como los son subsidios, controles de precio e impuestos lo cuales pueden alterar la valoración, generalmente son ajustados para eliminar el efecto de las distorsiones originadas por fallas de mercado.

La metodología de transferencia de valores fijos consta de dos métodos, la transferencia de los beneficios de un único estudio, para el método de transferencia se basa en un solo estudio relevante para el sitio de intervención y la transferencia de un valor promedio aproxima los beneficios del sitio de intervención con base en un conjunto de estudios relevantes y aplicables para el caso en cuestión y calcula la medida de los beneficios con un momento estadístico como la media o la mediana<sup>19</sup>.

Es importante resaltar que al transferir los valores entre distintos países debe ser ajustado el ingreso per cápita y demás indicadores del país de estudio.

## 10.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO AMBIENTAL

La eficiencia económica está relacionada con los indicadores de rentabilidad social; el Valor Presente Neto Económica – VPNE y Relación Beneficio Costo – RBC. Las alternativas que tengan los mayores niveles de indicadores de rentabilidad social serían las que garantizan un uso más eficiente de los recursos.

La determinación de los indicadores de rentabilidad social es posible a través de una evaluación económica o Análisis Costo Beneficio. El análisis de costo beneficio es herramienta de evaluación de proyectos, la cual

<sup>16</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá. 2017. 102 p.

<sup>17</sup> AZQUETA, D., ALVIAR, M., DOMÍNGUEZ L., Y O’RYAN, R. Introducción a la economía ambiental. 2da edición. McGraw-Hill. Madrid, España. 2007. 530p.

<sup>18</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología General para la Presentación de los Estudios ambientales. Zapata P., Diana M., Londoño B., Carlos A. (Eds.) Bogotá D.C, Colombia. Dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales. 2010. 25 p.

<sup>19</sup> BACA, J. U. Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales Método transferencia de beneficio. 2011. 6p.

permite estimar el beneficio neto de un megaproyecto, medido desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social.

En el Análisis Costo Beneficio se realiza la valoración de los impactos positivos y negativos del proyecto que corresponden a costos y beneficios ambientales, se establece el balance entre los beneficios y costos del proyecto denominado como el flujo neto económico y se obtiene el flujo descontado de beneficios y costos utilizando para ello una tasa social de descuento para obtener el indicador de rentabilidad social denominado Valor Presente Neto, el cual se estima con la siguiente expresión.

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Donde,  $B_i$  Beneficios: corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año  $i$ ;  $C_i$  Costos: el valor de los impactos negativos en el año  $i$ ;  $r$  es la tasa social de descuento;  $i$  es el indicador del año.

Calculado el VPN, se aplica cada criterio de aceptación o rechazo del proyecto como se refleja en la Tabla 8

**Tabla 8 Interpretación del indicador VPN.**

VALOR PRESENTE NETO	INTERPRETACIÓN
$VAN > 0$	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, el proyecto es rentable desde el punto de vista social lo que implicaría tomar la decisión de ejecutar el proyecto
$VAN = 0$	El proyecto genera beneficios iguales a los costos, considerando la tasa social de descuento, Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar social.
$VAN < 0$	Los costos del proyecto son mayores a sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el megaproyecto, ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE, Uniandes. MAVDT 2010.

Otro indicador de rentabilidad social que puede ser utilizado para el análisis de decisión corresponde a la Relación Beneficio Costo (RBC). La cual está dada por el cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos.

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VAN_{beneficios}}{VAN_{costos}}$$

Los resultados de este indicador muestran la contribución del proyecto al bienestar de la sociedad como un todo y la interpretación del mismo como se muestra en la Tabla 9

**Tabla 9 Interpretación del indicador RBC.**

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	INTERPRETACIÓN
$RBC > 1$	El megaproyecto genera bienestar social, por lo tanto se acepta el megaproyecto.
$RBC = 1$	El megaproyecto no presenta cambios en bienestar social, por lo tanto es indiferente.
$RBC < 1$	El megaproyecto empeora el bienestar social. Por lo tanto, no es recomendable su ejecución.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR
--	---	--	---

Fuente: CEDE, Uniandes. MAVDT 2010.

La última etapa consiste en hacer un análisis de sensibilidad debido a la incertidumbre que rodea algunos costos y beneficios futuros. Por lo tanto, este análisis debe calcular el VPN con diferentes valores de parámetros como: tasa de descuento, cantidades físicas y monetarias de la inversión y producción, precios sombra de la inversión y producción y lapso de vida del megaproyecto. Con este análisis se busca identificar que parámetro produce una mayor sensibilidad sobre el VPN (MAVDT, 2003).

## 10.7 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

### 10.7.1 OBJETIVOS

#### 10.7.1.1 Objetivo general

Realizar la valoración económica de los impactos ambientales que genere el Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal, sobre los componentes físico, biótico y socioeconómico en sus etapas de pre construcción y construcción.

#### 10.7.1.2 Objetivos específicos

- Realizar la valoración económica de los impactos ambientales a partir de la matriz de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental para mitigar, prevenir y compensar los impactos directos del proyecto.
- Valorar económicamente los impactos ambientales asociados al proyecto sobre los recursos naturales y la población.
- Realizar el Análisis de internalización de impactos, el análisis Costo Beneficio Ambiental del Proyecto y la interpretación de los indicadores de rentabilidad resultantes.

#### 10.7.1.3 Alcance de la valoración

La valoración económica de los impactos ambientales dará cumplimiento a:

Los requerimientos establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles M-M-INA-02, Versión No. 2, (ANLA, 2015), adoptados mediante Resolución 751 del 26 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Metodología General para la Presentación de los Estudios ambientales numeral 2.3.2. Evaluación económica del proceso de Evaluación del Impacto Ambiental,

Resolución 1669 del 15 de agosto de 2017 “Por la cual se adoptan los criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licencia Ambiental o Instrumento Equivalente y se adoptan otras determinaciones. Cartilla “Criterios técnicos para el uso de Herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental”

## 10.7.2 PROCEDIMIENTO PARA LA VALORACIÓN

El procedimiento para la valoración económica de los impactos ambientales sigue la ruta planteada en el Manual Técnico de Valoración Económica de Impactos Ambientales (CEDE – MAVDT, 2010) para la aplicación del análisis costo beneficio económico (ACB) ambiental, en la toma de decisiones como se describe en la **Tabla 10** considerando las etapas del proyecto.

El ACB incorpora la valoración de los impactos ambientales a partir de las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados dentro de la evaluación económica.

**Tabla 10 Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental**

N.	ETAPA
1	Definición del Proyecto a Evaluar
2	Identificación de los Impactos del Proyecto
3	Identificación de los Impactos más Relevantes
4	Cuantificación Física de los Impactos más Relevantes y análisis de internalización
5	Valoración Monetaria de los Impactos más Relevantes
6	Descontar el Flujo de Beneficios y Costos
7	Obtención de los Principales Criterios de Decisión
8	Análisis de Sensibilidad

Fuente: MAVDT, 2010. Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental.

Los requerimientos de información para la evaluación económica de los impactos ambientales se agrupan en Información técnica, la cual permite cuantificar los cambios en la calidad o en la cantidad de los bienes o servicios ambientales derivados de las actividades propuestas, permite estimar de manera objetiva la relación causa – efecto del daño físico total y marginal ambiental. E información económica, consiste en la recolección de información acerca de los precios de los bienes e insumos relacionados con los bienes o servicios ambientales, en los mercados convencionales. Esta información es útil para expresar todos los cambios en la calidad o cantidad ambiental derivados de las modificaciones en el ambiente producidas por las políticas del gobierno y por las acciones de las personas.

El proceso de valoración del proyecto se realiza mediante la aproximación monetaria de los impactos negativos o costos ambientales por cada componente y elemento ambiental comprometido, y seguido los beneficios ambientales. Posteriormente los beneficios y costos ambientales se consolidan por los componentes y elementos ambientales comprometidos para finalmente descontar el flujo de beneficios y costos y estimar los diferentes indicadores económicos.

## 10.8 ANALISIS DE INTERNALIZACIÓN

De acuerdo con el resultado del Estudio de Impacto Ambiental, que permite la identificación y cuantificación de los impactos, así como de las medidas de manejo del Plan de Manejo Ambiental que identifica aquellos de carácter irreparable, se hace necesario valorar los impactos positivos y negativos por el desarrollo del proyecto que permita identificar su bienestar neto.

A continuación se cuantifican los costos asociados al proyecto y en el numeral 10.8 los beneficios del mismo. La valoración se realiza a partir de la identificación, evaluación y selección de los costos ambientales y beneficios ambientales en cada fase del proyecto para los componentes biótico, abiótico y socioeconómico detalladas en el EIA del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca Pasto, Tramo San Juan – Pedregal en el Capítulo 8, calificados como impactos severos y críticos relacionados en el numeral 10.4.2.1, los impactos Negativos o Costos Ambientales seleccionados susceptibles de valoración, por la calificación obtenida en la evaluación del EIA son los severos o críticos

▪ **IMPACTO AMBIENTAL: Cambio en el uso y potencial del suelo.**

- a. Definición del impacto: Consiste en evaluar los usos del suelo, de acuerdo con la vocación natural o uso potencial del suelo.
- b. Definición del indicador: Los indicadores asociados al impacto son: acuerdo para el uso de los predios, aprovechamiento de materiales de corte y excavación, manejo del material de descapote, Manejo de material sobrante, conformación de la Zodme, Manejo de las aguas de escorrentía de las Zodme, quejas y reclamos de las comunidades, Revegetalización, Manejo del cierre de las zodme
- c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico en unidades monetarias (pesos) a partir de los cambios en la productividad del suelo.
- d. Medida de manejo seleccionada: Establecer las medidas de orden preventivo y de control que permitan un adecuado manejo y disposición de los materiales sobrantes producto de las actividades de corte y excavación. Prevenir la afectación del suelo, del aire y de cuerpos de agua, procesos asociados al manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavaciones.
- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Acuerdo para el uso de los predios, Aprovechamiento de materiales de corte y excavación, Manejo del material de descapote, Manejo de material sobrante, conformación de la Zodme, Manejo de las aguas de escorrentía de las Zodme, Quejas y reclamos de las comunidades, Revegetalización, Manejo del cierre de las zodme.
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): El 100% de los materiales sobrantes de excavación generados se manejan y disponen adecuadamente, Cero (0) quejas y reclamos interpuestos por la comunidad aledaña a las zodme y a sus vías de acceso, El 100% de las zodme conformadas y de sus vías de acceso se cerrarán a satisfacción social y ambientalmente.
- g. Estimación de los costos: La valoración del impacto se realiza a partir de la metodología de precio de mercado por cambios en productividad del suelo, provocado por el desarrollo del proyecto, en lo que respecta al uso directo del suelo en la agricultura ya que se modifican las actividades con el desarrollo de la infraestructura del proyecto.

Con el propósito de medir las afectaciones a las actividades agrícolas que se presentan en área de intervención, particularmente en la franja del corredor se establecen los siguientes aspectos para la valoración económica ambiental del impacto:

- Se determina en el EIA el área máxima a intervenir por cambio de coberturas en territorios agrícolas corresponde a 642,279 ha, donde se produce el cambio en la totalidad de su productividad durante el desarrollo del proyecto.

- Las actividades productivas del área de influencia directa del proyecto corresponden al cultivo de papa, maíz, arveja y frijol, y algunos frutales como mora y tomate de árbol. Datos tomados del EIA. Capítulo 5 Caracterización del área de influencia. Medio socioeconómico.
- Rendimiento promedio de cultivos expresados en toneladas/ hectárea a partir de la información obtenida de la Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017 corresponde a:

Cultivo	ton/ha
Papa	21,04
Maíz	1,72
Arveja	4,95
Frijol	0,93
Mora	7,14
Tomate de árbol	13,45
<b>Rendimiento Promedio</b>	<b>8,20</b>

- Rendimiento promedio de los precios de cultivos expresados en COP/Kg de los últimos 6 años en el mercado principal de Pasto en el departamento de Nariño a partir de la información obtenida de la Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017.

Cultivo	Precio corriente 2017/kg
Papa	736,62
Maíz	1.219,56
Arveja	2.084,57
Frijol	2.037,14
Mora	2.133,33
Tomate de árbol	1.419,47
<b>Precio Promedio</b>	<b>1.605,11</b>

A partir de lo anterior, se tiene calculado el valor del rendimiento promedio y el precio de las actividades agrícolas que se ven afectadas con el desarrollo del proyecto, para el año 2018 se tiene que:

Cambio en el uso y potencial del suelo =  $642,279 \times 8,20 \times 1.605 = \$ 2.633.692.762$  valor anual.

**Tabla 11 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el uso y potencial del suelo**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 2.633.692.762	\$113.400.000
2019	\$ 2.728.505.701	-
2020	\$ 2.826.731.907	-
2021	\$ 2.928.494.255	-
2022	\$ 3.033.920.049	-
2023	\$ 3.143.141.170	-
2024	\$ 3.256.294.252	-
2025	\$ 3.373.520.845	-

2026	\$ 3.494.967.596	-
2027	\$ 3.620.786.429	-
2028	\$ 3.751.134.741	-
2029	\$ 3.886.175.591	-
2030	\$ 4.026.077.913	-
2031	\$ 4.171.016.718	-
2032	\$ 4.321.173.319	-
2033	\$ 4.476.735.559	-
2034	\$ 4.637.898.039	-
2035	\$ 4.804.862.369	-
2036	\$ 4.977.837.414	-
2037	\$ 5.157.039.561	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL: Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo**
  - a. Definición del impacto: Consiste en las modificaciones físicas, químicas y biológicas que puede sufrir el suelo debido a la intervención natural o antrópica.
  - b. Definición del indicador: Los indicadores asociados al impacto son acuerdo para el uso de los predios, aprovechamiento de materiales de corte y excavación, manejo del material de descapote, Manejo de material sobrante, conformación de la Zodme, Manejo de las aguas de escorrentía de las Zodme, quejas y reclamos de las comunidades, Revegetalización, Manejo del cierre de las zodme
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico en unidades monetarias (pesos) a partir de los cambios en la productividad del suelo.
  - d. Medida de manejo seleccionada: Establecer las medidas de orden preventivo y de control que permitan un adecuado manejo y disposición de los materiales sobrantes producto de las actividades de corte y excavación. Prevenir la afectación del suelo, del aire y de cuerpos de agua, por procesos asociados al manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavaciones.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Construcción de obras de contención, Construcción de obras de manejo de aguas lluvias y aguas sub-superficiales, Revegetalización de taludes de corte y terraplenes, Mantenimiento de obras de estabilización.
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Estabilizar satisfactoriamente los taludes y laderas generados en las áreas intervenidas para la construcción de la doble calzada.
  - g. Estimación de los costos: La metodología de valoración del impacto corresponde con los costos actuales y potenciales por mantener un suelo con calidad óptima que representa los nutrientes y el soporte necesario para el crecimiento de las plantas, y microorganismos presentes en él. Ante un cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del mismo se afectan los nutrientes primarios o macronutrientes, que según la FAO y Schlegel corresponden al nitrógeno, fósforo y potasio entre otros los cuales inciden en el crecimiento, la transferencia de energía y régimen hídrico de las plantas y a nivel celular, en los microorganismos presentes en el suelo (2015).

En Colombia que los principales fertilizantes usados son el Nitrógeno (úrea), Fósforo (fosforo diamónico- DAP) y Potasio (cloruro de potasio- KCl), según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR al año 2008. Así mismo, y dados los cultivos desarrollados en el área del proyecto, los requerimientos de fertilizantes, para la aproximación a la valoración del impacto se estima el precio promedio de los fertilizantes necesarios por cultivo, como se muestra en la Tabla 12 para el 2015 proporcionados por la red de información y comunicación del Sector agropecuario Colombiano del MADR.

**Tabla 12 Precio-requerimiento nutricional suelo**

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	FUENTE
Precios USD/TON	312,71	474,36	298,43	AGRONET, 2015
Maíz (kg/ha)	120	50	120	FAO, 2000
Papa (kg/ha)	132	200	195	CCB, 2015
Arveja (kg/ha)	125	30	75	Fenalce,2006

Fuente: Consorcio SH, 2018.

De acuerdo con lo anterior, se tiene las necesidades nutricionales por tipo de fertilizante para el uso directo del suelo expresadas en kilogramo por hectárea y el precio de mercado del mismo en dólares por tonelada. Así mismo, se tiene que la TRM para el día 31 de diciembre de 2015 fue de COP/USD 3.147,49.

Al realizar el producto entre precio expresado Kg por hectárea, y teniendo en cuenta que la intervención se realiza en 642,279 ha, se determina que para el año 2018 el valor asociado al cambio en las propiedades fisicoquímicas es de \$426.273,95 por hectárea y se concluye que el valor por el impacto para el año 2018 es de **\$273.786.806** anuales para las 642,279 hectáreas de los territorios agrícolas presentes en el desarrollo del proyecto.

**Tabla 13 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 273.786.806	\$124'500.000
2019	\$ 283.643.131	-
2020	\$ 293.854.284	-
2021	\$ 304.433.038	-
2022	\$ 315.392.627	-
2023	\$ 326.746.762	-
2024	\$ 338.509.645	-
2025	\$ 350.695.993	-
2026	\$ 363.321.048	-
2027	\$ 376.400.606	-
2028	\$ 389.951.028	-
2029	\$ 403.989.265	-
2030	\$ 418.532.878	-

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2031	\$ 433.600.062	-
2032	\$ 449.209.664	-
2033	\$ 465.381.212	-
2034	\$ 482.134.936	-
2035	\$ 499.491.793	-
2036	\$ 517.473.498	-
2037	\$ 536.102.544	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL: Modificación de la estabilidad del suelo.**
  - a. Definición del impacto: Este impacto hace referencia a los cambios que se dan sobre la estabilidad del suelo durante la ejecución de las diferentes actividades evaluadas.
  - b. Definición del indicador: Los indicadores asociados al impacto son acuerdo para el uso de los predios, aprovechamiento de materiales de corte y excavación, manejo del material de descapote, Manejo de material sobrante, conformación de la Zodme, Manejo de las aguas de escorrentía de las Zodme, quejas y reclamos de las comunidades, Revegetalización, Manejo del cierre de las zodme
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico en unidades monetarias (pesos) a partir de los cambios en la productividad del suelo.
  - d. Medida de manejo seleccionada: Establecer las medidas de orden preventivo y de control que permitan un adecuado manejo y disposición de los materiales sobrantes producto de las actividades de corte y excavación. Prevenir la afectación del suelo, del aire y de cuerpos de agua, por procesos asociados al manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavaciones.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Manejo de aguas en las Zodme, Implementación de obras de drenaje para manejo de escorrentía en la vía, Implementación de obras de drenaje para manejo de intervenciones de puntos de agua, Manejo de escorrentía en otras áreas del proyecto.
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Construcción del 100% de las obras e implementación del 100% de las acciones ambientales para el manejo de aguas de escorrentía de acuerdo a lo definido en los diseños.
  - g. Estimación de los costos: La metodología para la valoración económica del impacto obedece a costos actuales y potenciales por el control de erosión en el servicio de soporte prestado por el suelo. Para calcular el costo, se toma el valor de erosión de tonelada por hectárea del IDEAM (2012) que corresponde a 1 tonelada por hectárea año durante el desarrollo del proyecto. Para el caso del proyecto es de 642,279 toneladas año que correspondiente a las áreas de intervención del proyecto (642,279 ha). El valor de referencia para cuantificar la tonelada de erosión son las tarifas de disposición final a partir del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS 2007-2022, valor de referencia año 2018 \$62.800 por tonelada. Cabe aclarar que el periodo el impacto se calculó se realiza para 3,5 años.

Es así que el costo ambiental por la modificación de la estabilidad del suelo es de **\$102.315.644,00** para 2018.

Tabla 14 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de la estabilidad del suelo

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 102.315.644	\$113.400.000
2019	\$ 105.999.007	-
2020	\$ 109.814.971	-
2021	\$ 113.768.310	-
2022	\$ 117.863.970	-
2023	\$ 122.107.072	-
2024	\$ 126.502.927	-
2025	\$ 131.057.032	-
2026	\$ 135.775.086	-
2027	\$ 140.662.989	-
2028	\$ 145.726.856	-
2029	\$ 150.973.023	-
2030	\$ 156.408.052	-
2031	\$ 162.038.742	-
2032	\$ 167.872.137	-
2033	\$ 173.915.533	-
2034	\$ 180.176.493	-
2035	\$ 186.662.846	-
2036	\$ 193.382.709	-
2037	\$ 200.344.486	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración de cauces, Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales y Variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial.
  - a. Definición del impacto: Consiste en valorar los cambios en la disponibilidad del recurso hídrico de los cauces naturales de ríos o quebradas, con respecto a las diferentes actividades de construcción y ejecución de obras evaluadas. A sí como la revisión de los cambios en capacidad de transporte de las fuentes hídricas con respecto a las fases de construcción de obras planteadas.
  - b. Definición del indicador: Manejo de aguas en las Zodme, Implementación de obras de drenaje para manejo de escorrentía en la vía, Manejo de escorrentía en otras áreas del proyecto y manejo de obras de drenaje para el cruce de cuerpos de agua en sitios de ocupación de cauce.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico en unidades monetarias (pesos) a partir de la provisión del servicio hídrico.
    - a. Medida de manejo seleccionada: Manejo de capitación en corrientes de agua superficial que garanticen la afectación mínima a los cuerpos de agua.

- d. Indicador asociado a la medida de manejo: Caudal captado en la corriente autorizada/ Caudal de captación autorizado en la fuente autorizadas
- e. Resultado esperado de la medida (indicador): Caudal captado en cada corriente autorizada (l/s) / Caudal de captación autorizado para cada corriente (l/s) x 100
- f. Estimación de los costos: La metodología para la valoración del impacto es precios de mercado a partir de los puntos de captación solicitados en el EIA. Se estima que la demanda por aprovisionamiento hídrico para el uso directo doméstico e industrial en las etapas del proyecto es de 486.028,90 m<sup>3</sup>/año, teniendo en cuenta la sumatoria de los caudales en l/s de la **Tabla 15**, con temporada de lluvias de Octubre a Junio (Alcaldía de Pasto, 2007). Así mismo, el valor promedio de metro cubico de agua en óptimas condiciones para la región es de 1.350 (Empopasto S.A E.S.P, 2018).

**Tabla 15 Puntos de captación solicitados para el proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan – Pedregal.**

CAPTACIÓN	FUENTE	ÉPOCA	CAUDAL (L/S)	
			Uso doméstico	Uso industrial
1	Río Guáitara	Todo el año		1,50
2	Río Boquerón	Todo el año	0,45	1,50
3	Quebrada La Humeadora	Temporada lluvia	0,45	1,50
4	Quebrada Moledores	Temporada lluvia	0,45	1,50
5	Quebrada San Francisco 2	Temporada lluvia	0,45	1,50
6	Quebrada El Macal	Temporada lluvia		1,50
7	Río Sapuyes	Todo el año	0,45	1,50
8	Quebrada Yamurayán	Temporada lluvia		1,50
9	Quebrada San Francisco	Temporada lluvia		1,50
10	Quebrada Culantro	Temporada lluvia		1,50
11	Quebrada El Manzano	Temporada lluvia		1,50

Fuente: Consorcio SH, 2018.

Con lo anterior, el costo anual por alteración de cauces, disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales y variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial es de **\$656.139.015** cada año hasta la fase de ejecución

**Tabla 16 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de cauces, Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales y Variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 656.139.015	\$8.900.000
2019	\$ 679.760.020	-
2020	\$ 704.231.380	-
2021	\$ 729.583.710	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas y alteración en la calidad de agua subterránea
  - a. Definición del impacto: Radica en evaluar los cambios que se generan en el flujo y calidad establecido de las aguas subterráneas por la intervención con actividades para desarrollo de las diversas fases evaluadas.
  - b. Definición del indicador: Manejo de aguas subterráneas en áreas del proyecto.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico en unidades monetarias (pesos) a partir de la provisión del servicio hídrico.
  - d. Medida de manejo seleccionada: Manejo de aguas subterráneas que tiene por objetivos minimizar los cambios en los patrones de infiltración de agua a la zona no saturada; minimizar el efecto de abatimiento del nivel freático en los predios vecinos; coleccionar, procesar y analizar los datos sobre la cantidad y calidad de las aguas subterráneas como línea base para reconocer el estado y pronóstico del medio
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo:  $N^{\circ}$  de puntos monitoreados /  $N^{\circ}$  de puntos a monitorear durante el periodo de reporte) x 100.  $N^{\circ}$  de puntos monitoreados /  $N^{\circ}$  de puntos programados durante la actividad) x 100.
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Prevenir el 100% de la contaminación de cuerpos de agua subterránea en la zona de influencia. Minimizar el 100% el efecto de abatimiento del nivel freático. Mitigar al 100% los cambios potenciales en los patrones de infiltración de agua en la zona no saturada
  - g. Estimación de los costos: Se emplea la metodología de costos anuales y potenciales asumiendo el valor en que se incurre por el tratamiento de aguas residuales industriales y domesticas estimadas para el proyecto como se expresa a continuación:
    - Caudal que se proyecta a disponer en el proyecto doble calzada 0,44 l/s (0,00044m<sup>3</sup>) hasta por 4 horas/día. A partir del EIA.
    - El valor de referencia del costo de tratamiento de agua residual a 2017 es de \$65.000/m<sup>3</sup> (Valoración proyecto vial Ruta del Sol, 2011)

El soporte dado por la fuente hídrica de forma directa, se modifica por la generación de 2.312,64 m<sup>3</sup> por vertimientos anuales. El costo ambiental por alteración de la red de flujo de aguas subterráneas a valor 2018 asciende a **\$ 150.321.600** anuales hasta la fase de ejecución del proyecto.

**Tabla 17 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas y alteración en la calidad de agua subterránea**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 150.321.600	\$98.400.000
2019	\$ 155.733.178	-
2020	\$ 161.339.572	-
2021	\$ 167.147.797	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración de zonas de recarga.
  - a. Definición del impacto: Se refiere a establecer una valoración de la alteración de zonas de recarga hídrica con respecto a la ejecución de actividades de construcción en diferentes aspectos evaluados.
  - b. Definición del indicador: Implementación de obras de drenaje para manejo de intervenciones de puntos de agua.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: en unidades monetarias (pesos) a partir de la provisión del servicio hídrico.
  - d. Medida de manejo seleccionada: Manejo de escorrentía que tiene por objetivos establecer las medidas que permitan un adecuado manejo de las aguas de escorrentía con el fin de evitar procesos erosivos durante las etapas de construcción y operación del proyecto y evitar el aporte de sedimentos a los drenajes naturales y alteración de la dinámica fluvial.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Número de obras de manejo de aguas construidas para intervenciones de puntos de agua/ Número de obras de manejo de aguas proyectadas para intervenciones de puntos de agua) x 100
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Implementación del 100% de obras de drenaje para manejo de intervenciones de puntos de agua
  - g. Estimación de los costos: La metodología de valoración del impacto obedece a los costos anuales y potenciales asociados a la afectación del recurso por la modificación temporal o permanente en el área de influencia del proyecto por la contaminación por lixiviados asociados al mismo. El volumen de generación de residuos diarios promedio durante el proyecto es de 125 kg/día. (Capítulo 3. Descripción del proyecto) se estima el volumen de generación de lixiviados en el proyecto, de 0,087 m3/día según el plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS 2007-2022 en Pasto, Nariño (146,88 m3/día por 209.000 kg de residuos/día). El valor de referencia para calcular el costo de tratamiento del m3 en una planta de tratamiento de lixiviados es de \$65.000/m3 a valor 2018 (Valoración proyecto vial Ruta del Sol, 2011)

A partir del producto entre generación y el valor del costo del tratamiento el impacto ambiental por alteración de alteración de zonas de recarga en aguas subterráneas en el proyecto para 2018 es de **\$9.547.200** año.

**Tabla 18 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración zonas de recarga**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 9.547.200	\$113.400.000
2019	\$ 9.890.899	-
2020	\$ 10.246.972	-
2021	\$ 10.615.863	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.  CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR
--	---	--	---

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación de la calidad del aire por Material Particulado, modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población
  - a. Definición del impacto: Variación en la concentración típica de material particulado y de gases en un área, que al encontrarse por encima de los límites permisibles puede ocasionar cambios en el entorno, los cuales tienen un grado de complementariedad y la afectación se produce en el elemento atmosfera y al cambio en la salud de la población. Se resalta que los diferentes estudios realizados a nivel nacional e internacional demuestran que existe una correlación entre el deterioro de la calidad del aire por emisiones de partículas y gases y la presencia de enfermedades respiratorias.
  - b. Indicador asociado a la medida de manejo: Revisión y control preventivo de vehículos, equipos y maquinaria, Movilización, almacenamiento y transporte de insumos, Insonorización y monitoreo de calidad del aire y niveles de ruido
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: se realiza la valoración a partir de la metodología de transferencia beneficio.
  - d. Medida de manejo seleccionada: manejo y transporte de materiales de construcción, que tiene por objeto adquirir el material de arrastre y/o de cantera en los sitios que cuenten con el respectivo permiso minero y licencia ambiental vigentes, garantizar que los materiales de construcción y sobrantes de cortes y excavación sean transportados y almacenados adecuadamente, minimizar los impactos por la generación de material particulado en el aire o aporte de sedimentos a drenajes del área, definir las acciones para el manejo ambiental del uso de equipos de construcción en el sitio de las obras y patios de acopio temporal.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Número vehículos con revisiones tecno mecánicas en cumplimiento / Número de vehículos utilizados durante el periodo)x100  
 Número de equipos con mantenimiento preventivo / Número de equipos en operación durante el periodo reportado) x 100
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Controlar y revisar el 100% de los equipos, maquinaria y vehículos usados en el proyecto, con el fin de no afectar el medio, Fomentar las buenas prácticas para la movilización, almacenamiento y transporte de insumos con el objetivo de evitar la afectación del aire por re suspensión de partículas, Insonorizar el 100% de los equipos que se identifique como generadores de alta presión sonora, Realizar monitoreo de calidad del aire y de presión sonora con el fin de realizar acciones con el fin de mitigar y prevenir afectaciones. Estimación de los costos: Se realiza en la agregación de impactos.
  - g. Estimación de los costos: Se realiza en la agregación de los impactos como se presenta a continuación.
- Para efectos del análisis la Universidad Javeriana<sup>20</sup> con sede en la ciudad de Bogotá, realizó un estudio sobre el incremento de las afecciones respiratorias a causa del aumento de los niveles de contaminación del aire por emisiones vehiculares, industriales y por partículas en suspensión. El estudio fue realizado por un equipo de expertos en temas de salud y demografía, se tomaron los criterios fundamentales que son de aplicación universal al analizar las afectaciones a la salud por

<sup>20</sup> PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en niños menores de 14 años en Santa Fe de Bogotá.1999

emisiones atmosféricas. Así mismo, se tomó como referencia los datos incorporados en el capítulo de valoración económica del tramo El Pedregal- Catambuco donde se tiene que las cifras de demografía utilizadas para hacer las estimaciones de los costos son tomadas de las Fichas Veredales del proyecto, para establecer las poblaciones con mayor vulnerabilidad por rangos de edad; las de salud son promedios de los Hospitales del San Rafael, San Pedro y el Hospital Universitario Departamental de Nariño, en la ciudad de Pasto, que reflejan la situación real y que son aplicables al área de influencia; en el mismo sentido, se revisó el estudio: COST OF ENVIRONMENTAL DAMAGE: Analysis By Department. Prepared for: Ministry of Environment, Housing and Land Development Republic of Colombia. By Bjorn Larsen. Environmental Economist Consultant. January 2005, realizado por el actual Ministerio de Ambiente. Según Brouwer (2000) y Rosenberger y Loomis (2000) la metodología de transferencia por beneficios, debe Recurso o servicio ambiental que se busca valorar: La evaluación económica ambiental midió la afectación a la salud humana por la pérdida de calidad de aire derivada del cambio en la concentración de material particulado y del cambio en la concentración de gases.

- Revisión bibliográfica y relevancia de aplicabilidad: Se adelantó la revisión bibliográfica sobre el tema y se encontró que el estudio “Contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en niños menores de 14 años de 1999” realizado por la Universidad Javeriana, analizaba la afectación a la salud humana por alteración de la calidad del aire y establecía una serie de criterios y parámetros aplicables al caso del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca - Pasto, Tramo San Juan- El Pedregal \_
- Selección de medida de bienestar: Se infiere de lo anterior que la medida del bienestar es precisamente establecer el grado de afectación de la salud y posteriormente establecer el respectivo costo de atención médica para la población vulnerable establecida.
- Realizar la transferencia de beneficios: Se aplicaron los parámetros del estudio y con datos del municipio y del AID, se procedió a efectuar los respectivos cálculos.

Para este análisis se toma como referencia la población infantil y los mayores de 60 años que habita en el Área de Influencia Directa, contrario a lo que pasa con los adultos que por situaciones labores en la mayoría de los casos se desplazan hacia otros lugares. Los resultados de los impactos no internalizables sobre el recurso aire se presentan en la siguiente tabla, la cual arroja un valor de \$ 19.670.952, como se indica:

**Tabla 19 Modificación de la calidad del aire por Material Particulado, modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población**

MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO, MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR GASES Y CAMBIO EN EL ESTADO DE SALUD DE LA POBLACIÓN	
Población vulnerable municipios de Ipiales, Contadero, Iles e Imues (Zona Rural) (niños <12 años adultos >60 años)	15.626
Morbilidad en enfermedad vías respiratorias superiores por pm10 (70%) ***	10.938
Incidencia esperada por contaminación ambiental (8%) ***	875
Valor consulta médica **	66.564
Costo con incidencia esperada	\$ 1.040.129.064
Costo sin incidencia esperada	\$ 728.090.344
Valor adicional por contaminación (pesos\$)	\$ 58.247.227,58

\*\* : Dato tomado DANE, Consorcio SH. 2018.

\*\* : Dato promedio de los valores suministrados por los Hospitales San Rafael, San Pedro y el Hospital universitario Departamental de Nariño, en la ciudad de Pasto. Equivale a la sumatoria del valor promedio de la consulta (\$4.500) y del tratamiento (\$24.000), valor soportado en el Capítulo de Valoración Económica del EIA- Tramo El Pedregal-Catambuco, actualizado 2018.

\*\*\*: Los datos base para aplicar la técnica de transferencia de beneficios se obtiene del estudio “Contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en niños menores de 14 años en Santa Fe de Bogotá.1999” realizado por la Universidad Javeriana, 2001.

**Tabla 20 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de la calidad del aire por Material Particulado, modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 58.247.227	\$268.920.000
2019	\$ 60.344.127	-
2020	\$ 62.516.516	-
2021	\$ 64.767.110	-
2022	\$ 67.098.726	-
2023	\$ 69.514.280	-
2024	\$ 72.016.795	-
2025	\$ 74.609.399	-
2026	\$ 77.295.338	-
2027	\$ 80.077.970	-
2028	\$ 82.960.777	-
2029	\$ 85.947.365	-
2030	\$ 89.041.470	-
2031	\$ 92.246.963	-
2032	\$ 95.567.853	-
2033	\$ 99.008.296	-
2034	\$ 102.572.595	-
2035	\$ 106.265.208	-
2036	\$ 110.090.755	-
2037	\$ 114.054.023	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Variación en los niveles de presión sonora
  - a. Definición del impacto: Variación en la intensidad ruido en un área determinada por el desarrollo de diferentes actividades antrópicas tales como la utilización de maquinaria, vehículos y equipos. Al exceder ciertos niveles, pueden llegar a generar cambios en la dinámica de desplazamiento de la fauna e incomodidad de las comunidades próximas a la fuente de emisión.
  - b. Definición del indicador: Reducir y controlar los impactos negativos generados por el aumento en los niveles de presión sonora por las actividades que desarrollará el proyecto
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: valoración en unidades monetarias (pesos) a partir de la metodología de transferencia beneficio.

- d. Medida de manejo seleccionada: manejo de fuentes por emisión y ruido
- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Número de equipos aislados o insonorizados / (Número de equipos instalados y en operación que requieren de aislamiento o insonorización) x 100. Número de puntos con niveles de presión sonora de conformidad a la normatividad ambiental vigente / Número de puntos monitoreados x 100
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Insonorizar el 100% de los equipos que se identifique como generadores de alta presión sonora. Realizar monitoreo de calidad del aire y de presión sonora con el fin de realizar acciones con el fin de mitigar y prevenir afectaciones
- g. Estimación de los costos: Los estudios realizados muestran que uno de los impactos más relevantes en este tipo de proyectos es la presión sonora y su percepción del mismo por los individuos<sup>21</sup>, de donde se tiene que la percepción de las comunidades o individuos afectados incide en la molestia relacionada a la consideración del ruido como una externalidad negativa.

Para la cuantificación monetaria del impacto asociado se emplea el Método de Transferencia de Beneficios, a partir de la disponibilidad a pagar en promedio de una familia en reducir 5 decibeles para todos los niveles de exposición a ruido actualizado a precios 2018 es \$777,6<sup>22</sup>. Para el proyecto se estiman 850 familias (Consortio SH, 2018)

El costo ambiental por Variación en los niveles de presión sonora a valor 2018 asciende a \$ 660.960 anuales hasta la fase de ejecución del proyecto.

**Tabla 21 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Variación en los niveles de presión sonora**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	660.960	\$5.760.000
2019	\$ 684.755	-
2020	\$ 709.406	-
2021	\$ 734.944	-
2022	\$ 761.402	-
2023	\$ 788.813	-
2024	\$ 817.210	-
2025	\$ 846.630	-
2026	\$ 877.108	-
2027	\$ 908.684	-
2028	\$ 941.397	-
2029	\$ 975.287	-

<sup>21</sup> En zonas donde el ruido es permanente, otro de los impactos importantes del ruido es la incidencia negativa sobre los precios de las viviendas.

<sup>22</sup>Correa R, Francisco J, Osorio M, Patiño V & Bernardo A. 2015. Valoración económica de la reducción por ruido por tráfico vehicular: Una aplicación para Medellín Colombia. Semestre económica, Vol 8, Num 37, ene-jun. Medellín, Colombia 11-50 pp

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2030	\$ 1.010.397	-
2031	\$ 1.046.772	-
2032	\$ 1.084.456	-
2033	\$ 1.123.496	-
2034	\$ 1.163.942	-
2035	\$ 1.205.844	-
2036	\$ 1.249.254	-
2037	\$ 1.294.227	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la integridad del paisaje
  - a. Definición del impacto: Corresponde a los cambios en las unidades de paisaje por efecto de la transformación de coberturas, así como por el incremento en elementos artificiales y discordantes que reducen la integridad escénica del mismo. Estos cambios responden de manera directa al uso de suelo, movimiento de tierras, cambios en las coberturas y al desarrollo de las actividades del proyecto, lo cual implica cambios en la percepción del paisaje por los observadores permanentes y flotantes, y en su calidad y fragilidad visual.
  - b. Definición del indicador: Aislamiento visual de las obras de construcción, Reconformación paisajística, Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: en caso de requerirse se realizará en un escenario expost.
  - d. Medida de manejo seleccionada: manejo paisajístico, establecer medidas de manejo ambiental para la prevención, control y mitigación de los atributos visuales del paisaje en las áreas objeto de intervención dentro del área de influencia del proyecto.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Número de sitios aislados con polisombra / Número de sitios que requieren ser aislado con polisombra) \* 100
  - f. Resultado esperado de la medida (indicador): Reconformar 100% del paisaje intervenido por movimiento, cortes y excavaciones de tierras
  - g. Estimación de los costos: Para el cálculo de los costos del impacto en la literatura de economía ambiental se consideran dos enfoques, sin embargo, ambos presentan limitaciones que impiden su aplicación; el primero, enfoque es el método de transferencia de beneficios, permite hacer una “transferencia de valores económicos estimados existentes en un contexto o sitio de estudio para estimar valores económicos en otro diferente (sitio de política). Toma un estudio previo, para estimar, mediante su transferencia, el valor económico de los cambios en ecosistemas naturales específicos” (Silva y Correa, 2009). Esto supone una dificultad para valorar los costos del impacto de alteración del paisaje, ya que no existe información de proyectos previos. Otra forma de calcular los costos puede ser a través de la utilización de un método de preferencias declaradas como Valoración Contingente. Para el caso actual se tiene que el valor obedece a un porcentaje del 50% adicional al

estipulado en la ficha de manejo con el propósito de hacer el seguimiento adecuado al paisaje mediante encuestas de percepción, por tanto el valor del beneficio es de \$ 56.700.000 para el año 2018.

**Tabla 22 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambios en la integridad del paisaje**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 56.700.000	\$145.000.000
2019	\$ 58.741.200	-
2020	\$ 60.855.883	-
2021	\$ 63.046.695	-
2022	\$ 65.316.376	-
2023	\$ 67.667.766	-
2024	\$ 70.103.805	-
2025	\$ 72.627.542	-
2026	\$ 75.242.134	-
2027	\$ 77.950.850	-
2028	\$ 80.757.081	-
2029	\$ 83.664.336	-
2030	\$ 86.676.252	-
2031	\$ 89.796.597	-
2032	\$ 93.029.275	-
2033	\$ 96.378.329	-
2034	\$ 99.847.948	-
2035	\$ 103.442.474	-
2036	\$ 107.166.404	-
2037	\$ 111.024.394	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Afectación de la conectividad estructural y funcional de los hábitats de la fauna silvestre
  - a. Definición del impacto: La conectividad estructural, entendida como la forma en la cual están distribuidos y relacionados físicamente los parches de hábitat en una matriz de paisaje, y la conectividad funcional, entendida como la capacidad de los elementos del paisaje para facilitar los movimientos de las especies de forma efectiva, son dos aspectos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema y el mantenimiento de la dinámica e interacciones entre diferentes especies animales y vegetales. Esta conectividad puede verse alterada por las intervenciones realizadas a la cobertura vegetal, afectando no solo la disponibilidad de hábitats sino también el acceso a los recursos disponibles y los procesos de dispersión, colonización y migración.
  - b. Definición del indicador: Protección de especies endémicas, amenazadas o migratorias

- c. Medida de manejo seleccionada: manejo para la compensación por afectación a la cobertura vegetal y la fauna silvestre, tiene como objeto establecer los lineamientos necesarios tendientes a compensar los efectos generados por las actividades propias del proyecto vial sobre la cobertura vegetal y la fauna silvestre.
- d. Indicador asociado a la medida de manejo: Número de áreas concretadas para rehabilitación / número de áreas con rehabilitación \*100
- e. Estimación de los costos: la ocurrencia de este impacto sobre los elementos ambientales del medio biótico se asociado a la remoción de la cobertura vegetal en el área de intervención directa, necesaria para la realización del proyecto por ejecución de actividades como descapote, excavaciones, cimentaciones y revegetalización. Igualmente, la valoración de este impacto, relacionado con la pérdida y fragmentación del hábitat, se encuentra en la misma evaluación y análisis de los parámetros previamente medidos para el medio biótico, tomando como referencia las coberturas en la construcción del proyecto.

En lo que respecta a la repercusión de este impacto sobre la fauna asociada al retiro de las coberturas de porte arbóreo en el AID durante la etapa constructiva, no se considera que deba ser valorado ya que se encuentra manejado y compensado con la implementación de medidas propuestas para su manejo en el Plan de Manejo y en el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad del presente estudio.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la estructura, extensión y disponibilidad de hábitats de la fauna silvestre y cambios en los patrones de movilidad de los individuos
  - a. Definición del impacto: Este impacto se da como respuesta a la fragmentación y transformación de las coberturas vegetales, que son elementos claves para proporcionar hábitats a las diferentes especies; consiste en una disminución del tamaño de ciertas coberturas, o un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes fragmentos. Estos eventos dificultan el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como cambio en los patrones de movilidad de los mismos.
  - b. Definición del indicador: Talleres y capacitación, Medidas de señalización y movilización de vehículos y maquinaria, Medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Pasos de fauna, Señalización.
  - c. Medida de manejo seleccionada: protección de la fauna silvestre, reducir la afectación directa sobre la fauna silvestre, así como en sus hábitats, sitios de refugio y/o alimentaciones presentes en el área de intervención del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, Sector San Juan-Pedregal.
  - d. Medida de manejo seleccionada: protección de la fauna silvestre, tiene por objeto Reducir la afectación directa sobre la fauna silvestre, así como en sus hábitats, sitios de refugio y/o alimentaciones presentes en el área de intervención del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, Sector San Juan-Pedregal.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: Demarcación para la Remoción de la Cobertura Vegetal, Manejo de la remoción de vegetación leñosa y herbácea, Manejo del descapote.

f. Estimación de los costos: La ocurrencia de este impacto sobre el elemento ambiental “Flora”, se encuentra directamente asociada a la remoción de la cobertura vegetal en el AID, necesaria para la realización del proyecto por ejecución de actividades como descapote. Por tal razón, la valoración de este impacto se encuentra implícita en la misma evaluación y análisis de los parámetros previamente medidos, tomando como referencia las coberturas de porte arbóreo afectadas durante la fase de construcción del proyecto.

▪ **IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración de la fauna edáfica

- a. Definición del impacto: El suelo es un constituyente normal de la naturaleza con diferentes componentes y organismos que viven en él. Cualquier tipo de alteración física, química o bioquímica provoca la pérdida de elementos animales esenciales para el mantenimiento del mismo.
- b. Definición del indicador: Construcción de obras para el control de erosión laminar, Construcción de obras para el control de erosión concentrada
- c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: en caso de requerirse se realizará en un escenario expost.
- d. Medida de manejo seleccionada: Manejo y control de la erosión.
- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Controlar la erosión en las áreas intervenidas.
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Establecer medidas de manejo ambiental encaminados a mitigar procesos erosivos sobre taludes y laderas intervenidos durante la construcción de la vía

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la composición y estructura de las comunidades faunísticas.

- a. Definición del impacto: Las actividades humanas sobre los ecosistemas naturales generan cambios importantes en los hábitats de las especies animales, estos a su vez afectan de forma positiva o negativa a las comunidades faunísticas residentes; el cambio en la diversidad de animales radica en la reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados y la disminución de la densidad de las especies (número de individuos por unidad de superficie). Los cambios en estructura están relacionados con las modificaciones que se pueden generar en las interacciones ecológicas entre las especies que conforman las comunidades animales y su asociación con las plantas.
- b. Definición del indicador: Talleres y capacitación, medidas de señalización y movilización de vehículos y maquinaria, medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, pasos de fauna y señalización.
- c. Medida de manejo seleccionada: protección de la fauna silvestre, tiene por objeto Reducir la afectación directa sobre la fauna silvestre, así como en sus hábitats, sitios de refugio y/o alimentaciones presentes en el área de intervención del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, Sector San Juan-Pedregal.
- d. Indicador asociado a la medida de manejo: Demarcación para la Remoción de la Cobertura Vegetal, Manejo de la remoción de vegetación leñosa y herbácea, Manejo del descapote.

		<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	
---	---	---	---

e. Resultado esperado de la medida (indicador): Protección de la vegetación que se encuentra fuera de la línea de tala, Cumplimiento de las cantidades de aprovechamiento forestal autorizado en el permiso de aprovechamiento forestal, Conservación y reutilización del material de descapote generado en las actividades del proyecto.

f. Estimación de los costos: Se incluyen en las medidas de compensación. En lo que respecta a la repercusión de los impactos sobre la fauna, no se considera que deba ser valorado ya que se encuentra manejado y compensado con la implementación de medidas propuestas para su manejo en el PMA y en el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad del presente estudio. Este último Plan contiene las acciones que tienen como objeto resarcir la biodiversidad afectada por los impactos o efectos negativos ocasionados a partir de la remoción de cobertura vegetal que conllevan a la pérdida de biodiversidad, de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una estrategia de conservación permanente y/o su restauración ecológica a fin de que al comparar con la línea base se garantice la no pérdida neta de biodiversidad.

En las medidas del PMA se encuentran consignadas particularmente en el Programa de Manejo del Recurso Fauna. Enseguida las principales generalidades que comprende cada uno de los programas relacionados con el manejo de la fauna por pérdida de cobertura vegetal.

El programa se estructura con el fin de proporcionar un manejo adecuado de los impactos que se puedan ocasionar sobre la fauna, por las actividades constructivas del proyecto, mediante el aislamiento y protección de hábitats.

Se estructura con el fin de proporcionar un manejo adecuado de los impactos que se puedan ocasionar sobre los hábitats terrestres y dulceacuícolas, por la ejecución de las actividades constructivas del proyecto, mediante la implementación de medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies localizadas en los frentes de obra, y mediante la implementación de pasos de fauna en zonas estratégicas a lo largo del corredor vial.

▪ **IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración de ecosistemas estratégicos

a. Definición del impacto: Consiste en evaluar la forma en cómo se alteran los ecosistemas estratégicos existentes en el área de influencia del proyecto.

b. Definición del indicador: Reconfiguración Geomorfológica, recuperación del suelo y vertimiento en suelo.

c. Medida de manejo seleccionada: proyecto de recuperación del suelo, cuyo objetivo es establecer las medidas técnicas y ambientales adecuadas para la recuperación de los suelos intervenidos por las obras ejecutadas en cada una de las etapas del proyecto

d. Indicador asociado a la medida de manejo: Minimizar los cambios en los patrones de infiltración de agua a la zona no saturada; minimizar el efecto de abatimiento del nivel freático en los predios vecinos; coleccionar, procesar y analizar los datos sobre la cantidad y calidad de las aguas subterráneas como línea base para reconocer el estado y pronóstico del medio.

e. Resultado esperado de la medida (indicador): Reconfiguración geomorfológicos de las áreas afectadas por procesos erosivos, remoción en masa y deformación de taludes, Prevenir la contaminación de suelos y cuerpos de agua subsuperficial en la zona, minimizar el efecto de abatimiento del nivel freático en puntos de interés comunitario, como aljibes, afloramientos naturales y urgencias antrópicas, Implementar medidas de manejo para cada uno de los puntos de

agua (manantiales, afloramientos antrópicos, surgencias antrópicas, aljibes) interceptados por el proyecto, de manera directa o indirecta, encaminadas a garantizar la permanencia del recurso hídrico y su uso por parte de las comunidades.

- f. Estimación de los costos: La estimación de los costos asociados a la valoración del impacto se determina teniendo en cuenta el valor promedio del manejo de un área protegida del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, donde se conservan ecosistemas estratégicos, dicho valor promedio se cifra en \$230.000.000 datos del año 2018, facilitado por la entidad a través de sus ejercicios presupuestarios, este valor promedio no tiene en cuenta la extensión de las áreas, ni los requerimientos de tipo predial.

**Tabla 23 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración de ecosistemas estratégicos**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 230.000.000	\$98.400.000
2019	\$ 238.280.000	-
2020	\$ 246.858.080	-
2021	\$ 255.744.971	-
2022	\$ 264.951.790	-
2023	\$ 274.490.054	-
2024	\$ 284.371.696	-
2025	\$ 294.609.077	-
2026	\$ 305.215.004	-
2027	\$ 316.202.744	-
2028	\$ 327.586.043	-
2029	\$ 339.379.141	-
2030	\$ 351.596.790	-
2031	\$ 364.254.274	-
2032	\$ 377.367.428	-
2033	\$ 390.952.655	-
2034	\$ 405.026.951	-
2035	\$ 419.607.921	-
2036	\$ 434.713.806	-
2037	\$ 450.363.503	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación de las coberturas vegetales, cambios en la estructura y composición florística.
  - a. Definición del impacto: Este impacto se refiere a los cambios que se dan sobre las coberturas vegetales naturales, por las actividades del proyecto, especialmente en términos de superficie.
  - b. Definición del indicador: Aislamiento visual de las obras de construcción, Reconfiguración paisajística, Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto.

- c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: el servicio valorado es el aprovisionamiento de madera, determinado por el valor de mercado del bien.
- d. Medida de manejo seleccionada: manejo de la revegetalización de áreas intervenidas, Prevenir, mitigar y corregir los impactos negativos generados por la remoción de la cobertura vegetal y descapote mediante la revegetalización de las áreas intervenidas del proyecto.
- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Aislamiento visual de las obras de construcción, Reconformación paisajística, Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto.
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Cumplir con el 100% de las medidas establecidas para el manejo de los impactos potenciales generados sobre los atributos visuales del paisaje, intervenido por las actividades constructivas, operativas y de desmantelamiento del proyecto.
- g. Estimación de los costos: Dado que los impactos son generados en la misma etapa y aspecto ambiental por la remoción de la cobertura vegetal, descapote y limpieza en la etapa de construcción, y se presentan al realizar el aprovechamiento forestal o tala de vegetación para habilitar las áreas para las obras, lo cual afecta la vegetación por pérdida de estructura y función. La metodología de valoración es precios de mercado asociado al aprovisionamiento de madera como uso directo del recurso que se produce por el desarrollo del proyecto.

Se calcula teniendo en cuenta el precio promedio de especies de madera en el periodo 2013 - 2017 (col- colones/pmt). Para el cálculo del precio de la madera se toman los datos proporcionados por la Oficina Nacional Forestal de Costa Rica, ya el país no cuenta con los precios comparativos de la misma, como se muestra en la Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27 y Tabla 28.

**Tabla 24 Precios de referencia de madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2013.**

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA (COL/PMT)	ASERRADO (COL/PMT)
Acacia	49,00	109,00	255,00
Anonillo	60,00	162,00	316,00
Botarrama	69,00	155,00	328,00
Caobilla	110,00	224,00	457,00
cativo	60,00	158,00	380,00
cebo chancho	60,00	141,00	103,00
Cedro Amargo	218,00	360,00	610,00
ceibo	50,00	1.363,00	331,00
Cenízaro	-	388,00	800,00
Chilamate	85,00	165,00	317,00
Ciprés	80,00	182,00	433,00
espavel	75,00	164,00	415,00
Eucalipto	59,00	180,00	360,00

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA (COL/PMT)	ASERRADO (COL/PMT)
sp formaleta	80,00	170,00	353,00
Fruta Dorada	63,00	166,00	331,00
Gallinazo	50,00	180,00	339,00
Gavilán	105,00	196,00	488,00
Guácimo	80,00	150,00	300,00
Guanacaste	-	388,00	800,00
javillo	78,00	160,00	450,00
jobo	60,00	158,00	380,00
Lagarto	90,00	158,00	340,00
Laurel	106,00	190,00	479,00
Laurel tarimas	51,00	103,00	247,00
Melina (15-2 cm)	54,00	115,00	286,00
Melina (2-29 cm)	74,00	160,00	364,00
Melina (más 3 cm)	80,00	182,00	414,00
Níspero	275,00	640,00	2.000,00
Pilón	72,00	180,00	380,00
Pino	84,00	169,00	390,00
Pochote	60,00	195,00	330,00
Pochote (reforestado)	40,00	129,00	365,00
Poró	50,00	163,00	413,00
roble coral	58,00	133,00	271,00
Teca	250,00	405,00	926,00
Terminalia	60	134	296

Fuente: Oficina Nacional Forestal (ONF). 2013.

**Tabla 25 Precios de referencia de madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2014**

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA (col/pmt)
		<8pulg	8-10 pulg	>10 pulg	
Acacia	46,00	92,00	136,00	147,00	352,00
Aceituno	70,00	-	100,00	110,00	310,00
Anonillo	75,00	-	180,00	180,00	463,00
Areno	-	-	240,00	240,00	600,00
Balsa	-	85,00	85,00	100,00	-
Botarrama	86,00	107,00	167,00	189,00	360,00
Caobilla	113,00	-	-	254,00	518,00
Cebo	67,00	100,00	14,00	147,00	334,00
Cedro Amargo	180,00	-	-	311,00	657,00

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA (col/pmt)
		<8pulg	8-10 pulg	>10 pulg	
Cenízaro	200,00	-	-	345,00	963,00
Chilamate	-	-	-	170,00	350,00
Ciprés	99,00	133,00	175,00	210,00	400,00
Eucalipto	7,00	1,00	152,00	161,00	328,00
Formaleta	75,00	-	-	159,00	374,00
Fruta Dorada	-	-	110,00	180,00	350,00
Gallinazo	67,00	-	-	154,00	300,00
Gavilán	95,00	-	-	210,00	612,00
Guanacaste	200,00	-	-	332,00	954,00
Jaúl	60,00	120,00	140,00	150,00	290,00
Lagarto	100,00	-	180,00	-	303,00
Laurel	95,00	123,00	178,00	213,00	520,00
Laurel (para tarimas)	69,00	98,00	140,00	16,00	278,00
Melina	80,00	-	156,00	168,00	426,00
Melina (para tarimas)	62,00	110,00	156,00	168,00	270,00
Níspero	-	-	-	400,00	1.500,00
Pilón	110,00	-	197,00	268,00	603,00
Pilón (cultivado)	55,00	105,00	-	-	338,00
Pino	106,00	125,00	170,00	190,00	430,00
Pochote	85,00	-	190,00	264,00	648,00
Pochote (cultivado)	57,00	88,00	140,00	158,00	320,00
Poró	-	-	-	-	350,00
Roble Coral	73,00	-	-	230,00	650,00
Roble Coral (cultivado)	53,00	93,00	153,00	153,00	335,00
Semiduro	113,00	-	-	235,00	600,00
Tamarindo	100,00	-	-	185,00	766,00
Teca	196,00	227,00	313,00	469,00	1.075,00
Terminalia	56,00	103,00	150,00	160,00	245,00

Fuente: Oficina Nacional Forestal (ONF). 2014.

Tabla 26 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2015.

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE			ASERRADA (COL/PMT)
		aserradero (col/pmt)			
		<8pulg	8-1 pulg	>10pulg	
Acacia (tarimas)	55,00	88,00	-	-	258,00
Aceituno	-	-	-	100,00	300,00

ESPECIE	EN PIE (COL/PMT)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE			ASERRADA (COL/PMT)
		aserradero (col/pmt)			
		<8pulg	8-1 pulg	>10pulg	
Anonillo	-	145,00	180,00	180,00	385,00
Botarrama (tarimas)	56,00	90,00	90,00	180,00	247,00
Botarrama	125,00	-	168,00	180,00	303,00
Caobilla	162,00	-	180,00	249,00	450,00
Cebo (tarimas)	55,00	105,00	135,00	170,00	246,00
Cebo	70,00	-	147,00	170,00	385,00
Cedro Amargo	245,00	-	316,00	332,00	698,00
Ceiba	-	-	-	173,00	510,00
Cenizaro	190,00	-	-	297,00	925,00
Chilamate	-	-	-	170,00	470,00
Ciprés	86,00	-	153,00	179,00	419,00
Eucalipto	80,00	-	153,00	171,00	374,00
Fruta Dorada	-	-	-	170,00	458,00
Gallinazo	89,00	140,00	148,00	181,00	395,00
Gavilán	110,00	-	-	190,00	663,00
Guanacaste	195,00	-	-	03,00	825,00
Jaúl	100,00	-	60,00	170,00	410,00
Laurel (tarimas)	53,00	1,00	128,00	168,00	251,00
Laurel	114,00	-	180,00	219,00	468,00
Melina (tarimas)	64,00	117,00	146,00	169,00	257,00
Melina	74,00	-	150,00	169,00	405,00
Níspero	-	-	-	500,00	1.500,00
Pilón (tarimas)	70,00	108,00	170,00	-	250,00
Pilón	90,00	-	170,00	300,00	616,00
Pino	97,00	-	154,00	179,00	390,00
Pochote (tarimas)	50,00	96,00	134,00	168,00	265,00
Pochote	76,00	-	134,00	168,00	416,00
Poró	-	-	-	145,00	345,00
Roble Coral (tarimas)	50,00	95,00	150,00	135,00	260,00
Roble Coral	70,00	118,00	191,00	195,00	385,00
Semiduros	140,00	-	220,00	270,00	385,00
Tamarindo	-	-	-	125,00	500,00
Teca	203,00	263,00	301,00	398,00	1.003,00
Terminalia ( <i>T. ivorensis</i> )	66,00	105,00	-	135,00	293,00

Fuente: Oficina Nacional Forestal (ONF). 2015.

Tabla 27 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2016.

ESPECIE	EN PIE (col/pmt)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA (col/pmt)
		<8pulg	8-10 pulg	>10pulg	
Acacia	-	-	170,00	175,00	363,00
Acacia (tarimas)	46,00	97,00	-	-	254,00
Aceituno	65,00	-	-	130,00	295,00
Anonillo	70,00	-	-	170,00	347,00
Areno	-	100,00	180,00	193,00	355,00
Baco	-	-	-	23,00	360,00
Balsa	50,00	-	-	15,00	225,00
Botarrama	80,00	-	163,00	178,00	381,00
Botarrama (tarimas)	45,00	116,00	-	-	235,00
Campano	80,00	-	-	185,00	320,00
Canfín	-	-	-	153,00	400,00
Caobilla	100,00	-	178,00	223,00	491,00
Carey	-	-	-	233,00	700,00
Cativo	-	-	-	173,00	415,00
Cebo	90,00	-	168,00	177,00	345,00
Cebo (tarimas)	49,00	17,00	-	-	250,00
Cedro Amargo	241,00	-	213,00	343,00	700,00
Cedro Amargo (tarimas)	68,00	113,00	-	-	250,00
Ceiba	75,00	-	-	168,00	336,00
Cenizaro	183,00	-	-	39,00	840,00
Chaperno	80,00	-	-	17,00	290,00
Chilamate	75,00	-	-	169,00	370,00
Ciprés	106,00	14,00	166,00	188,00	411,00
Cocobolo San Carlos	-	-	-	207,00	355,00
Cortez Amarillo	200,00	-	-	525,00	818,00
Espavel	125,00	-	-	198,00	358,00
Eucalipto	84,00	141,00	175,00	188,00	392,00
Fruta Dorada	65,00	-	-	168,00	386,00
Gallinazo	74,00	-	-	172,00	370,00
Gavilán	90,00	-	-	195,00	539,00
Guácimo	55,00	-	100,00	157,00	295,00
Guanacaste	202,00	-	-	330,00	795,00
Jaúl	88,00	-	-	173,00	383,00
Javillo	80,00	-	-	171,00	383,00
Jobo	65,00	-	-	150,00	320,00

ESPECIE	EN PIE	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA
Lagartillo	73,00	-	-	170,00	346,00
Laurel	113,00	-	188,00	211,00	483,00
Laurel (tarimas)	51,00	100,00	-	-	268,00
Manga Larga	60,00	-	-	150,00	300,00
Melina	94,00	-	168,00	194,00	405,00
Melina (tarimas)	69,00	120,00	-	-	268,00
Níspero	-	-	-	575,00	1.588,00
Ojoche	-	-	-	190,00	350,00
Olla de mono	-	-	-	200,00	400,00
Pilón	118,00	-	-	238,00	610,00
Pilón (tarimas)	65,00	113,00	-	-	255,00
Pino	96,00	127,00	163,00	186,00	383,00
Pochote	116,00	-	169,00	223,00	482,00
Pochote (tarimas)	45,00	117,00	-	-	265,00
Poró	90,00	-	-	143,00	342,00
Quizarrá	85,00	-	-	175,00	380,00
Roble Coral	88,00	-	159,00	186,00	413,00
Roble Coral (tarimas)	55,00	105,00	-	-	252,00
Roble Sabana	88,00	-	-	173,00	383,00
Sangrillo	-	-	-	165,00	300,00
Tamarindo	-	-	-	19,00	1.000,00
Teca	235,00	-	349,00	467,00	900,00
Teca (tarimas)	50,00	115,00	-	-	255,00
Terminalia	48,00	98,00	159,00	174,00	305,00
Títor	-	-	-	199,00	400,00
Vainillo	60,00	-	150,00	-	300,00

Fuente: Oficina Nacional Forestal (ONF). 2016.

Tabla 28 Precios de referencia promedio para madera en pie, en troza puesta en patio de aserradero y aserrada expresada en colones por pulgada maderera tica (¢/pmt) para el primer semestre del 2017

ESPECIE	EN PIE (col/pmt)	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA (col/pmt)
		<8pulg	8-10pulg	>10pulg	
Acacia	44	92	136	147	352
Anonillo	75	-	-	182	328
Areno	80	-	-	195	405
Botarrama	68	-	173	203	381
Botarrama (tarima)	44	112	-	-	262

ESPECIE	EN PIE	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA
	(col/pmt)	<8pulg	8-10pulg	>10pulg	(col/pmt)
Campano	125	0	-	242	600
Caobilla	93	-	181	215	466
Carey	-	-	-	200	-
Cebo	118	-	162	185	345
Cebo (tarimas)	41	109	-	-	259
Cedro amargo	262	-	285	364	681
Cedro Amargo (tarimas)	-	100	-	-	280
Ceiba	70	-	-	167	337
Cenízaro	-	-	-	359	975
Chilamate	-	-	-	167	349
Chiricano	90	-	-	280	900
Ciprés	115	156	180	194	405
Cocobolo San Carlos	-	-	-	190	400
Eucalipto	78	135	174	185	368
Formaleta	80	-	-	170	360
Fruta Dorada	60	-	-	170	379
Gallinazo	80	-	-	166	361
Gavilán	100	-	-	188	513
Guanacaste	190	-	233	378	900
Guapinol	-	-	-	500	1.000
Javillo	70	-	-	164	375
Lagartillo	70	-	-	150	300
Laurel	98	-	195	225	476
Laurel ( tarimas)	53	106	-	-	240
Melina	83	-	163	188	416
Melina (tarimas)	59	120	-	-	267
Níspero	-	-	-	550	1.750
Ojoche	100	-	-	180	320
Pilón	95	-	169	274	650
Pilón (tarima)	55	115	-	-	260
Pino	-	126	169	190	401
Pochote	115	-	167	217	461
Pochote (tarima)	42	96	-	-	260
Poró	-	-	-	145	345
Roble Coral	100	-	163	192	480
Roble Coral (tarima)	48	98	-	-	260
Tamarindo	-	-	-	223	1.175

ESPECIE	EN PIE	EN TROZA PUESTA EN PATIO DE ASERRADERO (COL/PMT)			ASERRADA
	(col/pmt)	<8pulg	8-10pulg	>10pulg	(col/pmt)
Teca	273	-	339	499	983
Terminalia	48	103	155	180	335
Titor	100	-	-	188	460

Fuente: Oficina Nacional Forestal (ONF). 2017.

Para la **Tabla 24**, **Tabla 25**, **Tabla 27**, **Tabla 27** y **Tabla 28** se debe tener en cuenta según la organización forestal costarricense lo siguiente (ONF, 2017):

- Madera en rollo (en pie y en troza) 1 m3 equivale a 362 pmt (pulgada maderera tica)
- Madera aserrada 1m3 equivale a 462 pmt

Con lo anterior, el precio promedio de mercado de la madera es de 388.129,12 COP/m3 calculado a partir de:

- 1 Colon de Costa Rica equivale a USD 0,00179
- TMR COP –USD para el 30 de Mayo de 2017 es de \$2.913,47.

Es así que el valor total del impacto asociado a los cambios en la estructura y composición florística y modificación de las coberturas vegetales es de \$2.845.238.733,53 a partir del aprovechamiento forestal de 7.330,65m3 de madera para el desarrollo de las actividades del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, tramo San Juan – Pedregal (datos obtenidos del EIA. Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los Recursos Naturales).

Con lo anterior, el valor anualizado del impacto es de **\$938.876.092** valor año 2018.

**Tabla 29** Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Modificación de las coberturas vegetales, cambios en la estructura y composición florística.

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 938.876.092	\$145.000.000
2019	\$ 972.675.631	-
2020	\$ 1.007.691.954	-
2021	\$ 1.043.968.864	-
2022	\$ 1.081.551.744	-
2023	\$ 1.120.487.606	-
2024	\$ 1.160.825.160	-
2025	\$ 1.202.614.866	-
2026	\$ 1.245.909.001	-
2027	\$ 1.290.761.725	-
2028	\$ 1.337.229.147	-
2029	\$ 1.385.369.396	-
2030	\$ 1.435.242.695	-
2031	\$ 1.486.911.432	-
2032	\$ 1.540.440.243	-

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2033	\$ 1.595.896.092	-
2034	\$ 1.653.348.351	-
2035	\$ 1.712.868.892	-
2036	\$ 1.774.532.172	-
2037	\$ 1.838.415.330	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.

- Definición del impacto: Los hábitats acuáticos están conformados por elementos internos como las condiciones físicas, concentración de sustancias disueltas o suspendidas y presencia de las comunidades acuáticas, así como elementos externos de la ribera (vegetación, talud, uso del suelo). Cualquier alteración de estos componentes puede generar cambios importantes en la estructura del hábitat y repercutir en la composición, abundancia y distribución de las especies acuáticas.
- Definición del indicador: Monitoreo multitemporal de parámetros de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea.
- Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: la cuantificación se realiza mediante la metodología de transferencia beneficio.
- Medida de manejo seleccionada: protección de ecosistemas sensibles, cuyo objetivo es prevenir y mitigar los impactos negativos generados sobre los ecosistemas sensibles ubicados dentro del área de influencia del proyecto.
- Indicador asociado a la medida de manejo: Talleres y capacitación, Medidas de señalización y movilización de vehículos y maquinaria, Medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Pasos de fauna, Señalización.
- Resultado esperado de la medida (indicador): Prevenir la contaminación de cuerpos de agua subsuperficial en la zona de influencia. Capacitación del 100% de los trabajadores de frentes de obra y de los auxiliares para los trabajos con fauna, Reducción al 90% los impactos generados a la fauna (atropellamiento de fauna) por la movilización de vehículos y maquinaria en el trazado de la doble calzada y vías que lo conectan, Realización de las actividades de ahuyentamiento y rescate en cada frente de obra, Reubicación del 100% de las especies rescatadas en los diferentes frentes de obra, Construir el 80% de los pasos de fauna propuestos para permitir el cruce de animales por el trazado vial, Instalación del 100% de las señales propuestas en los pasos de fauna.
- Estimación de los costos: El impacto se valora a través de la metodología de valoración contingente, teniendo en cuenta que el área de intervención directa por el servicio de soporte es de 18,51 hectáreas. El valor de referencia es a partir de Costanza, et al (2014), cuyo valor por hectárea es USD 188 para el año 2011 para humedales, con riqueza de comunidades hidrobiológicas. El procedimiento consiste en multiplicar los valores por el factor que resulta de dividir el IPC a 2011 de

Colombia (3,73%) y el IPC de Estados Unidos (3,16%<sup>23</sup>), ambos correspondientes al comportamiento tendencial de las inflaciones de los países del año 2011:

$$F=3,73/3,16= 1,1804$$

Con base en lo anterior, el valor de las alteraciones para el año 2011 es de USD \$ 2.141,5 que expresado en pesos colombianos con una tasa representativa del mercado de \$1.942,70 por USD, corresponde a \$4.160.256 y el valor para el año 2017, con una tasa representativa del mercado de \$2.984, corresponde a \$ 12.649.459 valores de 2018.

**Tabla 30 Alteración en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas**

ALTERACIÓN EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS	
<b>Cobertura vegetal*</b>	<b>Ríos</b>
<b>Nº Hectáreas</b>	9,65
Valor de referencia por Ha (USD)**	188,00
Comportamiento tendencial de las inflaciones de Colombia y USA***	1,18
<b>Valor total para el año 2017 ****</b>	<b>\$ 12.649.459</b>

\*: Extraído de Tabla de cobertura(Capítulo 5). Incluye cobertura de ríos.

\*\* : Valor de referencia a partir de Costanza, et al (2014), para el año 2011 para humedales, con riqueza de comunidades hidrobiológicas.

\*\*\*: Factor que resulta de dividir el IPC a 2011 de Colombia (3,73%) y el IPC de Estados Unidos (3,16%), ambos correspondientes al comportamiento tendencial de las inflaciones de los países del año 2011:

\*\*\*\*: Valor total estimado para una tasa representativa del mercado de \$1.942,70 para el año 2011.

\*\*\*\*: Valor total estimado para una tasa representativa del mercado de \$2.984 para el año 2017. Y Se actualiza a 2018.

Valoración de los impactos:

**Tabla 31 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Alteración en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 12.649.459	\$36.045.000
2019	\$ 13.104.840	-
2020	\$ 13.576.614	-
2021	\$ 14.065.372	-
2022	\$ 14.571.725	-
2023	\$ 15.096.307	-
2024	\$ 15.639.774	-
2025	\$ 16.202.806	-
2026	\$ 16.786.107	-
2027	\$ 17.390.407	-
2028	\$ 18.016.462	-

<sup>23</sup> Tomado de: <http://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/estados-unidos/inflacion-historica/ipc-inflacion-estados-unidos-2011.aspx>

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2029	\$ 18.665.054	-
2030	\$ 19.336.996	-
2031	\$ 20.033.128	-
2032	\$ 20.754.321	-
2033	\$ 21.501.476	-
2034	\$ 22.275.530	-
2035	\$ 23.077.449	-
2036	\$ 23.908.237	-
2037	\$ 24.768.933	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc), cambio en la calidad de vida de la población y Cambio en la dinámica poblacional.
- a. Definición del impacto: Se describe como el cambio que se genera en el estado actual (calidad y cobertura) de la infraestructura social y de servicios públicos por el desarrollo de las actividades del proyecto. Es el cambio en la calidad de vida de la población teniendo en cuenta los aspectos básicos de esta como vivienda, educación, salud, fuerza de trabajo, entre otras.
- b. Definición del indicador: mesa de trabajo conformada, área definitiva reubicación centro educativo Pilcuán Viejo, jornadas informativas realizadas, restitución centro educativo Pilcuán Viejo, identificación infraestructura social y redes a intervenir por el proyecto, infraestructura social y redes adecuar, infraestructura social y redes a reconstruir, Infraestructura social y redes a reparar, conexión vías existentes.
- c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: se valora a partir la expectativa en la economía local que genera el desarrollo del proyecto en la población.
- d. Medida de manejo seleccionada: manejo a la infraestructura social afectada por el proyecto, cuyo objetivo Realizar las actividades tendientes a garantizar la reposición del equipamiento comunitario Centro Educativo Pilcuán Viejo, el cual se verá afectado por la ejecución del proyecto, establecer y hacer seguimiento a los acuerdos y procesos de concertación adelantados con los actores sociales afectados e interesados relacionado con el proceso de reposición, garantizar la información oportuna y eficaz de las actividades a desarrollar durante el proceso adelantado para la restitución de la institución educativa y traslado a la comunidad educativa y autoridad competente, identificar y registrar el estado físico de toda la infraestructura social, de servicios públicos, previo al inicio de las actividades constructivas y restablecer las condiciones para la óptima prestación de los servicios públicos que se vean interrumpidos en la infraestructura social por afectación total o parcial por el Proyecto, en igual condición que la identificada, a partir del manejo integral de sus características físicas, sociales y económicas..
- e. Indicador asociado a la medida de manejo:, Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto.

- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Involucrar el 100% de la comunidad relacionada con el proyecto en temáticas acerca del paisaje y entorno.
- g. Estimación de los costos: Dado que los impactos Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc) Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la dinámica poblacional son identificados en la misma fase del proyecto, y se integran al aspecto socioeconómico; la valoración económica incluye ambos impactos.

La metodología de valoración en el componente socioeconómico a través de precios hedónicos (salarios) por el cambio de la infraestructura social, ante el cambio del ingreso de la región asociado a la posible variación en el ingreso per cápita para los 176.658 habitantes de las áreas de influencia directa del proyecto (unidades territoriales menores y mayores. EIA. Capítulo 5)

Se calcula el cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos teniendo en cuenta la inversión anual del proyecto vial año 2017 y la renta en el departamento de Nariño proyectado al 2017 por las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca como las actividades económicas del área de influencia directa. Se estima que la inversión del proyecto supondrá 12,1% anual, resultado del cociente Renta departamental proyectado<sup>24</sup> 1.980.290.154.000,00 /inversión anual del proyecto \$240.192.504.043,21. Así mismo, se estima que el PIB per cápita en la región para el año 2018 es de \$ 1.107.827.

Con lo anterior la expectativa asociada al desarrollo del proyecto para los 176.658 habitantes de las áreas de influencia directa para cada habitante/ año corresponde a \$134.370 (efecto multiplicador PIB per cápita y expectativa calculada), por los tres impactos.

El costo asociado al cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos por las expectativas que pueda generar el proyecto es de \$ 23.737.543.602,69 /año, dado que la vida útil del proyecto es de 20 años, la anualidad del impacto es **\$791.251.453** anuales.

**Tabla 32 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos, cambio en la calidad de vida de la población y Cambio en la dinámica poblacional**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 791.251.453	\$ 145.000.000
2019	\$ 819.736.505	-
2020	\$ 849.247.019	-
2021	\$ 879.819.912	-
2022	\$ 911.493.429	-
2023	\$ 944.307.192	-
2024	\$ 978.302.251	-
2025	\$ 1.013.521.132	-

<sup>24</sup> Renta departamental en Nariño por las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca año 2015p por el DANE, expresado en miles de millones de pesos a 1.821. A partir del año 2015, se realiza la proyección para el año 2016 con incremento del 5,58% y para el año 2017 el 3% con base en los datos del Departamento Nacional de Estadística- DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales y Banco de la República. Estudios Económicos. Cálculos Banco de la República - Cuentas Financieras. Metodología Año base 2005.

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2026	\$ 1.050.007.893	-
2027	\$ 1.087.808.177	-
2028	\$ 1.126.969.272	-
2029	\$ 1.167.540.166	-
2030	\$ 1.209.571.612	-
2031	\$ 1.253.116.190	-
2032	\$ 1.298.228.372	-
2033	\$ 1.344.964.594	-
2034	\$ 1.393.383.319	-
2035	\$ 1.443.545.119	-
2036	\$ 1.495.512.743	-
2037	\$ 1.549.351.202	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio en las actividades económicas
  - a. Definición del impacto: Consiste en evaluar la forma en cómo se modifica la estructura poblacional a partir de las dinámicas que giran en torno a las actividades del proyecto.
  - b. Definición del indicador: Identificación de las unidades sociales intervenidas por la compra de predios Proceso de acompañamiento a los habitantes de las unidades sociales y productivas del área de influencia del proyecto. Restitución Puestos de Frutas de la vereda Pilcuán Viejo.
  - c. Medida de manejo seleccionada: acompañamiento a la gestión socio predial.
  - d. Indicador asociado a la medida de manejo: Proceso de acompañamiento a los habitantes de las unidades sociales y productivas del área de influencia del proyecto., cuyo objetivo es establecer las medidas técnicas y ambientales adecuadas para la recuperación de los suelos intervenidos por las obras ejecutadas en cada una de las etapas del proyecto.
  - e. Resultado esperado de la medida (indicador): Acompañamiento social al 100% a las unidades sociales vinculadas a los predios a requerir por el proyecto y que se dejan en igual o mejores condiciones de vida a las iniciales. Aplicación de las resoluciones 545 de INCO ahora ANI, 1776 de 2015 y normatividad vigente a las unidades sociales vinculadas a los predios requeridos por el proyecto.
  - f. Estimación de los costos: La estimación de los costos asociados a la valoración del impacto se determina teniendo en cuenta el valor de las actividades productivas principales y calculadas para el proyecto doble calzada Rumichaca-Pasto tramo Pedregal- Catambuco. Dónde: *“se tuvo en cuenta la disminución en la demanda de mano de obra en el sector pecuario por cambio en las actividades económicas tradicionales por la construcción del proyecto. Con base en la información recolectada por el equipo social de la consultoría se obtuvo el valor económico de los ingresos por empleo en el*

sector pecuario que se dejarán de percibir a raíz de la ejecución del proyecto. Ese valor monetario constituye un costo ambiental para los habitantes de la zona afectados en su actividad económica”.

**Tabla 33 Cambio en las actividades económicas**

AFECTACIÓN AL EMPLEO E INGRESO PECUARIO						
Tipo de Ganadería	Número de animales*	Número de trabajadores por cada 100 animales **	Número de jornales	Jornal pecuario***	Tiempo	Valor total de pesos (\$)
Ganado de Carne	34,5	2,5	0,864	25.000	1080	\$ 58.320.000
Ganado de Leche	162,9	7,5	12,215	25.000	1080	\$ 2.473.537.500
<b>Valor total (\$)</b>						<b>\$ 2.531.857.500</b>

\*: Calculado en el ítem de afectación ganadera por el proyecto

\*\* : Plan estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019. FEDEGAN. Ganadería de Carne se emplean 2,5 y Ganadería de Leche 7,5 jornales por cada 100 animales.

\*\*\* El jornal pecuario en el Departamento de Nariño está en promedio en \$25.000 sin alimentación. FEDESARROLLO.

\*\*\*\* El tiempo (días) se extrae del cronograma de construcción más largo correspondiente a 1440 días equivalentes a 36 meses, asumiendo que el proyecto tarda 3 años.

**Tabla 34 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en las actividades económicas**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 2.531.857.500	\$60.000.000
2019	\$ 2.623.004.370	-
2020	\$ 2.717.432.527	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio en los índices de accidentalidad vial
  - a. Definición del impacto: Cualquier variabilidad que se genera en la salud de la población por causa de alguna actividad asociada al proyecto.
  - b. Definición del indicador: Realización de actividades pedagógicas a la comunidad aledaña al proyecto.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: en caso de requerirse se realizará en un escenario expost.
  - d. Medida de manejo seleccionada: capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto, sensibilizar a la comunidad del área de influencia del proyecto la necesidad de preservar y conservar los recursos naturales, así como la protección del medio ambiente, mediante el establecimiento e implementación de estrategias y acciones conjuntas que permitan fortalecer la gestión social y ambiental de la comunidad.
  - e. Indicador asociado a la medida de manejo: No. de impactos de cápsulas informativas / No. de cierres temporales o cambios de sentido x 100

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos  HERRERA OCHOA CONSTRUCCIONES S.A. 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015 Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR
--	--	--	---

- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Informar los cierres temporales o cambios de sentido
- g. Estimación de los costos: Dada la carencia de información que permita cuantificar el impacto, se opta por realizar la valoración en un escenario expost.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales vinculadas a los predios requeridos para el proyecto y generación de conflictos.

- a. Definición del impacto: obedece al movimiento involuntario de las unidades sociales, así como el área sobrante de los diferentes predios después de definir el área requerida y la generación de conflictos que se puedan generar por las en las etapas de pre-construcción y construcción.
- b. Definición del indicador: Identificación de las unidades sociales intervenidas por la compra de predios, proceso de acompañamiento a los habitantes de las unidades sociales y productivas del área de influencia del proyecto.
- c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: cuantificación a partir de metodología precios de mercado
- d. Medida de manejo seleccionada: acompañamiento a la gestión socio predial, brindar acompañamiento social durante el proceso de reubicación, adaptación y apropiación del nuevo lugar de habitación o desarrollo de la actividad productiva, buscando mantener y/o mejorar las condiciones de calidad de vida de las unidades sociales vinculadas a los predios requeridos por el proyecto. Información y participación comunitaria, tiene por objeto Diseñar y desarrollar un sistema de comunicación para el proyecto, que integre estrategias de comunicación comunitaria y social masiva, contribuyendo a la generación de una imagen positiva y sólida del proyecto, la ANI y la Concesionaria, mejorando las relaciones sociales, culturales, organizativas y mediáticas con el área de influencia directa e informar a las autoridades municipales de Ipiales, Contadero, Illes e Imues y a las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto, de manera clara y oportuna a cerca de los aspectos técnicos, sociales, económicos, prediales y ambientales propuestos en la ejecución del proyecto.
- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Número de unidades identificadas/ Número de unidades con diagnostico x100.
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): 100% de las unidades sociales y productivas identificadas que serán intervenidas por la compra de predios.
- h. Estimación de los costos: Dado que los impactos son generados en la misma etapa, se valora a partir de la metodología precios de mercado.

Se calcula teniendo en cuenta el precio promedio de cada unidad social identificada valorada en \$200.000.000<sup>25</sup>. A partir de la identificación de 222 de las unidades sociales en el proyecto, se calcula el impacto para el año 2018 es de \$ 122.100.000.000

<sup>25</sup> Consorcio SH. 2018. Plan de Manejo Ambiental. Manejo Socio económico.

**Tabla 35 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Desplazamiento involuntario de población, fragmentación de predios y generación de conflictos**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 44.400.000.000	\$60.000.000

Fuente: Consorcio SH, 2018.

#### IMPACTO AMBIENTAL: Cambio en el estado de infraestructura vial

- Definición del impacto: El desarrollo del proyecto genera un cambio en el estado actual de la infraestructura vial usada de manera recurrente por las comunidades, lo cual impacta las actividades económicas, culturales y educativas. Es el impacto que genera el paso continuo de vehículos de carga pesada y demás hacia los lugares donde se desarrollan actividades económicas de importancia. Se presentan cambios en el comportamiento de la población ya que las vías sirven como medio de comercialización y comunicación a nivel veredal y municipal.
- Definición del indicador: Adquisición de materiales de construcción, Transporte de materiales, Mantenimiento de maquinaria y vehículos, Cumplimiento de las medidas de manejo de materiales de construcción
- Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: se realiza la cuantificación del impacto a través de los costos que se debe asumir los viajeros durante el desarrollo del proyecto.
- Medida de manejo seleccionada: Adquirir el material de arrastre y/o de cantera en los sitios que cuenten con el respectivo permiso minero y licencia ambiental vigentes. Garantizar que los materiales de construcción y sobrantes de cortes y excavación sean transportados y almacenados adecuadamente. Minimizar los impactos por la generación de material particulado en el aire o aporte de sedimentos a drenajes del área. Definir las acciones para el manejo ambiental del uso de equipos de construcción en el sitio de las obras y patios de acopio temporal.
- Indicador asociado a la medida de manejo: manejo del recurso suelo
- Resultado esperado de la medida (indicador): Adquirir el 100% de los materiales pétreos a través de terceros que cuentan con licencia y permisos vigentes para la explotación y comercialización de los mismos. Garantizar el cumplimiento del 100% de las medidas para el manejo, almacenamiento y transporte de materiales. Garantizar que el 100% de los vehículos y maquinarias del proyecto, cuenten con condiciones mecánicas óptimas para evitar cambios en el medio. Garantizar el cumplimiento del 100% de las medidas para el manejo de materiales de construcción.
- Estimación de los costos: Los costos del impacto se estiman bajo el supuesto del 0,1% del valor estimado por ahorros en tiempos por viajes anuales una vez se desarrolle el proyecto, se tiene que el valor anual se da por el periodo del proyecto, y se realiza a partir del número de vehículos, valor por vehículo y kilómetro. En el CONPES 3760 de 2013, el ahorro en tiempo por la doble calzada de Medellín- Cali se cifra en 8,3 billones de pesos anuales, lo que corresponde a un ahorro de \$19.861.210.816 por kilómetro, y por vehículo se tiene un ahorro \$1.986 de acuerdo con la

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos	 HUNDOS CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015	 CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR

movilidad de 10.000.000 de vehículos por esta vía. Con lo anterior, se tiene que el valor del impacto para el tramo San Juan-Pedregal es de \$116.358.985 año 2018, y se presenta lo siguiente:

**Tabla 36 Costo por ahorro tiempo viajes anuales**

Vehículos Diarios (Promedio)*	Vehículos anuales	Valor Promedio por Vehículo/km	Valor total (\$) 2013	Valor total (\$) 2018	Valor total del impacto 2018 (\$) **
4433	1.618.045	\$1.986	\$3.213.633.285	\$3.990.362.984	<b>\$116.358.984.613</b>
*Capítulo de tráfico del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto.					
**Kilómetros del proyecto 29,16					

Fuente: Consorcio SH, 2018

**Tabla 37 Costos del servicio ecosistémico afectado y de la medida de manejo: Cambio en el estado de infraestructura vial**

AÑO	COSTOS DEL SERVICIO ECO SISTÉMICOS	COSTOS DE LA MEDIDA DE MANEJO (PM)
2018	\$ 116.358.985	\$133.400.000
2019	\$ 120.547.908	-
2020	\$ 124.887.633	-

Fuente: Consorcio SH, 2018.

Tabla 38 Análisis de internalización de impactos en la evaluación *ex ante*

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor	Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1	
Cambio en el uso y potencial del suelo	Aprovisionamiento	Acuerdo para el uso de los predios	Unidad/mes	2.633.692.762	Número de predios con acuerdos por zodme/ Número de predios requeridos por zodme) x 100.	El 100% de los materiales sobrantes de excavación generados se manejan y disponen adecuadamente	84.000.000		29.400.000
Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	Regulación	Construcción de obras de contención	Área de taludes con construcción de obras de contención (m <sup>2</sup> )	273.786.806	Área de taludes con construcción de obras de contención (m <sup>2</sup> ) / Área total de taludes que requiere obras de contención (m <sup>2</sup> ) X 100	Estabilizar satisfactoriamente los taludes y laderas generados en las áreas intervenidas para la construcción de la doble calzada.			\$124'500.000
Modificación de la estabilidad del suelo	Regulación	Manejo de aguas en las Zodme	Número de obras de manejo de aguas construidas en zodme	102.315.644	Número de obras de manejo de aguas construidas en zodme/ Número de obras de manejo de aguas proyectadas en zodme) x 100	Construcción del 100% de las obras e implementación del 100% de las acciones ambientales para el manejo de aguas de escorrentía de acuerdo a lo definido en los diseños.	84.000.000		29.400.000

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor		Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1
Alteración de cauces, Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales y Variación en la disponibilidad del recurso hídrico superficial	Aprovisionamiento	Manejo de aguas en las Zodme	Control de caudal de captación	656.139.015	Caudal captado en cada corriente autorizada (l/s) / Caudal de captación autorizado para cada corriente (l/s) x 100	Captación 100% del recurso hídrico en los cuerpos, caudales y temporadas autorizadas	8.900.000		
Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas y alteración en la calidad de agua subterránea	Regulación	Monitoreo multitemporal de parámetros de calidad	Puntos monitoreados / el periodo de reporte	150.321.600	N° de puntos monitoreados / N° de puntos a monitorear durante el periodo de reporte) x 100. N°	Prevenir el 100% de la contaminación de cuerpos de agua subterránea en la zona de influencia	98.400.000		
Alteración de zonas de recarga	Regulación	Implementación de obras de drenaje para manejo de intervenciones de puntos de agua	Número de obras de manejo de aguas construidas	9.547.200	Número de obras de manejo de aguas construidas para intervenciones de puntos de agua/ Número de obras de manejo de aguas proyectadas para intervenciones de puntos de agua) x 100	a. Implementación del 100% de obras de drenaje para manejo de intervenciones de puntos de agua	84.000.000		29.400.000
Modificación de la calidad del aire por Material Particulado,	Regulación	Revisión y control preventivo de vehículos, equipos y	Número / durante el periodo	58.247.227	Número vehículos con revisiones técnico mecánicas en cumplimiento / Número de vehículos utilizados	Controlar y revisar el 100% de los equipos, maquinaria y vehículos usados	268.920.000		

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor		Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1
modificación de la calidad del aire por Gases y Cambio en el estado de salud de la población		maquinaria			durante el periodo)x100 Número de equipos con mantenimiento preventivo / Número de equipos en operación durante el periodo reportado) x 100	en el proyecto, con el fin de no afectar el medio.			
Variación en los niveles de presión sonora	Servicio cultural	Insonorización	Número de equipos insonorizados/periodo	660.960	Número de equipos aislados o insonorizados / (Número de equipos instalados y en operación que requieren de aislamiento o insonorización) x 100	Insonorizar el 100% de los equipos que se identifique como generadores de alta presión sonora. Realizar monitoreo de calidad del aire y de presión sonora con el fin de realizar acciones con el fin de mitigar y prevenir afectaciones	5.760.000		
Cambios en la integridad del paisaje	Servicio cultural	Aislamiento visual de las obras de construcción	Numero sitios aislados /periodo	56.700.000	Número de sitios aislados con polisombra / Número de sitios que requieren ser aislado con polisombra) * 100	Aislar el 100% de las áreas a intervenir para reducir el impacto visual	145.000.000		
Modificación de las coberturas vegetales, cambios en la estructura y composición	Aprovisionamiento	Reconformación paisajística	Área reconformada mediante biomantos (m <sup>2</sup> )	938.876.092	Área reconformada mediante biomantos (m <sup>2</sup> ) / Área intervenida a ser revegetalizada (m <sup>2</sup> ) * 100	Cumplir con el 100% de las medidas establecidas para el manejo de los impactos potenciales	145.000.000		

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor	Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1	
florística.						generados sobre los atributos visuales del paisaje, intervenido por las actividades constructivas, operativas y de desmantelamiento del proyecto			
Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.	Soporte	Monitoreo multitemporal de parámetros de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea.	Numero punto monitoreados/periodo	12.649.459	(N° de puntos monitoreados / N° de puntos a monitorear durante el periodo de reporte) x 100.	Prevenir la contaminación de cuerpos de agua subsuperficial en la zona de influencia	36.045.000		
Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc) Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la	Servicio cultural	Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto	Número de charlas realizadas/Número de charlas programadas	791.251.453	Número de charlas realizadas/Número de charlas programadas) * 100	Involucrar el 100% de la comunidad relacionada con el proyecto en temáticas acerca del paisaje y entorno	145.000.000		

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor	Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1	
dinámica poblacional									
Alteración de ecosistemas estrategicos	Soporte	Reconformación Geomorfológica	Area de terreno reconformada	230.000.000	Total de área de terreno reconformada/área total afectada en proceso de restauración y/o recuperación) x 100	Reconformación geomorfológicos de las áreas afectadas por procesos erosivos, remoción en masa y deformación de taludes	98.400.000		
Cambio en las actividades económicas	Servicio cultural	Proceso de acompañamiento a los habitantes de las unidades sociales y productivas del área de influencia del proyecto.	Número de unidades con plan de acompañamiento	2.531.857.500	Número de unidades con plan de acompañamiento/Número de unidades Identificadas x100	100% de la población de las unidades sociales con asistencia y acompañamiento social predial.			60.000.000
Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales vinculadas a los predios requeridos para el proyecto y generación de	Servicio cultural	Proceso de acompañamiento a los habitantes de las unidades sociales y productivas del área de influencia del proyecto.	Número de unidades con plan de acompañamiento	44.400.000.000	Número de unidades con plan de acompañamiento/Número de unidades Identificadas x100	100% de las unidades sociales y productivas identificadas que serán intervenidas por la compra de predios.	60.000.000		

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor	Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1	
conflictos.									

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor	Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1	
Cambio en el estado de infraestructura vial	Servicios cultural	Manejo en el recurso suelo	Material pétreo utilizado / certificado	116.358.985	Volumen de material pétreo utilizado / Volumen de material pétreo certificado) x 100	Adquirir el 100% de los materiales pétreos a través de terceros que cuentan con licencia y permisos vigentes para la explotación y comercialización de los mismos. Garantizar el cumplimiento del 100% de las medidas para el manejo, almacenamiento y transporte de materiales. Garantizar que el 100% de los vehículos y maquinarias del proyecto, cuenten con condiciones mecánicas óptimas para evitar cambios en el medio. Garantizar el cumplimiento del 100% de las medidas para el manejo de materiales de construcción.	133.400.000		
		10. VALORACIÓN ECONÓMICA			Página   7				

Impacto negativo	Servicios ecosistémicos o ambiental	Indicador línea base – eia		Cuantificación (Cambio de servicio ecosistémicos o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales		
							Eci		
		Nombre	Valor		Nombre	Valor de indicador	CT1	CO1	CP1
VALORES TOTALES				52.962.404.703			1.396.825.000	-	148.200.000
VALOR TOTAL ECI				52.962.404.703			1.545.025.000		

CTi: Costos Transversales año 1 del proyecto-CT1; Costos de Operación año 1 CO1: Costo de Personal año 1 CP1

Fuente: Fuente: Consorcio SH, 2018.

(Ver Anexo 20. Evaluación Económica Ambiental)

De conformidad a los criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en 2017, los impactos deben ser internalizados por la temporalidad del proyecto, el cual debe permitir la comparación del costo económico en diferentes horizontes temporales. Para lo cual, se descuenta la tasa social de descuento anual de los 12% en el flujo de costos del impacto descritos en la tabla 8.73 para obtener que en el primer año el Valor Presente Neto (VPN) del costo ambiental es de \$ 52.962.404.703

Se tiene como resultado la propuesta de estimación del valor económico de los impacto no internalizables

**Tabla 39 Resultados del análisis de internalización de impactos en la evaluación *ex ante***

COSTOS AMBIENTALES ANUALES	
AÑO	VPN
2018	\$ 52.962.404.703
2019	\$ 47.287.861.341,96
2020	\$ 42.221.304.769,61
2021	\$ 37.697.593.544,30
2022	\$ 33.658.565.664,55
2023	\$ 30.052.290.771,92
2024	\$ 26.832.402.474,93
2025	\$ 23.957.502.209,76
2026	\$ 21.390.626.973,00
2027	\$ 19.098.774.083,03
2028	\$ 17.052.476.859,85
2029	\$ 15.225.425.767,72
2030	\$ 13.594.130.149,75
2031	\$ 12.137.616.205,14
2032	\$ 10.837.157.326,02
2033	\$ 9.676.033.326,80
2034	\$ 8.639.315.470,36
2035	\$ 7.713.674.527,10
2036	\$ 6.887.209.399,20
2037	\$ 6.149.294.106,43

VPN: Valor Presente Neto

Fuente: Fuente: Fuente: Consorcio SH, 2018.

## 10.9 ANÁLISIS DE BENEFICIOS AMBIENTALES

De acuerdo con los postulados de economía neoclásica, los beneficios socio-ambientales son dados por todos aquellos efectos involuntarios que se generan sobre el bienestar de las personas y empresas, los cuales son denominados como externalidades positivas, causantes de beneficios a terceros (Chang, 2005). Así mismo, en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, adoptada por la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010; se consideran como beneficios: los valores de las acciones de prevención, corrección, mitigación y el empleo generado, al igual que la tributación que generan el proyecto.

Por lo anterior, beneficios están determinados por las externalidades positivas por el desarrollo del proyecto y por la generación de empleo, de conformidad al numeral 10.4 dado el valor de significancia ambiental relevante y de carácter positivo, hace susceptible de valoración según la Metodología General.

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambios en la integridad del paisaje

Corresponde a los cambios en las unidades de paisaje por efecto de la transformación de coberturas, así como por el incremento en elementos artificiales y discordantes que reducen la integridad escénica del mismo. Estos cambios responden de manera directa al uso de suelo, movimiento de tierras, cambios en las coberturas y al desarrollo de las actividades del proyecto, lo cual implica cambios en la percepción del paisaje por los observadores permanentes y flotantes, y en su calidad y fragilidad visual.

Para el cálculo de los costos del impacto en la literatura de economía ambiental se consideran dos enfoques, sin embargo, ambos presentan limitaciones que impiden su aplicación; el primero, enfoque es el método de transferencia de beneficios, permite hacer una “transferencia de valores económicos estimados existentes en un contexto o sitio de estudio para estimar valores económicos en otro diferente (sitio de política). Toma un estudio previo, para estimar, mediante su transferencia, el valor económico de los cambios en ecosistemas naturales específicos” (Silva y Correa, 2009). Esto supone una dificultad para valorar los costos del impacto de alteración del paisaje, ya que no existe información de proyectos previos. Otra forma de calcular los costos puede ser a través de la utilización de un método de preferencias declaradas como Valoración Contingente. Para el caso actual se tiene que el valor obedece a un porcentaje del 50% adicional al estipulado en la ficha de manejo con el propósito de hacer el seguimiento adecuado al paisaje mediante encuestas de percepción, por tanto el valor del beneficio es de \$ 56.700.000 para el año 2018.

**Tabla 40 Beneficio por Cambios en la integridad del paisaje**

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	Cambios en la integridad del paisaje
2018	\$ 56.700.000
2019	\$ 58.741.200
2020	\$ 60.855.883
2021	\$ 63.046.695
2022	\$ 65.316.376
2023	\$ 67.667.766
2024	\$ 70.103.805
2025	\$ 72.627.542

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	Cambios en la integridad del paisaje
2026	\$ 75.242.134
2027	\$ 77.950.850
2028	\$ 80.757.081
2029	\$ 83.664.336
2030	\$ 86.676.252
2031	\$ 89.796.597
2032	\$ 93.029.275
2033	\$ 96.378.329
2034	\$ 99.847.948
2035	\$ 103.442.474
2036	\$ 107.166.404
2037	\$ 111.024.394

Fuente: Consorcio SH, 2018

#### IMPACTO AMBIENTAL: Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios

Dado los cambios en el estado de la infraestructura vial se tiene que el ahorro en los tiempos de viaje permite cambios en la oferta y demanda de bienes y servicios, todo ello por mejor articulación de las relaciones espacio – funcionales regionales, favoreciendo los flujos de carga y de pasajeros desde los diferentes orígenes y hacia los diferentes destinos que permite la vial fronteriza.

Tabla 41 Costos operacionales

Tipo de vehículo	Número Vehículo Diario*	Costo Operación Vía Pavimentada (\$/Km)** Montañoso (Capítulo 3)	Costo Operación Vía Pavimentada (\$/Km)** Curva ligeramente Ondulado (Capítulo 3)	Promedio Costos de Operación Terreno 2014	Total Costos por Categoría 2014 por Km
I	2936	857	864	861	\$74.341.116
IE	48	1130	1140	1135	\$1.588.637
II	1103	1857	1872	1864,5	\$59.968.808
IIA	12	2471	2482	2476,5	\$ 866.577
III	114	1363	1379	1371	\$4.557.533
IV	51	2352	2371	2361,5	\$3.511.928
V	169	4157	4266	4211,5	\$20.754.440
<b>Total</b>					\$165.589.040
<b>Total (2017, acumulado a marzo-DANE)</b>					<b>\$192.574.346</b>
<b>Total año-2017</b>					<b>\$70.289.636.463</b>
*Capítulo de tráfico del Proyecto Vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto. **Datos INVIAS 2014. ***Kilómetros del proyecto 29,16.					

Fuente: Consorcio SH, 2018

Tabla 42 Beneficio por Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios
2018	\$ 70.289.636.463
2019	\$ 72.820.063.376
2020	\$ 75.441.585.657
2021	\$ 78.157.482.741
2022	\$ 80.971.152.120
2023	\$ 83.886.113.596
2024	\$ 86.906.013.685
2025	\$ 90.034.630.178
2026	\$ 93.275.876.864
2027	\$ 96.633.808.431
2028	\$ 100.112.625.535
2029	\$ 103.716.680.054
2030	\$ 107.450.480.536
2031	\$ 111.318.697.836
2032	\$ 115.326.170.958
2033	\$ 119.477.913.112
2034	\$ 123.779.117.984
2035	\$ 128.235.166.232
2036	\$ 132.851.632.216
2037	\$ 137.634.290.976

Fuente: Consorcio SH, 2018

- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio en la calidad de vida de la población y Cambio en la dinámica poblacional.
  - a. Definición del impacto: Se describe como el cambio que se genera en el estado actual de la calidad de vida de la población teniendo en cuenta los aspectos básicos de esta como vivienda, educación, salud, fuerza de trabajo, entre otras.
  - b. Definición del indicador: mesa de trabajo conformada, área definitiva reubicación centro educativo Pilcuán Viejo, jornadas informativas realizadas, restitución centro educativo Pilcuán Viejo, identificación infraestructura social y redes a intervenir por el proyecto, infraestructura social y redes adecuar, infraestructura social y redes a reconstruir, Infraestructura social y redes a reparar, conexión vías existentes.
  - c. Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico: se valora a partir la expectativa en la economía local que genera el desarrollo del proyecto en la población.
  - d. Medida de manejo seleccionada: establecer y hacer seguimiento a los acuerdos y procesos de concertación adelantados con los actores sociales afectados e interesados relacionado con el proceso de reposición, garantizar la información oportuna y eficaz de las actividades a desarrollar durante el proceso adelantado para la restitución de la institución educativa y traslado a la comunidad educativa y autoridad competente, identificar y registrar el estado físico de toda la infraestructura social, de servicios públicos, previo al inicio de las actividades constructivas y restablecer las condiciones para la óptima prestación de los servicios públicos que se vean interrumpidos en la infraestructura social por afectación total o parcial por el Proyecto, en igual

condición que la identificada, a partir del manejo integral de sus características físicas, sociales y económicas..

- e. Indicador asociado a la medida de manejo: Percepción del paisaje por parte de la comunidad relacionada con el proyecto.
- f. Resultado esperado de la medida (indicador): Involucrar el 100% de la comunidad relacionada con el proyecto en temáticas acerca del paisaje y entorno.
- g. Estimación de los costos:

La metodología de valoración en el componente socioeconómico a través de precios hedónicos (salarios) por el cambio de la infraestructura social, ante el cambio del ingreso de la región asociado a la posible variación en el ingreso per cápita para los 176.658 habitantes de las áreas de influencia directa del proyecto (unidades territoriales menores y mayores. EIA. Capítulo 5)

Se calcula el cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos teniendo en cuenta la inversión anual del proyecto vial año 2017 y la renta en el departamento de Nariño proyectado al 2017 por las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca como las actividades económicas del área de influencia directa. Se estima que la inversión del proyecto supondrá 12,1% anual, resultado del cociente Renta departamental proyectado<sup>26</sup> 1.980.290.154.000,00 /inversión anual del proyecto \$240.192.504.043,21. Así mismo, se estima que el PIB per cápita en la región para el año 2018 es de \$ 1.107.827.

Con lo anterior la expectativa asociada al desarrollo del proyecto para los 176.658 habitantes de las áreas de influencia directa para cada habitante/ año corresponde a \$134.370 (efecto multiplicador PIB per cápita y expectativa calculada), por los tres impactos.

El costo asociado al cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos por las expectativas que pueda generar el proyecto es de \$ 23.737.543.602,69 /año, dado que la vida útil del proyecto es de 20 años, la anualidad del impacto es **\$791.251.453** anuales.

**Tabla 43 Beneficio por cambio en la calidad de vida de la población**

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	cambio en la calidad de vida de la población
2018	\$ 791.251.453
2019	\$ 819.736.505
2020	\$ 849.247.019
2021	\$ 879.819.912
2022	\$ 911.493.429
2023	\$ 944.307.192
2024	\$ 978.302.251
2025	\$ 1.013.521.132
2026	\$ 1.050.007.893

<sup>26</sup> Renta departamental en Nariño por las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca año 2015p por el DANE, expresado en miles de millones de pesos a 1.821. A partir del año 2015, se realiza la proyección para el año 2016 con incremento del 5,58% y para el año 2017 el 3% con base en los datos del Departamento Nacional de Estadística- DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales y Banco de la República. Estudios Económicos. Cálculos Banco de la República - Cuentas Financieras. Metodología Año base 2005.

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	cambio en la calidad de vida de la población
2027	\$ 1.087.808.177
2028	\$ 1.126.969.272
2029	\$ 1.167.540.166
2030	\$ 1.209.571.612
2031	\$ 1.253.116.190
2032	\$ 1.298.228.372
2033	\$ 1.344.964.594
2034	\$ 1.393.383.319
2035	\$ 1.443.545.119
2036	\$ 1.495.512.743
2037	\$ 1.549.351.202

Fuente: Consorcio SH, 2018

▪ **IMPACTO AMBIENTAL: Cambio en la dinámica del empleo y cambio en los niveles de ingreso**

La metodología para valorar el impacto como beneficio es la vinculación de mano de obra al proyecto, principalmente no calificada, toda vez que para el primer trimestre del año 2017 se registra una tasa de desempleo de 11.5% (DANE, 2017) en el departamento de Nariño. En la Tabla 44 se presenta los valores asociados a la creación de empleo bajo el supuesto que toda la mano de obra que se contrate para el desarrollo del proyecto es mano de obra del departamento. Se debe indicar que se calcula el diferencial salarial que permite mejorar las condiciones de empleo actuales.

Tabla 44 Empleo del proyecto

Número de empleos generados por el proyecto	SMLMV (Integral)	SMLMV No integral	Duración del proyecto (meses)	Valor Pesos (\$) / año Diferencial salarial
250	\$1.121.337	\$781.242	35	\$3.570.997.500

\*Se toma en cuenta del proyecto de acuerdo con los datos del capítulo de descripción del proyecto.  
 \*\* El salario se toma sobre la base al SMLMV que para el año 2018 es de \$732.900.  
 \*\*\* El tiempo de vinculación se ajusta al cronograma del proyecto cuya duración se ha establecido en 42 meses

Fuente: Consorcio SH, 2018

Tabla 45 Beneficio por Cambio en la dinámica del empleo

BENEFICIOS DEL PROYECTO	
AÑO	Cambios en la dinámica del empleo cambio en los niveles de ingreso
2018	\$3.570.997.500
2019	\$ 3.699.553.410
2020	\$ 3.832.737.333

Fuente: Consorcio SH, 2018

## 10.10 ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

El Análisis Beneficio Costo del Proyecto muestra una razón de proporcionalidad entre los costos y beneficios de un proyecto, así las cosas, el ABC del proyecto será igual a: 1,4 durante el primer año, 8,7 durante el segundo y tercer año, el cuarto año 12 y del quinto año al año veinte es 13,95 lo cual hace viable proyecto.

(Ver Anexo 20. Evaluación Económica Ambiental)

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	 <p>Desafíos cumplidos</p>  <p>HEREDIA OCHOA CONSTRUCCIONES S.A.</p>  <p>CSH</p> <p>CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	 <p>CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR</p>
--	---	---	---

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos <b>CONSORCIO SH</b> HERRERA CRESPO CONSTRUCCIONES S.A.	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b> Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR

AÑO	2018	2019	2020	2021	2022
-----	------	------	------	------	------

**BENEFICIOS AMBIENTALES**

Cambios en la integridad del paisaje	\$ 56.700.000	\$ 58.741.200	\$ 60.855.883	\$ 63.046.695	\$ 65.316.376
Cambio en la dinámica de empleo	\$ 3.570.997.500	\$ 3.699.553.410	\$ 3.832.737.333	\$ 0	\$ 0
Cambio en los niveles de ingreso					
Cambio en la calidad de vida de la población	\$ 791.251.453	\$ 819.736.505	\$ 849.247.019	\$ 879.819.912	\$ 911.493.429
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	\$ 70.289.636.463	\$ 72.820.063.376	\$ 75.441.585.657	\$ 78.157.482.741	\$ 80.971.152.120
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 74.708.585.416</b>	<b>\$ 77.398.094.491</b>	<b>\$ 80.184.425.893</b>	<b>\$ 79.100.349.348</b>	<b>\$ 81.947.961.925</b>

**COSTOS AMBIENTALES**

Cambio en el uso y potencial del suelo	\$ 2.633.692.762	\$ 2.728.505.701	\$ 2.826.731.907	\$ 2.928.494.255	\$ 3.033.920.049
Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	\$ 273.786.806	\$ 283.643.131	\$ 293.854.284	\$ 304.433.038	\$ 315.392.627
Modificación de la estabilidad del suelo	\$ 102.315.644	\$ 105.999.007	\$ 109.814.971	\$ 113.768.310	\$ 117.863.970
Alteración de cauces					
Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales	\$ 656.139.015	\$ 679.760.020	\$ 704.231.380	\$ 729.583.710	\$ 0
Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas	\$ 150.321.600	\$ 155.733.178	\$ 161.339.572	\$ 167.147.797	\$ 0
Alteración de zonas de recarga	\$ 9.547.200	\$ 9.890.899	\$ 10.246.972	\$ 10.615.863	\$ 0
Modificación de la calidad del aire por Material Particulado					
Modificación de la calidad del aire por Gases	\$ 58.247.227	\$ 60.344.127	\$ 62.516.516	\$ 64.767.110	\$ 67.098.726
Cambio en el estado de salud de la población					
Variación en los niveles de presión sonora	\$ 660.960	\$ 684.755	\$ 709.406	\$ 734.944	\$ 761.402
Cambios en la integridad del paisaje	\$ 56.700.000	\$ 58.741.200	\$ 60.855.883	\$ 63.046.695	\$ 65.316.376
Alteración de ecosistemas estratégicos	\$ 230.000.000	\$ 238.280.000	\$ 246.858.080	\$ 255.744.971	\$ 264.951.790
Modificación de las coberturas vegetales	\$ 938.876.092	\$ 972.675.631	\$ 1.007.691.954	\$ 1.043.968.864	\$ 1.081.551.744
Cambios en la estructura y composición florística.					
Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.	\$ 12.649.459	\$ 13.104.840	\$ 13.576.614	\$ 14.065.372	\$ 14.571.725
Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc)	\$ 791.251.453	\$ 819.736.505	\$ 849.247.019	\$ 879.819.912	\$ 911.493.429
Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la dinámica poblacional					
Cambio en las actividades económicas	\$ 2.531.857.500	\$ 2.623.004.370	\$ 2.717.432.527	\$ 0	\$ 0
Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales	\$ 44.400.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en el estado de infraestructura vial	\$ 116.358.985	\$ 120.547.908	\$ 124.887.633	\$ 0	\$ 0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 52.962.404.703</b>	<b>\$ 8.870.651.272</b>	<b>\$ 9.189.994.718</b>	<b>\$ 6.576.190.842</b>	<b>\$ 5.872.921.838</b>

<b>FLUJO DE CAJA</b>	\$ 21.746.180.713	\$ 68.527.443.219	\$ 70.994.431.175	\$ 72.524.158.506	\$ 76.075.040.087
----------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>VPN Tasa social de descuento 12%</b>	\$ 19.416.232.779,81	\$ 61.185.217.159,88	\$ 63.387.884.977,64	\$ 64.753.712.952,09	\$ 67.924.142.934,76
---	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

<b>ICB</b>	\$ 1,41	\$ 8,73	\$ 8,73	\$ 12,03	\$ 13,95
------------	---------	---------	---------	----------	----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos <b>CONSORCIO SH</b> HONDURAS CEMENTO CONSTRUCCIONES S.A.	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b> Versión 1 – agosto de 2018.	 CONCESSIONARIA VIAL <b>UNION DEL SUR</b>

AÑO	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-----	------	------	------	------	------	------

#### BENEFICIOS AMBIENTALES

Cambios en la integridad del paisaje	\$ 67.667.766	\$ 70.103.805	\$ 72.627.542	\$ 75.242.134	\$ 77.950.850	\$ 80.757.081
Cambio en la dinámica de empleo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en los niveles de ingreso						
Cambio en la calidad de vida de la población	\$ 944.307.192	\$ 978.302.251	\$ 1.013.521.132	\$ 1.050.007.893	\$ 1.087.808.177	\$ 1.126.969.272
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	\$ 83.886.113.596	\$ 86.906.013.685	\$ 90.034.630.178	\$ 93.275.876.864	\$ 96.633.808.431	\$ 100.112.625.535
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 84.898.088.554</b>	<b>\$ 87.954.419.742</b>	<b>\$ 91.120.778.853</b>	<b>\$ 94.401.126.891</b>	<b>\$ 97.799.567.459</b>	<b>\$ 101.320.351.888</b>

#### COSTOS AMBIENTALES

Cambio en el uso y potencial del suelo	\$ 3.143.141.170	\$ 3.256.294.252	\$ 3.373.520.845	\$ 3.494.967.596	\$ 3.620.786.429	\$ 3.751.134.741
Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	\$ 326.746.762	\$ 338.509.645	\$ 350.695.993	\$ 363.321.048	\$ 376.400.606	\$ 389.951.028
Modificación de la estabilidad del suelo	\$ 122.107.072	\$ 126.502.927	\$ 131.057.032	\$ 135.775.086	\$ 140.662.989	\$ 145.726.856
Alteración de cauces						
Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Alteración de zonas de recarga	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Modificación de la calidad del aire por Material Particulado						
Modificación de la calidad del aire por Gases	\$ 69.514.280	\$ 72.016.795	\$ 74.609.399	\$ 77.295.338	\$ 80.077.970	\$ 82.960.777
Cambio en el estado de salud de la población						
Variación en los niveles de presión sonora	\$ 788.813	\$ 817.210	\$ 846.630	\$ 877.108	\$ 908.684	\$ 941.397
Cambios en la integridad del paisaje	\$ 67.667.766	\$ 70.103.805	\$ 72.627.542	\$ 75.242.134	\$ 77.950.850	\$ 80.757.081
Alteración de ecosistemas estratégicos	\$ 274.490.054	\$ 284.371.696	\$ 294.609.077	\$ 305.215.004	\$ 316.202.744	\$ 327.586.043
Modificación de las coberturas vegetales						
Cambios en la estructura y composición florística.	\$ 1.120.487.606	\$ 1.160.825.160	\$ 1.202.614.866	\$ 1.245.909.001	\$ 1.290.761.725	\$ 1.337.229.147
Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.	\$ 15.096.307	\$ 15.639.774	\$ 16.202.806	\$ 16.786.107	\$ 17.390.407	\$ 18.016.462
Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc)	\$ 944.307.192	\$ 978.302.251	\$ 1.013.521.132	\$ 1.050.007.893	\$ 1.087.808.177	\$ 1.126.969.272
Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la dinámica poblacional						
Cambio en las actividades económicas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en el estado de infraestructura vial	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 6.084.347.024</b>	<b>\$ 6.303.383.517</b>	<b>\$ 6.530.305.323</b>	<b>\$ 6.765.396.315</b>	<b>\$ 7.008.950.582</b>	<b>\$ 7.261.272.803</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$ 78.813.741.530</b>	<b>\$ 81.651.036.225</b>	<b>\$ 84.590.473.529</b>	<b>\$ 87.635.730.576</b>	<b>\$ 90.790.616.877</b>	<b>\$ 94.059.079.085</b>
<b>VPN Tasa social de descuento 12%</b>	<b>\$ 70.369.412.080,41</b>	<b>\$ 72.902.710.915,30</b>	<b>\$ 75.527.208.508,25</b>	<b>\$ 78.246.188.014,55</b>	<b>\$ 81.063.050.783,07</b>	<b>\$ 83.981.320.611,26</b>
<b>RCB</b>	<b>\$ 13,95</b>					

 Agencia Nacional de Infraestructura	 Desafíos cumplidos	 HIDROSA CONSTRUCCIONES S.A.	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</b>	 CONCESSIONARIA VIAL UNION DEL SUR

AÑO	2029	2030	2031	2032	2033
-----	------	------	------	------	------

**BENEFICIOS AMBIENTALES**

Cambios en la integridad del paisaje	\$ 83.664.336	\$ 86.676.252	\$ 89.796.597	\$ 93.029.275	\$ 96.378.329
Cambio en la dinámica de empleo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en los niveles de ingreso					
Cambio en la calidad de vida de la población	\$ 1.167.540.166	\$ 1.209.571.612	\$ 1.253.116.190	\$ 1.298.228.372	\$ 1.344.964.594
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	\$ 103.716.680.054	\$ 107.450.480.536	\$ 111.318.697.836	\$ 115.326.170.958	\$ 119.477.913.112
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 104.967.884.556</b>	<b>\$ 108.746.728.400</b>	<b>\$ 112.661.610.622</b>	<b>\$ 116.717.428.605</b>	<b>\$ 120.919.256.034</b>

**COSTOS AMBIENTALES**

Cambio en el uso y potencial del suelo	\$ 3.886.175.591	\$ 4.026.077.913	\$ 4.171.016.718	\$ 4.321.173.319	\$ 4.476.735.559
Cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	\$ 403.989.265	\$ 418.532.878	\$ 433.600.062	\$ 449.209.664	\$ 465.381.212
Modificación de la estabilidad del suelo	\$ 150.973.023	\$ 156.408.052	\$ 162.038.742	\$ 167.872.137	\$ 173.915.533
Alteración de cauces					
Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Alteración de zonas de recarga	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Modificación de la calidad del aire por Material Particulado					
Modificación de la calidad del aire por Gases	\$ 85.947.365	\$ 89.041.470	\$ 92.246.963	\$ 95.567.853	\$ 99.008.296
Cambio en el estado de salud de la población					
Variación en los niveles de presión sonora	\$ 975.287	\$ 1.010.397	\$ 1.046.772	\$ 1.084.456	\$ 1.123.496
Cambios en la integridad del paisaje	\$ 83.664.336	\$ 86.676.252	\$ 89.796.597	\$ 93.029.275	\$ 96.378.329
Alteración de ecosistemas estratégicos	\$ 339.379.141	\$ 351.596.790	\$ 364.254.274	\$ 377.367.428	\$ 390.952.655
Modificación de las coberturas vegetales					
Cambios en la estructura y composición florística.	\$ 1.385.369.396	\$ 1.435.242.695	\$ 1.486.911.432	\$ 1.540.440.243	\$ 1.595.896.092
Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.	\$ 18.665.054	\$ 19.336.996	\$ 20.033.128	\$ 20.754.321	\$ 21.501.476
Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc)	\$ 1.167.540.166	\$ 1.209.571.612	\$ 1.253.116.190	\$ 1.298.228.372	\$ 1.344.964.594
Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la dinámica poblacional					
Cambio en las actividades económicas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en el estado de infraestructura vial	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 7.522.678.624</b>	<b>\$ 7.793.495.055</b>	<b>\$ 8.074.060.877</b>	<b>\$ 8.364.727.068</b>	<b>\$ 8.665.857.243</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$ 97.445.205.932</b>	<b>\$ 100.953.233.345</b>	<b>\$ 104.587.549.746</b>	<b>\$ 108.352.701.536</b>	<b>\$ 112.253.398.792</b>
<b>VPN Tasa social de descuento 12%</b>	<b>\$ 87.004.648.153,27</b>	<b>\$ 90.136.815.486,79</b>	<b>\$ 93.381.740.844,31</b>	<b>\$ 96.743.483.514,71</b>	<b>\$ 100.226.248.921,24</b>
<b>RCB</b>	<b>\$ 13,95</b>				

AÑO	2034	2035	2036	2037
-----	------	------	------	------

<b>BENEFICIOS AMBIENTALES</b>
-------------------------------

Cambios en la integridad del paisaje	\$ 99.847.948	\$ 103.442.474	\$ 107.166.404	\$ 111.024.394
Cambio en la dinámica de empleo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Cambio en los niveles de ingreso				
Cambio en la calidad de vida de la población	\$ 1.393.383.319	\$ 1.443.545.119	\$ 1.495.512.743	
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	\$ 123.779.117.984	\$ 128.235.166.232	\$ 132.851.632.216	\$ 137.634.290.976
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 125.272.349.252</b>	<b>\$ 129.782.153.825</b>	<b>\$ 134.454.311.362</b>	

<b>COSTOS AMBIENTALES</b>
---------------------------

Cambio en el uso y potencial del suelo	\$ 4.637.898.039	\$ 4.804.862.369	\$ 4.977.837.414	\$ 5.157.039.561
Cambio en las propiedades físicoquímicas y biológicas del suelo	\$ 482.134.936	\$ 499.491.793	\$ 517.473.498	\$ 536.102.544
Modificación de la estabilidad del suelo	\$ 180.176.493	\$ 186.662.846	\$ 193.382.709	\$ 200.344.486
Alteración de cauces				
Disminución en la capacidad de transporte de fuentes hídricas superficiales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Alteración de la red de flujo de aguas subterráneas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Alteración de zonas de recarga	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Modificación de la calidad del aire por Material Particulado				
Modificación de la calidad del aire por Gases	\$ 102.572.595	\$ 106.265.208	\$ 110.090.755	
Cambio en el estado de salud de la población				
Variación en los niveles de presión sonora	\$ 1.163.942	\$ 1.205.844	\$ 1.249.254	
Cambios en la integridad del paisaje	\$ 99.847.948	\$ 103.442.474	\$ 107.166.404	\$ 111.024.394
Alteración de ecosistemas estratégicos	\$ 405.026.951	\$ 419.607.921	\$ 434.713.806	\$ 450.363.503
Modificación de las coberturas vegetales				
Cambios en la estructura y composición florística.	\$ 1.653.348.351	\$ 1.712.868.892	\$ 1.774.532.172	\$ 1.838.415.330
Alteración del hábitat de las comunidades hidrobiológicas.	\$ 22.275.530	\$ 23.077.449	\$ 23.908.237	\$ 24.768.933
Cambio en el estado de la infraestructura social y de servicios públicos (equipamiento colectivo, acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, etc)	\$ 1.393.383.319	\$ 1.443.545.119	\$ 1.495.512.743	\$ 1.549.351.202
Cambio en la calidad de vida de la población y cambio en la dinámica poblacional				
Cambio en las actividades económicas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Fragmentación de predios, Afectación a unidades sociales	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Cambio en el estado de infraestructura vial	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 8.977.828.103</b>	<b>\$ 9.301.029.915</b>	<b>\$ 9.635.866.992</b>	
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$ 116.294.521.148</b>	<b>\$ 120.481.123.910</b>	<b>\$ 124.818.444.370</b>	
<b>VPN Tasa social de descuento 12%</b>	<b>\$ 103.834.393.882,40</b>	<b>\$ 107.572.432.062,17</b>	<b>\$ 111.445.039.616,41</b>	
<b>RCB</b>	<b>\$ 13,95</b>	<b>\$ 13,95</b>	<b>\$ 13,95</b>	

(Ver Anexo 20. Evaluación Económica Ambiental)

### 10.11 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite determinar que a pesar de quitar tres de los beneficios del proyecto, para el caso es el cambio en los niveles de ingreso, cambio en la dinámica del empleo y cambios en la integridad del paisaje; manteniendo el beneficio inminente, el proyecto sigue siendo viable al ser de 1,34.

BENEFICIO/ COSTO VPN	RBC
\$ 71.080.887.916	1,34
\$ 52.962.404.703	

Fuente: Consorcio SH, 2018

### 10.12 RECOMENDACIONES

- ✓ El proyecto es viable debido a que los beneficios superan los costos sociales del proyecto, esto se ve reflejado en los criterios de decisión VPN y los ABCs.
- ✓ El Principal beneficio del proyecto es el Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios.
- ✓ El análisis de sensibilidad muestra que el proyecto es viable, aun cuando no se tenga en cuenta el cambio en los niveles de ingreso y cambio en la dinámica del empleo, los criterios de decisión se mantienen favorables al desarrollo del mismo.

### 10.13 BIBLIOGRAFÍA

- Aznar Bellver, J., & Estruch Guitart, A. V. (2012). *Valoración de Activos Ambientales. Teorías y Casos*.
- Azqueta, D., Alviar, M., Dominguez, L., & O’Ryan, R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*.
- Baca, J. U. (2011). Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales Método transferencia de beneficio, 1–7.
- Barzev, R. (2002). Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales : Corredor Biológico Mesoamericano / Radoslav Barze. *Corredor Biológico Mesoamericano*, 148. Retrieved from <http://dateca.unad.edu.co/>
- Constanza, R. 1997. The value of the world’s ecosystem service and natural capital. *Articles. Nature*. Vol 387, mayo 1997
- Constanza, R. 2004. The value of the world’s ecosystem service and natural capital. University of Vermon.
- Galindo, G., Cabrera, E., Vargas, D., Pabón, H., Yepes, A., Phillips, J. F., ... Ordoñez, M. F. (2011). *Estimación de la biomasa aérea usando datos de campo e información de sensores remotos*. Bogotá D.C. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM).
- GEF, MMA, & PNUD. (2010). *Valoración Económica detallada de las Áreas Protegidas de Chile*.
- Linares Llamas, P., & Romero Lopez, C. ; (2008). Economía y medio ambiente: herramientas de valoración ambiental. *Universidad Politécnica de Madrid*, 26. Retrieved from <http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/becker08.pdf>

	  	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA RUMICHACA – PASTO, TRAMO SAN JUAN – PEDREGAL, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA APP N° 15 DE 2015</p> <p>Versión 1 – agosto de 2018.</p>	
<p>CSH-1-AM-AM-EIA-G-0007-0</p>			

MAVDT. (2003). Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales., 52. Retrieved from <http://www.crautonoma.gov.co/normasambiental/Economia-ambiental/Res1478de2003.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. CEDE. Universidad de los Andes. Manual Técnico de Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental.2010

Pulgar, M., & Vidal, O. (2014). Manual de valoración económica del patrimonio natural. *Perú. Ministerio Del Ambiente*, 25(9), 1682–1690. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Rivera, E. (2001). Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, SEMARNAT. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, INE.

Viglizzo, E. F., Carreño, L. V., Volante, J., & Mosciaro, M. (2011). *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. (P. Laterra, E. Jobbágy, & J. Paruelo, Eds.), *Inta*. Buenos Aires. <http://doi.org/10.1038/35105052>