

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), desarrollado para las etapas de ejecución, operación y mantenimiento del proyecto “**Carretera Ruta F – 21 Tramo Uyuni - Tupiza**”, ha sido elaborado tomando en cuenta los requisitos establecidos en la legislación ambiental vigente, particularmente en función al Reglamento de Prevención y Control Ambiental y la Carta de Categorización MMyA-VMABCC-DGMACC FA – 4020(a)/10 de fecha 24 de febrero de 2010, emitida por la Autoridad Ambiental Competente a Nivel Nacional.

Comprende cuatro dimensiones claramente distinguibles:

1. *Establecimiento de la Base Informativa del EEIA*, recopilando, sistematizando y analizando la información existente, paralelamente al levantamiento y revisión de la bibliografía disponible, con el objeto de contar con la información necesaria para el análisis ambiental, particularmente en lo relativo a las afectaciones que demandará la construcción de la vía.
2. *Identificación y Evaluación de Problemas y Beneficios*, Interpretando y evaluando las causas de los potenciales problemas y beneficios ambientales que puedan surgir como consecuencia de la implementación y operación del Proyecto Carretero. Descripción del proyecto de ingeniería (agente perturbador del ambiente), planteamiento del diagnóstico de la situación actual del medio ambiente, identificación de impactos, predicción de impactos, evaluación de impactos y de la incidencia ambiental del Proyecto.
3. *Planteamiento de Soluciones a los Problemas Ambientales Previsibles*, logrando entendimiento común y consenso de todas las partes interesadas y equipo ambiental y de ingeniería del Proyecto. Comprende: Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias, Medidas de Mitigación (preventivas, correctivas y compensatorias), y Seguimiento (monitoreo) Ambiental (PASA), identificación de la legislación aplicable, incluyendo normas ambientales aplicables y puntualizando otras específicas relacionadas con el Proyecto.

4. *Producción del Informe Final Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA).* Mediante la estructuración y conformación del contenido y las partes del presente documento final el cual es elevado a la consideración de la Autoridad Ambiental, en concordancia con lo estipulado en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental.

#### **A. SINTESIS DE LA CARRETERA FUNDAMENTAL UYUNI ATOCHA TUPIZA**

El mejoramiento vial del Tramo Ruta Uyuni Atocha Tupiza, es un proyecto social y económicamente anhelado por la población e instituciones de la región. El tramo forma parte Red Fundamental Corredor Sud Oeste de Bolivia, que sirve para vincular las rutas fundamentales Potosí - Uyuni - Ollagüe con la ruta Potosí - Tupiza - Villazón.

El proyecto Carretera Ruta Uyuni Atocha Tupiza tiene una longitud actual de 205 km, enlaza las poblaciones principales de Uyuni, Atocha y Tupiza vinculando las provincias Quijarro y Sud Chichas del departamento de Potosí.

El camino actual que vincula las poblaciones de Uyuni - Atocha es una trocha de tierra que recibe mantenimiento rutinario (perfilado de la plataforma y las cunetas) en forma permanente, tiene una longitud aproximada de 102 km desarrollada en una plataforma íntegra de tierra con un ancho promedio de 6.00 m. Hasta los primeros 87 km (Cerca de Palca Chocaya), la geometría horizontal es prácticamente rectilínea y con pocas curvas, mientras que la geometría vertical acusa suaves pendientes y en constante ascenso. A continuación, y hasta llegar a Atocha, la geometría horizontal se vuelve más sinuosa con curvas muy cerradas y peligrosas en el descenso a Atocha.

En la segunda parte del camino, el tramo Atocha - Tupiza cuenta con una longitud actual de 103 km se desarrolla en una plataforma íntegra de tierra con un ancho promedio de 5.00 m. La geometría horizontal de este tramo es sinuosa, con curvas cerradas y peraltes que llegan a 10%, por lo que se la mejora requiere alineamiento y ajuste horizontal. La geometría vertical contempla pendientes significativas por encontrarse en zona completamente montañosa con subidas y bajadas.

En vista de que habitualmente los vehículos usuarios de la carretera circulan a velocidades mayores a la velocidad de diseño prevista, el proyecto prevé medidas de seguridad, señalización, control y restricción en las curvas. Para la carretera, el radio mínimo admisible será de 30 m. Se variará el sobre ancho de curvas entre 0,50 y 3,00 m, como valor mínimo y máximo respectivamente.

Como la carretera, se encuentra desarrollada entre topografía llana y ondulada, así como recta y sinuosa, se utilizarán rangos de pendientes entre 9-10%. La pendiente de la calzada tendrá un valor de 2,0%.

La carretera del proyecto de mejoramiento pertenece a la Categoría II, por lo tanto se asume el ancho de carril de 3,50 m, que satisface a la categoría de la vía. Por razones de eficiencia económica se adoptaron bermas entre 0,5 a 1,0 m a cada lado, para la carretera. Se adoptó como derecho de vía 50 metros a cada lado del eje, con hasta 15 m a cada lado en sectores poblados de alta vulnerabilidad, por tratarse de una Carretera de Red Fundamental.

Para los taludes de corte se asumirán taludes de 1:2 – 1:5 (H/V), según las recomendaciones de los estudios geológicos y geotécnicos. El talud de terraplén se adoptó 1.5:1 (H/V) como talud general.

En el siguiente cuadro se muestra el resumen general de los parámetros de diseño a ser utilizados en el diseño geométrico de la carretera:

**Cuadro A. Parámetros de Diseño**

CARACTERISTICA	PROYECTO DE MEJORAMIENTO
Clasificación de la carretera	II
Volumen de transito	>700
Control de accesos	Sin control
Carriles	2 BD
Topografía	Ondulada - Montañosa
Velocidad directriz (km/h)	60
Terreno Ondulado (km/h)	60
Terreno Llano (km/h)	80
Bermas (m)	0.5
Bombeo (%)	2
Radio mínimo (m)	30
Pendiente máxima (%)	10
Distancia mínima de visibilidad de frenado (m)	40
Distancia mínima de visibilidad de paso (m)	240
Ancho de carriles de circulación (m)	3,50
Ancho de la vía de circulación (m)	8.0
Profundidad cunetas (m)	0,5
Taludes de corte	1:2 - 1:5 (H/V)
Taludes de relleno	1 : 1 (H/V)
Superficie de rodadura	---
Derecho de vía (m)	50 der., 50 izq.

Fuente: Elaboración propia en base a Manuales de Diseño Geométrico ABC, 2010

El sistema de drenaje diseñado para el camino Uyuni - Tupiza, será de dos tipos: drenaje superficial y drenaje subterráneo. Los badenes existentes serán cambiados por alcantarillas o puentes. La siguiente tabla resume el número de Badenes según el inventario vial que requirió diseño de mejora, incluyendo aquellos identificados por el trabajo del Programa Nacional de Puentes de la ABC.

**Cuadro B. Resumen de Badenes**

RESUMEN DE BADENES	
ESTRUCTURA	CANTIDAD
Cambio de estructura	40
Puente Apia XXI	15
Puente Nuevo	1
TOTAL	55

Fuente: Diseño Geométrico, 2009.

En el siguiente cuadro se muestra una tabla resumen de la ubicación de los puentes existentes en el tramo:

**Cuadro C. Ubicación de los Puentes**

CODIGO	COORDENADAS		DESCRIPCION		GEOMETRIA	
	X	Y	Codigo	Sentido	Longitud	Ancho
PT - 01A	732196,43	7724103,46	PT-1A	I - D	24,55	4,05
PT - 02A	779138,03	7690127,73	PT-2A	D - I	5,95	4,96
PT - 03A	781123,08	7687802,1	PT-3A	I - D	7,81	4,7
PT - 04A	781886,51	7687388,91	PT-4A	D - I	7,4	4,85
PT - 05A	784485,96	7685872,59	PT-5A	D - I	24,85	5,3
PT - 06A	786370,96	7683649,05	PT-6A	D - I	6,9	5
PT - 01B	838533,6	7630390,84	PT-1B	I - D	4,2	7,15
PT - 02B	834589,66	7647270,18	PT-2B	I - D	59,2	7,4
PT - 03B	789300,84	7682718,44	PT-3B	D - I	57,8	7,3

Fuente: Elaboración propia en base a Diseño de Puentes, 2009.

En algunos casos se ha dispuesto cunetas a ambos lados de la carretera debido a la topografía montañosa del sector. Las cunetas que se ejecutarán son de sección triangular, así como las zanjas de coronamiento, y la pendiente mínima adoptada será de 1%.

Se tienen previstos cortes para la conformación del terraplén, por lo que existirá una buena cantidad de volumen excedente de obra. En tal sentido, se han previsto los lugares para disponer el material, y gestionar el riesgo de impacto negativo fruto de este aspecto.

**Cuadro D. Buzones de Descarga**

Nº de Buzón	Progresiva	Tramo	Coordenadas UTM		Lado	Capacidad (m <sup>3</sup> )
			E	N		
1	11+350	1	730996	7724490.64	Der.	25.875
2	21+400	1	739194	7718872.63	Der.	27.169
3	29+760	1	744652	7712625.31	Der.	26.910
4	36+420	1	749409	7703871.71	Der.	13.800
5	42+280	1	754740	7694919.07	Izq.	9.200
6	59+100	1	767455	7694167.06	Der.	34.500
7	65+000	1	773044	7695073.99	Izq.	30.590
8	67+120	1	774647	7693563.24	Izq.	15.525
9	67+790	1	775211	7693299.16	Izq.	215.625
10	73+895	1	779550	7689626.52	Izq.	48.300
11	78+200	1	782786	7686979.46	Izq.	22.080
12	79+620	1	783837	7686186.05	Der.	15.640
13	83+040	1	786484	7684024.54	Izq.	40.250
14	83+120	1	786554	7684344.66	Izq.	17.181
15	88+000	1	788938	7682874.18	Izq.	4.692
16	89+260	2	789711	7682018.64	Izq.	17.250
17	107+600	2	801574	7671868.01	Der.	55.200
18	107+700	2	801609	7671789.79	Der.	110.400
19	119+850	2	806921	7663646.67	Izq.	57.788
20	120+020	2	807068	7663488.78	Izq.	16.100
21	125+260	2	811054	7662937.65	Izq.	12.938
22	126+125	2	811773	7662946.27	Izq.	310.500
23	132+100	2	815146	7659889.81	Izq.	17.250
24	133+320	2	815781	7659090.76	Izq.	17.940
25	139+500	2	818516	7655502.52	Izq.	27.600
26	141+550	2	820269	7655501.75	Der.	5.175
27	145+760	2	822364	7655183.75	Der.	24.150
28	152+550	2	825758	7651802.73	Der.	23.000
29	154+800	2	827271	7650276.25	Izq.	24.150
30	156+040	2	828126	7649638.45	Izq.	6.900
31	158+080	2	829943	7648948.03	Izq.	27.600
32	160+460	2	831602	7648759.40	Izq.	103.500
33	162+060	2	832311	7648700.71	Izq.	36.800
34	169+900	2	835656	7643067.77	Izq.	17.940
35	176+800	2	837152	7637084.04	Izq.	34.500
36	177+090	2	837040	7636809.22	Izq.	6.210
37	177+090	2	837087	7636841.50	Der.	7.142
38	158+900	2	840019	7630639.03	Izq.	207.000

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Para el material que será empleado para la conformación de las diferentes capas que forman el terraplén, se hicieron una serie de estudios en base a los que se decidió cuales son los más aptos en calidad y cantidad. Los mismos se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro E. Yacimientos – Bancos de Préstamo**

<b>TRAMO UYUNI - ATOCHA</b>				
<b>Código de Pozo</b>	<b>Coordenada Norte</b>	<b>Coordenada Este</b>	<b>Lado</b>	<b>Profundidad (m)</b>
Yacimiento 1.- Arena, grava, Sub-base y base.	7724711,37	73019,90	Der	115,00
Yacimiento 2.- Arena	7724021,41	732197,83	Der	3,00
Yacimiento 3 .- Arena	7691355,42	756729,98	Izq	1,00
Yacimiento 3.1 .- Arena.	7691356.74	756730.05	Izq	1,00
Yacimiento 4.-	7696788,26	764981,61	Izq	2,50
Yacimiento 5.- Arena, grava, Sub-base y base.	7685995,43	783496,88	Izq	2,00
Yacimiento 6.- Arena, grava	7685575,26	783663,87	Der	1,00
<b>TRAMO ATOCHA-TUPIZA</b>				
Yacimiento 7.- Arena	7672398,95	801164,03	Der	3,00
Yacimiento 8.- Descartado	7663247,02	806838,28	Der	1,00
Yacimiento 9.- Sub-base y base	7649230,13	209046,08	Der	2,40
Yacimiento 10.- Arena, grava, sub-base y base	7648414,08	211823,11	Izq	1,10
Yacimiento 11.-	7631013,86	2117045,20	Izq	2,50

Fuente: Elaboración propia, 2010

El proyecto presenta las siguientes características de diseño del pavimento flexible.

**Cuadro F. Características Pavimento Flexible**

TRAMO		TRAMO I			TRAMO II			
SUB-TRAMO		Uyuni-Noel M.	Noel M.-Cerdas	Cerdas-Atocha	Atocha-Km.148	Km.148-Salo	Salo-Tupiza	
Longitud (km)		30.50	33.00	25.50	59.00	19.50	20.62	
Tráfico en el Carril Diseño-ESALS		490,106	489,551	489,849	615,675	614,991	615,675	
CBR DE LA Subrasante		16.5	13.5	15	15	13	15	
Modulo Resiliente (KPa)		103,278	92,486	98,004	98,004	90,586	98,004	
Número Estructural (SN = mm)		69	72	70	70	72	70	
Diseño del pavimento		COEFICIENTE ESTRUCTURAL	TRAMO I			TRAMO II		
Espesor (mm)	Rodadura (CA)	0,42	50	50	50	50	50	50
	Base Granular (CB)	0,13	150	150	150	150	150	150
	Subbase Granular (CSB)	0,12	180	200	180	220	220	220
	<b>TOTAL</b>		380	400	380	420	420	420

Fuente: Elaboración en base a Informe Diseño de Pavimentos, 2009.

En términos de territorio demandado, el derecho de vía ó DDV corresponde aproximadamente a 18,9 km<sup>2</sup>, sin embargo, a través del Análisis SIG tomando en cuenta otros factores influyentes, el Proyecto tendría efectos ambientales sobre un área de 1.956,37 km<sup>2</sup> con una variabilidad de +/- 0,63%.

En el tramo Uyuni – Atocha, se ha considerado la ubicación del campamento cercano a la comunidad de Cerdas, en el tramo Atocha – Tupiza, se ha considerado la ubicación del campamento en terrenos de la comunidad de Salo, ambos por su operatividad y factibilidad técnica y social.

Se estima que el Contratista construirá campamentos de aproximadamente de 1,52 Ha c/u; ubicados según criterios técnico operativo ambientales. Con referencia al número de personas el dato específico es variable, una aproximación sería: Personal de supervisión 60 personas por tramo; personal del Contratista 220 personas y personal ABC 15 personas. Las coordenadas UTM previstas para los campamentos son: Tramo 1: X=769880; Y=7697600 y Tramo 2: X=837650; Y=7640950.

## **B. SINTESIS DE LA SITUACION ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE**

El Proyecto se desarrolla en una zona con intervención antrópica, en la que existen algunos pasivos ambientales de importancia, por lo que el análisis de la situación actual del medio cobra relevancia, sobre todo si se considera que, con apego a la legislación vigente, las responsabilidades del “Representante Legal” (según a la denominación que utiliza el RPCA), en, se establecen a partir precisamente del estado actual del medio ambiente en el que se desarrollará la obra.

Para caracterizar la situación actual del medio ambiente, se consideró el tramo establecido y paralelamente se definieron las áreas de influencia directa e indirecta que se consideraron en el EEIA, en base al siguiente análisis:

- Las actividades, que son de responsabilidad del concesionario, se desarrollan en el derecho de vía, áreas accesorias y poblaciones aledañas a la vía, presentándose sus efectos también dentro de estas áreas; por lo tanto el área de influencia directa del camino abarca el DDV de 50 m y otros sectores de intervención tales como el banco de préstamo, buzones de material excedentario, área de instalación de campamentos, caminos de acceso a otros sectores de intervención, poblaciones aledañas al derecho de vía del camino.
- Las actividades inducidas por la presencia del camino, propias del desarrollo regional, que no son un efecto directo de la vía, se desarrollan en áreas externas al derecho de vía de la misma; por consiguiente, el área de influencia indirecta abarca áreas de expansión agrícola, ganaderas y sectores de valor turístico.

Tomando en cuenta las consideraciones citadas anteriormente, a continuación se realiza un análisis regional de la zona del proyecto, procurando enfatizar las principales potencialidades y focos de intervención en el área de influencia, y posteriormente se analizan aspectos específicos considerando las unidades de evaluación ambiental determinadas.

### **Análisis Regional**

El Proyecto se emplaza sobre la jurisdicción municipal de Uyuni, Atocha y Tupiza.

En el municipio de Uyuni la actividad de mayor importancia económica es el comercio local, asociada al transporte de productos de diversa índole provenientes del interior del país

y de Chile. El potencial de producción pecuaria es otro rubro económico fundamental, aunque se lo realiza de manera limitada. El pasto natural es muy escaso para la cría de ganado camélido y ovino. Las actividades agrícolas confrontan limitaciones, como las condiciones ambientales que registren el uso del suelo de las colinas, los peligros de las heladas y salinidad.

El turismo constituye una de las actividades más importante del Municipio, principalmente por el Salar de Uyuni, muy apreciado por los visitantes. Los salares de Uyuni y Empexa presentan yacimientos de bórax, sodio, calcio y litio, de gran perspectiva para su explotación.

El Gobierno Municipal tiene diversas iniciativas destinadas a mejorar la infraestructura de servicios, sobre todo con el objetivo de captar un mayor flujo turístico. La mejora de la pista de aterrizaje y su aeropuerto es una prioridad concertada a nivel municipal.

El municipio tiene una población de aproximadamente 24.000 habitantes de los cuales el 58% está concentrado en la localidad de Uyuni. Por la elevada concentración de la población en la ciudad de Uyuni, las coberturas de servicios básicos son relativamente elevadas.

Por su parte, el municipio de Atocha, segunda sección de la provincia Sud Chichas presenta zonas agrícolas diferenciadas: la zona de valles, con cultivos de maíz, papa, haba, hortalizas y frutales (durazno, pera, manzano), ganado caprino y bovino; en tanto que la zona de puna con tholares, paja brava y pastos nativos para el pastoreo de ganado mayor y menor, ganado camélido y ovino. Asimismo, se logran cultivos a secano, como cebada, trigo y quinua, además de cultivos bajo riego de papa y haba, ubicados en laderas y planicies, donde predomina la cría de ovino y camélidos. En general, el Municipio tiene diversos recursos naturales, con rodales de queñua distribuidos en la zona del Altiplano y minerales, como estaño, plomo, plata, zinc, wólfram, antimonio y oro.

Respecto a su potencial minero, en el 85% del territorio existen yacimientos de minerales metálicos de estaño, plata, wólfram, antimonio y oro, explotados por el sistema cooperativo casi en su totalidad y por empresas privadas en una pequeña proporción, generando la mayor parte de los ingresos anuales del municipio.

La crianza de camélidos y ovinos constituye otro potencial importante en tanto los pobladores poseen conocimientos en este rubro, para lo cual se están proyectando iniciativas destinadas a la reactivación productiva en materia de capacitación, extensión agropecuaria, crédito, promoción y fortalecimiento de asociaciones de productores agropecuarios y microempresas, mejoramiento de especies (ganado y semillas) y la integración de las comunidades aisladas a los mercados locales.

Finalmente, en el municipio de Tupiza la base de la economía constituye la producción agrícola, con cultivos de maíz, ajo, haba, cebada, trigo, hortalizas, frutales de vid, durazno, membrillo y otros, que abastecen a los centros mineros cercanos. La ganadería es el medio fundamental de subsistencia para algunas comunidades, con la cría de caprinos, bovinos, porcinos y ovinos. La minería, con la reactivación que en los últimos años se viene dando, continúa siendo el rubro de mayor rentabilidad para las empresas privadas, con importantes yacimientos de oro, wólfram, estaño, bismuto, antimonio, plomo, zinc y otros.

La producción de maíz y ajo constituyen el potencial agrícola más importante del Municipio, ya que debido a las condiciones favorables de clima, agua y suelo, incluidas sus dos cosechas anuales, ofrecen una interesante proyección de desarrollo, producción que cuenta con la aceptación en los principales mercados nacionales, como Santa Cruz, Cochabamba y La Paz. Tupiza tiene muchos atractivos turísticos. Sin embargo la degradación de suelos y las prácticas de monocultivo ponen en riesgo la productividad local.

Además de su peculiar arquitectura, los paisajes del valle, las aguas termales, sus restos arqueológicos, los campos de batalla de la Guerra de la Independencia, su elaborada cocina, sus artesanías y sus festividades religiosas, atraen hacia Tupiza a visitantes de todo el país y región.

### **Medio Físico**

El tramo carretero Uyuni Atocha Tupiza discurre entre las Provincias Fisiográficas del Altiplano y la Cordillera Oriental.

Las unidades fisiográficas de la Provincia Fisiográfica del Altiplano, reconocidas a nivel de Gran Paisaje de acuerdo a su amplitud de relieve y grado de disección, para la zona objeto de estudio se resumen en el cuadro siguiente:

**Cuadro G.** Unidades fisiográficas del área de influencia del Proyecto  
 (Provincia Fisiográfica del Altiplano)

Gran Paisaje	Amplitud de Relieve	Grado de Disección
Colinas	Alta	Moderada
	Media	Moderada
Llanura Fluvio Lacustre	-	Ligera
Llanura Aluvial	-	Ligera
Montañas	Baja	Fuerte, Moderada
Superficie de erosión	-	Fuerte, Ligera
Terrazas	-	Fuerte
Serranías	Baja	Ligera, Moderada
	Media	Moderada

Fuente: Elaboración propia en base a ZONISIG (2001).

Las unidades fisiográficas de la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental, reconocidas a nivel de Gran Paisaje de acuerdo a su amplitud de relieve y grado de disección, se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro H.** Unidades fisiográficas del área de influencia del Proyecto  
 (Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental)

Gran Paisaje	Amplitud de Relieve	Grado de Disección
Colinas	Alta	Fuerte, Moderada
	Baja	Fuerte, Moderada
	Media	Fuerte, Moderada
Llanura Aluvial	-	Ligera
Montañas	Alta	Fuerte, Ligera, Moderada
	Baja	Fuerte, Ligera, Moderada
	Media	Fuerte, Ligera, Moderada
Superficie de erosión	-	Fuerte, Ligera, Moderada
Cuestas	-	Fuerte, Moderada
Serranías	Alta	Fuerte, Moderada
	Baja	Fuerte, Moderada
	Media	Fuerte, Moderada

Fuente: Elaboración propia en base a ZONISIG (2001).

En el Sector de Uyuni, la formación de serranías muestra un relieve escarpado a fuertemente inclinado, formación compleja de alta disección. Estas serranías han desarrollado numerosos abanicos aluviales característicos de los aportes a la cuenca

endorreica del Salar de Uyuni con relieves inclinados a moderadamente inclinado, topografía homogénea a ondulado con disección por procesos de encause de ríos y quebradas.

Numerosos depósitos de tipo coluvial se encuentran las laderas de los cerros y serranías con pendientes inclinadas. El relieve de los salares, superficies planas desérticas formadas intercalaciones de limolitas arcillitas y precipitados de sales de diversos espesores alimentados por sedimentos fluvio-lacustre cuaternarios en sus bordes. Las características de estas planicies muestran relieve plano ligeramente inclinado.

En el Sector Atocha y Tupiza, las montañas altas oscilan en rangos de altitud desde 3.000 hasta 5.500 msnm, manifestando un grado de disección de fuerte a ligera, con pendientes entre 15 y 60%, y longitud de las mismas de 200 - 500 m. Las montañas medias alcanzan elevaciones desde 2.500 hasta 5.150 msnm. Manifiestan un grado de disección de fuerte a ligero, con pendientes de unos 10 hasta más que 60%, con longitudes variables entre 200 - 500 m.

El área de emplazamiento del proyecto de construcción de la carretera se localiza entre los límites orientales de la unidad morfoestructural del Altiplano y la Unidad morfoestructural de la Cordillera Oriental entre las poblaciones de Uyuni y Tupiza. En ella se han desarrollado formas de origen estructural, Volcánico, denudativo, fluvial, eólico y de origen de solución.

Al respecto del suelo, en el siguiente cuadro se señalan los procesos básicos según la morfología del terreno y clases de pendiente:

**CUADRO I.** Procesos básicos según la morfología del terreno y clases de pendiente

UNIDAD TAXONÓMICA	MORFOLOGÍA MÁS COMÚN	PROCESOS BÁSICOS
17, 42, 44	Llanura aluvial, superficies de erosión y terrazas.	Mínima erosión y ausencia de deslizamientos.
3,5,8	Valles en montañas medias, fondo de valle y relieves tabulares. Planicies onduladas.	Regueros poco incisivos y solifluxión incipiente.
9,21,22,23,39, 11	Relieves estructurales monocinales tipo cuesta.	Riesgo de erosión hídrica laminar y en surcos.
24,29,12, 13, 36, 38, 40	Laderas en montañas medias, escarpes de falla, conos de deyección.	Riesgo de erosión incisiva, susceptibilidad a deslizamientos.
5	Relieves estructurales, crestas y acantilados.	Erosión lineal muy incisiva, riesgo extremo de erosión del suelo, deslizamientos, caídas.
1	Escarpes en gargantas, crestas, acantilados, cornisas y similares.	Caídas en masa, deslizamientos y colapsos.

Fuente: Elaboración propia en base a Pedraza (1996).

A continuación se presentan las unidades cartográficas de suelos en el área de Influencia del Proyecto:

**Cuadro J.** Unidades cartográficas de suelos en el área de Influencia del Proyecto

Unidad	Descripción
1	Consociación Regosoles
2	Consociación Regosoles con inclusión Leptosol
3	Asociación Fluvisoles - Cambisoles
4	Consociación Cambisoles con inclusión Leptosoles
5	Asociación Calcisoles - Fluvisoles
6	Asociación Calcisoles - Cambisoles
7	Consociación Solonchaks
8	Consociación Leptosoles con inclusión Cambisoles
9	Asociación Leptosoles - Fluvisoles

Fuente: Elaboración propia

Al respecto de las características climáticas de la zona del proyecto, según la clasificación de Köppen, el clima en el municipio de Uyuni es seco y frío, los rasgos climáticos muestran precipitaciones escasas, el límite climático indica que la evaporación

supera la precipitación anual y los límites de vegetación presenta plantas xerófilas (plantas que se adaptan fácilmente a la vida en un medio seco). El municipio de Uyuni tiene época lluviosa de diciembre a marzo, época seca de junio a agosto y dos periodos de transición de septiembre a noviembre y de abril a mayo. La humedad relativa promedio registrada es de 32,6%, los vientos en la región son intensos casi todo el año, la dirección que más predomina es de Noreste al Sudeste, empero durante los meses de agosto a diciembre los que más predominan son el Noreste y Oeste.

Según la clasificación de Köppen, el clima en el municipio de Uyuni y Atocha correspondería al Polar de alta montaña (EB), Tundra (ET) y Estepa con invierno seco y frío (Bswk). Por otro lado, según la clarificación de Thornthwaite, la zona sería Árida o Desértica. La característica climática predominante que identifica la región es de una zona semidesértica de clima frío y seco.

Los flujos de los vientos en esta región son muy intensos durante casi todo el año, pueden alcanzar velocidades que superan los 25 m/s.

En el municipio de Tupiza la temperatura media es de unos 30 grados, siendo caluroso en verano y frígido en invierno, con una humedad relativa promedio de 48% y una temperatura ambiente promedio de 15 °C.

### **Medio Biótico**

En función a la combinación de aspectos fisiográficos, zonas macro climáticas y pisos altitudinales; el proyecto carretero discurre entre dos grandes regiones fitogeográficas del departamento de Potosí, reconocidas por Ellenberg (1981), como Altiplano Puna Semiárida y Árida y la Cordillera Oriental Altoandino Semihúmedo, Valles y Montañas Semiáridas. Según el Mapa de Vegetación de Bolivia de Ribera *et al.* (1994) el área de estudio comprende la Región Altoandina y de Puna “Pradera puneña semihúmeda” y la región de los Valles Secos Interandinos “Matorrales microfoliados” y restos de “Bosque seco caducifolio”.

Incorporando aspectos biogeográficos, criterios ecológicos y geológico-geomorfológicos el trazo discurre por la ecoregión de la Puna, concretamente por la Puna Sureña y la Puna Semihúmeda (Ibsich y Mérida, 2003). En este mismo sentido y de acuerdo a la propuesta de Navarro y Maldonado (2002) los gradientes climáticos que ocurren en el

área de influencia del Proyecto, permiten diferenciar dos Provincias: la Provincia Biogeográfica Altiplánica en su Sector Central, Distrito de Uyuni, y la Provincia Boliviano - Tucumana, en su Sector “Cuenca del Pilcomayo”, Distrito Biogeográfico “San Juan del Oro”.

Las unidades mencionadas incluyen un variado conjunto de comunidades vegetales que responden en su fisonomía a las peculiares condiciones ambientales de la región, caracterizadas por un bioclima predominantemente árido a semihúmedo, en este sentido pueden distinguirse diferentes unidades de vegetación listadas en el siguiente cuadro:

**Cuadro K.** Clases, subclases y grupos de vegetación según piso altitudinal y sub formación en el Área de Influencia del Proyecto.

Clase	Subclase	Grupo	Piso altitudinal	Sub formación
Herbácea	Graminoide baja	Sinusia arbustiva	Alpino	-
Herbácea	Graminoide baja	Sin sinusia	Subalpino	Cespitosa
Matorral	Siempre verde	Semideciduo	Subalpino	Semidesierto
Matorral	Caducifolio	Deciduo por sequia	Subalpino	-
Matorral	Caducifolio	Deciduo por sequia	Subalpino	Semidesierto
Matorral	Xeromorfico	Espinoso	Subalpino	-
Matorral enano	Siempre verde	Plantas pulvinadas	Subalpino aluvial	Estacionalmente anegado
Matorral enano	Caducifolio	Semideciduo	Subalpino	-
Vegetación antrópica	-	-	-	-

Fuente: Mapa de cobertura y Uso actual de la tierra. Superintendencia Agraria, 2001.

Al interior de las Provincias Biogeográficas, surgen una variedad de hábitats, imponiendo duras condiciones de vida a las comunidades faunísticas, sobre todo por los extremos climáticos a los que están sujetas, como ser largos periodos de déficit hídrico, amplias variaciones térmicas y niveles de radiación solar elevados.

La región bajo estudio posee una avifauna muy variada y de extensa distribución, encontrándose especies comunes entre el Altiplano y la Puna, no obstante algunas son exclusivas de biotipos de la Provincia Altiplánica. Asimismo, las poblaciones de aves

presentan grandes variaciones en función a la alternancia de las estaciones y la etología de las especies, algunas de ellas caracterizadas por hábitos migratorios.

Destacan en la Provincia Altiplánica los taxones ligados a ambientes acuáticos, entre ellas se pueden citar al “ganso andino” o “huallata” *Chloephaga melanoptera* de la familia Anatidae -Anseriformes- y a los patos *Anas flavirostris*, *A. specularioides*, *A. puna*, *A. cyanoptera orinomus*, y *A. versicolor*, que pueblan medios lacustres en pequeños grupos de alrededor de 10 individuos alimentándose de macrófitas inmersas.

A lo largo de orillas de ríos y lagunas es común la presencia de la “gaviota andina” *Larus serranus*, similar comportamiento tiene la “garza blanca” *Casmerodius albus*, también otras especies asociadas a cuerpos de agua como el “puku puku” *Thinocorus orbignyianus* y paseriformes la remolinera *Cinclodes fuscus*, la Diuca de alas blancas *Diuca speculifera* en praderas húmedas.

En el tramo Uyuni - Cerdas se observan bandadas de “suri” o “ñandú andino” *Rhea pennata* una de las mayores aves sudamericanas, especie que se encuentra en peligro de extinción en los términos del CITES (Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) y categorizada en el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia (2009) como especie en peligro de extinción (EN).

En la zona también habitan diversas especies de aves de hábito frugívoro que juegan un importante rol en la dispersión de las semillas, destaca la presencia de perdicés como *Tinamotis pentlandii* y *Nothoprocta ornata*, tinocóridos *Thinocorus rumicivorus*, *T. orbignyianus*, y *Attagis gayi*, tiránidos del suelo *Muscisaxicola* sp., mineritos *Geositta punensis* y comesebo puneño *Phrygilus dorsalis*, el jilguero *Sicalis* spp. Entre las aves carnívoras y carroñeras se observan al halcón o k’illi-k’illi *Falco sparverius*, el mamani *F. femoralis*, el halconcito colorado *F. sparverius cinnamominus*, y al alkamari *Phalcoboenus megalopterus*.

En la transición a la Prepuna entre cactáceas y arbustos espinosos se pueden observar especies de aves como los canasteros *Asthenes dorbignyi* y el “churchukewerchu” *Leptasthenura aegithaloides*, y el coludito copetón *L. fuliginiceps* que construyen sus nidos en las cactáceas columnares.

Al respecto de los mamíferos, la zona de estudio corresponde al ámbito de distribución de la “vicuña” (*Vicugna vicugna*) camélido silvestre que se distribuye en la eco región Altoandina y la Puna por encima de los 3800 m.s.n.m. Las poblaciones de vicuñas se encuentran en franca recuperación gracias a la veda establecida para detener su caza indiscriminada que situó a la especie entre aquellas en vías de extinción. Actualmente se promueve el manejo sostenible de los rebaños basado en el aprovechamiento de la fibra mediante la captura y esquila de animales vivos. Para ello se han consolidado mecanismos de custodia y protección involucrando a las comunidades campesinas (Villalba, 1996).

Los roedores aparentemente constituyen el grupo dominante entre los mamíferos de la zona. En los roquedales se puede encontrar la viscacha *Lagidium viscacia* miembro de la familia Chinchillidae, muy perseguida para el aprovechamiento de su carne. Entre los pequeños roedores se pueden citar a cavadores como el tojo *Ctenomys opimus* y otros micromamíferos *Chroeomys andinus dolichonyx*, *Abracoma cinerea*, y *Auliscomis* sp. Es común la presencia de roedores como el cuy silvestre *Galea musteloides* y del ratón de campo *Phyllotis caprinus*, *Phyllotis xanthopygus rupestris* habitando en medio a la vegetación xerofítica. No se han reportado especies endémicas para éste grupo.

Se tiene evidencia de la presencia de grandes félidos como el puma *concolor* en la región. La región también es hábitat de felinos actualmente muy raros como el “titi” *Leopardus jacobita*, especie categorizada en estado crítico (CR) en el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia (2009). Entre otros predadores se puede citar el zorro andino *Pseudolopex culpaeus* y los zorrinos *Conepatus chinga rex* y *Galictis vittata*, carnívoros que suelen merodear en las proximidades de los centros poblados.

Entre los animales domésticos se cuenta con miembros de las familias Camelidae y Bovidae (Artiodactyla). El primero incluye un género y dos especies: la llama *Lama glama* y la alpaca *Lama pacos*, especies nativas domesticadas, que son criadas en gran número dentro del área estudiada. En Bovidae se tiene a la oveja *Ovis aries* especie introducida cuyo manejo deficiente ha ocasionado profundas transformaciones en los ecosistemas de la zona. También existen vacunos *Bos taurus* criados en un régimen semiintensivo tanto para aprovechamiento lechero como para tracción animal.

Al respecto de los anfibios de la eco región andina viven en biotopos de pequeña extensión y bajo condiciones biológicas límite, pues su vida está ligada al agua, son por lo tanto muy sensibles a ligeras variaciones en su hábitat. Representantes de la familia Leptodactylidae se encuentran ampliamente distribuidas en el Altiplano: *Pleurodema marmorata*, *Dumeril* y *P. cinerea*, de colores gris verdoso con jaspeados negros, habitan en lugares húmedos, aunque tienen hábitos enteramente acuáticos en la época de reproducción. Los huevos son depositados en el agua o entre las plantas acuáticas y son fecundados por el macho.

El género *Telmatobius* es el más característico de los batracios andinos, la especie *T. marmoratus*, habita áreas anegadizas, aunque también puede encontrarse en riachuelos y márgenes lacustres, esta especie se encuentra categorizada como vulnerable (VU) en el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia (2009).

De la familia Hylidae pueden encontrarse en la zona de estudio los géneros *Hyla* y *Gastrotheca*. La familia Bufonidae está representada por una única especie el sapo terrestre o hampatu *Bufo spinolosus*. En la zona de río Pusla Mayu se observaron ejemplares de *Bufo spinolosus* y se renacuajos de *Pleurodema marmoratum*.

Las lagartijas tienen en la zona de estudio una buena representación *Liolaemus alticolor*, *L. andinus*, *L. constanzae*, *L. multicolor*, *L. dorbigni*, *L. griseus*, *L. nigriceps*, y *L. ornatus*. Otras especies representantes en la zona de estudio, en áreas rocosas, huecos y pajonales son pequeñas culebras de hábitos nocturnos y poco activas como *Liophis andinus* y *Tachymenis peruviana*, que se alimentan de batracios y lagartijas.

### **Medio Humano**

Es prioritario ofrecer un mejor medio de vinculación entre las poblaciones más destacadas de la provincia y los orígenes destino finales que comprenden la ruta en estudio.

En el siguiente cuadro se observa que el año 2008 existe una proyección de 64.505 personas en el Área de Influencia Directa (AID), y el año 2010 el número de personas proyectadas será de 62.802, es decir que en los 9 años que han pasado desde el Censo 2001 hasta el año 2010 y basándose en las tasas de crecimiento intercensal se estima un decrecimiento poblacional en la zona de -5,7%.

**Cuadro L.** Proyecciones de Población 2008 y 2010 en el AID

Municipio	2001	2008			2010		
	Pobl. total	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Uyuni	18.705	18.760	9.076	9.684	18.515	8.868	9.647
Atocha	9.536	8.068	4.063	4.005	7.533	3.805	3.728
Tupiza	38.337	37.677	17.957	19.720	36.754	17.548	19.206
<b>Total</b>	<b>66.578</b>	<b>64.505</b>	<b>31.096</b>	<b>33.409</b>	<b>62.802</b>	<b>30.221</b>	<b>32.581</b>
Total Dep. Potosí	709.013	780.392	382.267	398.125	788.406	386.796	401.610

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

El municipio de Tupiza tiene el mayor porcentaje de población en el Área de Influencia Directa (AID). El 57,6% de la población del AID se encuentra en Tupiza, mientras que el municipio con menor población es Atocha con el 14,3%. De acuerdo a los datos del Censo 2001 las localidades que ingresan bajo la categoría de población urbana por municipio del AID son:

- Municipio de Uyuni: Uyuni (10.551 hab.)
- Municipio de Atocha: Atocha (2.033 hab.) y Santa Bárbara (3.505 hab.)
- Municipio de Tupiza: Tupiza (21.707 hab.)

Los demás poblados son categorizados como rurales.

El municipio de Tupiza presenta la densidad poblacional más alta de la zona, 6,1 hab/Km<sup>2</sup>, mientras que el indicador más bajo lo tiene en Uyuni, con 3,5 hab/Km<sup>2</sup>.

El 71% de la población en el AID tiene español como idioma materno, seguido en importancia por el quechua con un 25%. Tupiza cuenta con el 74,6% de la población de idioma materno español; el mayor porcentaje de personas con idioma materno quechua es Atocha, con el 27%.

El municipio de Tupiza es el que cuenta con mayor número de unidades educativas, lo que tiene relación con el hecho que es el municipio también con mayor número de habitantes. Atocha que es el municipio con menor número de habitantes cuenta con el menor número de unidades educativas.

Existen 65 establecimientos de salud, de estos 28 son centros de salud, 3 hospitales básicos y 34 son puestos de salud. El mayor número de establecimientos se encuentra en Tupiza.

Los indicadores de producción del maíz: *se tienen 2.583 hectáreas, con un rendimiento de 50 qq/ha, costo de producción por hectárea de 1.405,00 Bs., con un beneficio por hectárea de 6.195,00 Bs (Fuente Diagnostico socioeconómico 2010).*

Los indicadores de producción de papa: *se tiene 385 hectáreas, con un rendimiento de 30 qq/ha, costo de producción por hectárea de 3.067,00 Bs., con un beneficio por hectárea de 263,00 Bs (si el producto es vendido).*

Los indicadores de producción de ajo: *se tiene 770 hectáreas, con un rendimiento de 70 qq/ha, costo de producción por hectárea de 2.139,00 Bs., con un beneficio por hectárea de 11.511,00 Bs (si el producto es vendido).*

Toda la región tiene una conocida y enorme potencialidad minera. En algunas zonas los yacimientos se presentan como complejos mineralógicos dificultando de alguna manera su explotación, por lo que en los últimos años varias operaciones han implementado plantas de procesamiento de mineral.

Luego de la crisis económica, relocalización y cierre de las operaciones de la Corporación Minera de Bolivia en 1985, muchos trabajadores mineros determinaron mantenerse en los ex centros mineros de COMIBOL y trabajar asociadamente a través de la conformación de Cooperativas Mineras, las cuales ya se han institucionalizado en el contexto nacional y dentro de la nueva Constitución. También la crisis de 1985 determinó que el vasto potencial minero del Sud de Potosí no sea explotado ni explorado lo suficiente, sin embargo en los últimos años, sobretudo en Tupiza se han conformado empresas mineras micros, pequeñas y últimamente medianas, algunas con capital de inversión extranjero.

Entre las empresas más importantes con respecto a su volumen de producción se encuentran: Sinchi Wayra S.A., Panamerican Silver Inc., LAMBOL S.A., COMINESA S.A., EMUSA, SAN LUCAS S.A., MINEXA S.R.L., KEREN HAPUC S.R.L., entre otras.

La Empresa Minera Quechisla EMQ, perteneciente a la COMIBOL actualmente es propietaria de las concesiones mineras en que operan el prácticamente el 100% de las Cooperativas Mineras del Sud, agrupadas todas en la Federación de Cooperativas Mineras del Sud FEDECOMIN Sud.

Con respecto al turismo, el mayor atractivo del municipio de Uyuni es el Salar de Uyuni, que tiene una extensión de más de 10.000 km<sup>2</sup> a una altura de 3653 m.s.n.m. posee más de 32 islas con ecosistemas singulares, cactus gigantes, vizcachas y ocasionalmente picaflores.

Está compuesto de litio, boro, potasio, magnesio, bórax, sulfatos de sodio y ulexita, siendo aparentemente la reserva de litio más grande del mundo, se estima que contiene unos 64 mil millones de toneladas de sal. Entre otros atractivos turísticos en Uyuni están: el Cementerio de trenes, la Isla Incahuasi y las poblaciones Colchani, San Juan de Rosario y Santiago de Chuvica.

Al Sur de Uyuni se encuentra Tupiza, caracterizada por las extrañas formas producidas por la erosión y la variedad de colores de sus tierras. La quebrada de Palmira destaca por sus formaciones rocosas, los grabados y los restos arqueológicos. La Torre, Palala y Tambillo ofrecen hileras de gigantescos farallones de tierra roja y sembradíos multicolores. Se tiene la hacienda de los Condes de Yañez que estaba situada en la vecina localidad de Oploca.

El principal atractivo turístico en el municipio de Atocha, son las ruinas de Atocha Vieja, dónde se concentraban las riquezas minerales que obtenían los españoles, pudiéndose ver incluso hoy indicios de antiguos hornos de fundición. Entre otros atractivos turísticos están: el Huevo, el Museo de minerales y maquinaria antigua de COMIBOL en la localidad de Telamayu, la Iglesia y ruinas del campamento colonial de 1825 en la localidad de Gran Chocaya, Chullpas en Trapiche y el pueblo colonial de Portugaleta.

### **C. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Se han determinado los factores ambientales más afectados por la construcción y operación de las obras y actividades del Proyecto:



**Cuadro N. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental - Etapa de Ejecución**

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDADES  IMPACTO	INDICADORES									
			CUALITATIVOS					CUANTITATIVOS				
			Carácter del Impacto	Reversibilidad	Temporalidad	Concentración	Tipo de Acción del Impacto	Presencia del Impacto (Pr)	Desarrollo del Impacto (Ds)	Duración del Impacto (Du)	Magnitud del Impacto (Mg)	Índice de Eval. Ambiental (IEA)
ABIÓTICO	AGUA	Modificación del régimen hídrico	(-)	Re	T	L	I	6	6	6	6	6,0
		Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	Re	T	L	I	6	5	5	6	5,5
		Modificación de cauces	(-)	Re	T	L	I	6	5	5	5	5,1
		Reducción de disponibilidad de agua	(-)	Re	T	L	I	6	5	5	5	5,1
	SUELO	Aumento de la inestabilidad de laderas	(-)	Ir	C	P	D	7	6	8	7	7,3
		Desestructuración y Compactación de Suelos	(-)	Ir	T	P	I	8	7	7	7	7,1
		Incremento en los procesos de erosión	(-)	Re	C	P	D	7	6	8	7	7,3
		Contaminación de suelos	(-)	Re	T	P	D	7	6	7	6	6,5
	AIRE	Pérdida de la capa orgánica	(-)	Ir	C	P	I	6	6	8	6	6,8
		Modificación de niveles de Inmisión por gases	(-)	Re	T	P	D	7	7	5	6	5,8
		Modificación de niveles de Inmisión por polvo	(-)	Ir	T	P	D	7	7	6	6	6,2
	PAISAJE	Incremento de Niveles Sonoros	(-)	Re	T	P	D	6	7	6	6	6,1
		Intrusión visual	(-)	Ir	C	R	D	7	7	5	5	5,4
		Pérdida de elementos característicos del paisaje	(-)	Ir	C	L	I	7	5	6	6	6,0
BIÓTICO	FLORA	Pérdida de la Cobertura Vegetal	(-)	Ir	C	L	I	7	5	7	6	6,3
		Modificación de la Composición Florística	(-)	Re	C	L	I	7	5	5	6	5,7
		Eliminación de especies arbóreas	(-)	Re	C	L	I	7	5	7	6	6,3
	FAUNA	Perturbación a la Fauna	(-)	Re	C	L	D	6	6	7	6	6,3
		Perturbación de especies particulares	(-)	Re	C	L	D	5	6	7	6	6,2
		Generación de vectores	(-)	Re	C	L	D	5	6	7	6	6,2
		Atropellamiento de fauna	(-)	Re	C	L	D	5	6	7	6	6,2
		Ahuyentamiento de fauna	(-)	Ir	C	L	D	7	6	6	5	5,6
	Alteración de procesos migratorios	(-)	Ir	C	P	D	6	6	7	6	6,3	
	RELACIONES ECOLÓGICAS	Afectación de ecosistemas únicos o frágiles	(-)	Ir	C	L	D	5	6	7	7	6,7
HUMANO	SOCIAL	Incremento de la demanda de salud, educación y servicios básicos (agua potable y energía)	(-)	Re	T	L	I	6	6	7	5	5,9
		Daños a la Infraestructura Social y Vivienda	(-)	Ir	T	L	I	6	6	7	5	5,9
		Perturbación a la salud y seguridad pública	(-)	Re	T	L	I	6	6	7	5	5,9
	ECONÓMICO	Cambios en el uso del suelo y afectación a la producción	(-)	Re	T	L	D	6	6	5	5	5,3
		Generación de empleos	(+)	Re	T	L	D	6	6	5	5	5,3
		Dinamización de la economía local	(+)	Re	T	L	D	7	7	5	7	6,4
	CULTURAL	Presión sobre los recursos naturales	(-)	Ir	C	L	I	7	7	5	5	5,6
		Afectación a ruinas arqueológicas	(-)	Ir	T	L	D	5	6	6	5	5,5
		Afectación a áreas de connotación sociocultural	(-)	Ir	T	L	D	5	6	6	5	5,5
		Irupciones en la conducta de carácter "tradicional"	(-)	Ir	T	L	D	5	6	6	5	5,5

Fuente: Elaboración Propia, 2010.

**Cuadro O. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental - Etapa de Operación**

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	ACTIVIDADES	INDICADORES										
				CUALITATIVOS					CUANTITATIVOS					
				Carácter del Impacto	Reversibilidad	Temporalidad	Concentración	Tipo de Acción del Impacto	Presencia del Impacto (Pr)	Desarrollo del Impacto (Ds)	Duración del Impacto (Du)	Magnitud del Impacto (Mg)	Índice de Eval. Ambiental (IEA)	
ABIÓTICO	AGUA	Modificación del régimen hídrico	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
		Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
		Modificación de cauces	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
		Reducción de disponibilidad de agua	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
	SUELO	Aumento de la inestabilidad de laderas	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
		Desestructuración y Compactación de Suelos	(-)	Re	C	R	D	4	5	6	4	4,9		
		Incremento en los procesos de erosión	(-)	Ir	C	P	D	6	5	7	5	5,9		
		Contaminación de suelos	(-)	Ir	C	L	D	6	5	7	6	6,3		
	AIRE	Pérdida de la capa orgánica	(-)	Ir	C	P	D	6	5	6	5	5,5		
		Modificación de niveles de Inmisión por gases	(-)	Ir	C	P	D	6	5	6	5	5,5		
		Modificación de niveles de Inmisión por polvo	(-)	Ir	C	P	D	6	5	6	5	5,5		
	PAISAJE	Incremento de Niveles Sonoros	(-)	Ir	C	R	D	6	6	7	5	6,0		
Intrusión visual		(-)	Ir	C	R	D	7	6	7	5	6,1			
Pérdida de elementos característicos del paisaje		(-)	Ir	C	R	D	7	6	7	5	6,1			
BIÓTICO	FLORA	Pérdida de la Cobertura Vegetal	(-)	Ir	C	R	D	6	6	7	5	5,8		
		Modificación de la Composición Florística	(-)	Ir	C	R	D	6	6	7	5	5,8		
		Eliminación de especies arbóreas	(-)	Ir	C	R	D	6	6	7	5	5,8		
	FAUNA	Perturbación a la Fauna	(-)	Re	C	L	D	5	6	6	6	5,9		
		Perturbación de especies particulares	(-)	Ir	C	L	D	6	7	6	6	6,1		
		Generación de vectores	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	5,9		
		Atropellamiento de fauna	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	5,9		
		Ahuyentamiento de fauna	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	5,9		
	Alteración de procesos migratorios	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	5,9			
	RELACIONES ECOLÓGICAS	Afectación de ecosistemas únicos o frágiles	(-)	Ir	C	R	D	5	6	6	6	5,9		
HUMANO	SOCIAL	Incremento de la demanda de salud, educación y servicios básicos (agua potable y energía)	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Daños a la Infraestructura Social y Vivienda	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Perturbación a la salud y seguridad pública	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
	ECONÓMICO	Cambios en el uso del suelo y afectación a la	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Generación de empleos	(+)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Dinamización de la economía local	(+)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
	CULTURAL	Presión sobre los recursos naturales	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Afectación a ruinas arqueológicas	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Afectación a áreas de connotación sociocultural	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		
		Irrupciones en la conducta de carácter "tradicional"	(-)	Ir	C	R	D	6	7	7	5	6,1		

Fuente: Elaboración Propia, 2010.

**Cuadro P. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental - Etapa de Mantenimiento**

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	ACTIVIDADES	INDICADORES										
				CUALITATIVOS					CUANTITATIVOS					
				Carácter del Impacto	Reversibilidad	Temporalidad	Concentración	Tipo de Acción del Impacto	Presencia del Impacto (Pr)	Desarrollo del Impacto (Ds)	Duración del Impacto (Du)	Magnitud del Impacto (Mg)	Índice de Eval. Ambiental (IEA)	
ABIÓTICO	AGUA	Modificación del régimen hídrico	(-)	Re	T	R	I	4	4	3	3	3,2		
		Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	Ir	T	R	I	5	5	4	4	4,2		
		Modificación de cauces	(-)	Ir	T	L	D	4	4	4	3	3,6		
		Reducción de disponibilidad de agua	(-)	Re	T	L	D	5	4	4	3	3,7		
	SUELO	Aumento de la inestabilidad de laderas												
		Desestructuración y Compactación de Suelos	(-)	Re	T	P	D	5	6	5	4	4,7		
		Incremento en los procesos de erosión	(-)	Re	T	P	D	6	5	6	4	5,1		
		Contaminación de suelos	(-)	Re	T	P	D	5	5	5	4	4,6		
	AIRE	Pérdida de la capa orgánica	(-)	Re	T	P	D	5	4	5	4	4,5		
		Modificación de niveles de Inmisión por gases	(-)	Re	T	P	D	4	5	5	3	4,1		
		Modificación de niveles de Inmisión por polvo	(-)	Re	T	P	D	4	5	5	3	4,1		
	PAISAJE	Incremento de Niveles Sonoros	(-)	Re	T	P	D	4	4	4	4	4,0		
Intrusión visual		(-)	Re	T	P	D	4	4	5	4	4,4			
Pérdida de elementos característicos del paisaje														
BIÓTICO	FLORA	Pérdida de la Cobertura Vegetal												
		Modificación de la Composición Florística												
	FAUNA	Eliminación de especies arbóreas	(-)	Re	T	P	D	5	5	4	5	4,7		
		Perturbación a la Fauna	(-)	Re	T	P	D	4	5	5	4	4,4		
		Perturbación de especies particulares	(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
		Generación de vectores	(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
		Atropellamiento de fauna												
		Ahuyentamiento de fauna												
	RELACIONES ECOLÓGICAS	Alteración de procesos migratorios	(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
	HUMANO	SOCIAL	Afectación de ecosistemas únicos o frágiles	(-)	Re	T	P	D	5	5	4	5	4,7	
Incremento de la demanda de salud, educación y servicios básicos (agua potable y energía)			(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
Daños a la Infraestructura Social y Vivienda			(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
ECONÓMICO		Perturbación a la salud y seguridad pública												
		Cambios en el uso del suelo y afectación a la producción producción	(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
		Generación de empleos	(+)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		
		Dinamización de la economía local	(+)	Re	T	P	D	5	6	6	5	5,4		
CULTURAL		Presión sobre los recursos naturales												
	Afectación a ruinas arqueológicas													
	Afectación a áreas de connotación sociocultural	(-)	Re	T	P	D	5	5	5	5	5,0			
		Irrupciones en la conducta de carácter "tradicional"	(-)	Re	T	P	D	5	4	4	5	4,6		

Fuente: Elaboración Propia, 2010.

**Cuadro Q. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental - Etapa de Futuro Inducido**

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	ACTIVIDADES	INDICADORES																		
				CUALITATIVOS					CUANTITATIVOS													
				Carácter del Impacto	Reversibilidad	Temporalidad	Concentración	Tipo de Acción del Impacto	Presencia del Impacto (Pr)	Desarrollo del Impacto (Ds)	Duración del Impacto (Du)	Magnitud del Impacto (Mg)	Índice de Eval. Ambiental (IEA)									
ABIÓTICO	AGUA	Modificación del régimen hídrico																				
		Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	Ir	C	R	D	5	5	4	4	4,2										
		Modificación de cauces																				
	SUELO	Reducción de disponibilidad de agua																				
		Aumento de la inestabilidad de laderas	(-)	Ir	T	P	D	6	5	5	5	5,1										
		Desestructuración y Compactación de Suelos	(-)	Ir	C	L	D	5	5	5	4	4,6										
		Incremento en los procesos de erosión	(-)	Ir	T	P	D	5	5	5	4	4,6										
		Contaminación de suelos																				
	AIRE	Pérdida de la capa orgánica																				
		Modificación de niveles de Inmisión por gases																				
	PAISAJE	Modificación de niveles de Inmisión por polvo	(-)	Ir	C	R	D	5	5	5	4	4,6										
		Incremento de Niveles Sonoros	(-)	Ir	C	P	D	5	5	5	4	4,6										
Intrusión visual		(-)	Ir	C	L	D	5	6	5	4	4,7											
Pérdida de elementos característicos del paisaje		(-)	Ir	C	L	D	5	6	6	4	5,1											
BIÓTICO	FLORA	Pérdida de la Cobertura Vegetal	(-)	Ir	C	L	D	4	5	5	4	4,4										
		Modificación de la Composición Florística																				
		Eliminación de especies arbóreas	(-)	Ir	C	L	I	5	5	5	5	5,0										
	FAUNA	Perturbación a la Fauna	(-)	Ir	C	L	D	5	6	5	5	5,1										
		Perturbación de especies particulares	(-)	Ir	C	L	I	6	5	5	4	4,6										
		Generación de vectores	(-)	Ir	C	L	I	6	5	5	4	4,6										
		Atropellamiento de fauna	(-)	Ir	C	L	I	6	6	6	5	5,5										
		Ahuyentamiento de fauna	(-)	Ir	C	L	I	5	5	5	4	4,5										
		Alteración de procesos migratorios																				
	RELACIONES ECOLÓGICAS	Afectación de ecosistemas únicos o frágiles	(-)	Ir	C	L	D	5	5	5	5	5,0										
HUMANO	SOCIAL	Afectación de ecosistemas únicos o frágiles																				
		Incremento de la demanda de salud, educación y servicios básicos (agua potable y energía)																				
		Daños a la Infraestructura Social y Vivienda																				
	ECONÓMICO	Perturbación a la salud y seguridad pública																				
		Cambios en el uso del suelo y afectación a la producción producción																				
		Generación de empleos	(+)	Ir	C	L	I	6	6	6	5	5,6										
	CULTURAL	Dinamización de la economía local	(+)	Ir	C	L	I	5	5	5	4	4,6										
		Presión sobre los recursos naturales																				
CULTURAL	Afectación a ruinas arqueológicas																					
	Afectación a áreas de connotación sociocultural																					
		Irrupciones en la conducta de carácter "tradicional"																				

Fuente: Elaboración Propia, 2010

#### D. SINTESIS DEL ANALISIS DE RIESGOS

El Plan de Gestión de Riesgos Socio- Ambientales deberá prever un presupuesto igual a 12.390 \$us, el cual representa un 0,42 % del Presupuesto total del PPM – PASA, y se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro R. Dimensión del Riesgo**

RIESGOS	PROBABILIDAD (P)	Impacto Económico Estimado (IEE <sup>1</sup> )	Valor Monetario Esperado (EMV) <sup>2</sup> EMV=P(%)*IEE
Lesiones Corporales	3,0	6.000 \$us	1.800 \$us
Accidentes Vehiculares	3,0	6.300 \$us	1.890 \$us
Accidentes de maquinaria y equipo	3,0	6.000 \$us	1.800 \$us
Atropellamiento de fauna	3,0	1.500 \$us	450 \$us
Afectaciones a infraestructura pública o privada	3,0	9.000 \$us	2.700 \$us
Inundaciones por desvío de cursos de agua	3,0	3.000 \$us	900 \$us
Derrumbes e inestabilidad de taludes	3,0	1.500 \$us	450 \$us
Derrame de hidrocarburos	3,0	3.500 \$us	1.050 \$us
Incendios, Fugas, Explosiones	3,0	4.500 \$us	1.350 \$us
<b>TOTAL</b>			<b>12.390 \$us</b>

Fuente: Elaboración propia, 2010.

#### E. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

En el Programa de Prevención y Mitigación, se formularon medidas encaminadas a reducir, controlar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos evaluados y considerados claves, describiendo a detalle cada una de las medidas propuestas.

Las medidas de mitigación propuestas se aplican a los diferentes factores ambientales considerados: medio físico (aire, suelos, agua, paisaje), medio biótico (vegetación y fauna) y medio humano (recurso social, económico y cultural), se presentan también medidas de mitigación considerando las actividades realizadas durante la construcción de la carretera.

En el siguiente cuadro se sintetiza la estrategia del PPM para el Proyecto:

<sup>1</sup> Basado en que cada situación representa el costo actualizado total durante los tres años de ejecución prevista para el Proyecto.

<sup>2</sup> EMV es un valor basado en la probabilidad de que factores y sus posibles resultados monetarios reflejen de una situación dada. Se logra multiplicando el porcentaje de cada posibilidad por la pérdida monetaria o la ganancia asociado con ese resultado. Este cálculo es una valiosa herramienta para estimar cuantitativamente los recursos económicos asociados al riesgo en una actividad dada (Fuente Project Management Institute).

**Cuadro S. Marco Lógico del PPM**

<b>NOMBRE DEL PROGRAMA: PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PPM</b>				
<b>Fin del PPM:</b>	Proteger y Conservar el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza (ref. art. 1, Ley 1333).			
<b>Propósito del PPM:</b>	Prevenir, reducir, remediar o compensar los efectos negativos del Proyecto a corto, mediano y largo plazo.			
<b>PROYECTOS DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b>				
<b>P1.</b> Proyecto Ambiental de Construcción (PAC).  <b>Etapas.</b> Inicio – Planificación – Construcción & Supervisión – Cierre.	<b>P2.</b> Proyecto de Revegetación y Restauración (PRR).  <b>Etapas.</b> Construcción & Supervisión – Cierre.	<b>P3.</b> Proyecto de Gestión Socio-Ambiental (PGS).  <b>Etapas.</b> Inicio – Planificación – Construcción & Supervisión – Cierre.	<b>P4.</b> Proyecto de Señalización Ambiental (PSA).  <b>Etapas.</b> Construcción & Supervisión.	<b>P5.</b> Proyecto de Abandono y Rehabilitación (PAR).  <b>Etapas.</b> Construcción & Supervisión – Cierre.
<b>Propósito P1:</b>  Prevenir y Reducir los impactos ambientales negativos en la etapa de construcción de la Carretera.	<b>Propósito P2:</b>  Remediar ambientalmente las áreas afectadas directa e indirectamente durante la etapa de construcción de la Carretera.	<b>Propósito P3:</b>  Lograr la aceptación y empoderamiento del Proyecto con conciencia ambiental.	<b>Propósito P4:</b>  Prevenir accidentes en la zona del proyecto y mantener informados a los usuarios de la vía.	<b>Propósito P5:</b>  Asegurar la inexistencia de pasivos ambientales al cierre y entrega del proyecto.
<b>Componentes:</b>	<b>Componentes:</b>	<b>Componentes:</b>	<b>Componentes:</b>	<b>Componentes:</b>
<b>P1.C1.</b> Instalación y Manejo de Campamentos.  <b>P1.C2.</b> Operación de Equipos, Maquinaria Pesada y Vehículos.  <b>P1.C3.</b> Instalación y Operación de Áreas	<b>P2.C1.</b> Remoción y Acopio de Material Orgánico.  <b>P2.C2.</b> Extendido de Tierra Vegetal  <b>P2.C3.</b> Propagación Ex Situ de Especies Nativas.  <b>P2.C4.</b> Técnicas de	<b>P3.C1.</b> Capacitación Ambiental.  <b>P3.C2.</b> Relacionamiento Social.  <b>P3.C3.</b> Prospección de Riqueza Arqueológica.	<b>P4.C1.</b> Señalización de Tráfico durante la Ejecución de Obras.  <b>P4.C2.</b> Señalización Temporal de los Frentes e Trabajo.  <b>P4.C3.</b> Señalización de Elementos Naturales	<b>P5.C1.</b> Abandono y Rehabilitación de Áreas Intervenidas.

<p>Industriales.</p> <p><b>P1.C4.</b> Apertura y Adecuación de Accesos y Desvíos</p> <p><b>P1.C5.</b> Movimiento de Tierras y Conformación de Terraplenes.</p> <p><b>P1.C6.</b> Explotación de Bancos de Préstamo.</p> <p><b>P1.C7.</b> Pavimentación.</p> <p><b>P1.C8.</b> Obras de Drenaje y Manejo Hídrico.</p> <p><b>P1.C9.</b> Construcción de Puentes.</p> <p><b>P1.C10.</b> Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional.</p> <p><b>P1.C11.</b> Plan de Manejo de Bancos de Prestamo.</p>	<p>Revegetación Aplicadas.</p> <p><b>P2.C5.</b> Mantenimiento y Cuidado de Zonas Revegetadas.</p> <p><b>P2.C6.</b> Capacitación en Preservación y Conservación de Vegetación Nativa y Áreas Revegetadas.</p>		<p>de Atractivo Eco-Turístico.</p> <p><b>P4.C4.</b> Señalización de Control de Deposición de Basura en la Carretera.</p>	
--	--	--	--	--

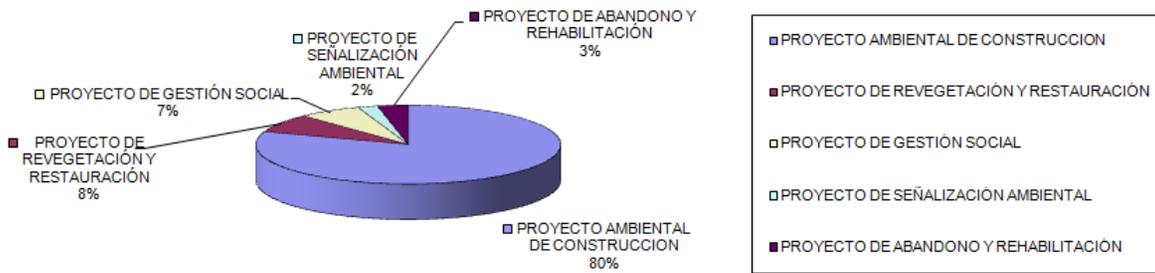
Fuente: En base al Marco Lógico de Programas BID, 2010.

El siguiente cuadro resume el costo total del Programa de Prevención y Mitigación:

**Cuadro T. Resumen de Costos PPM**

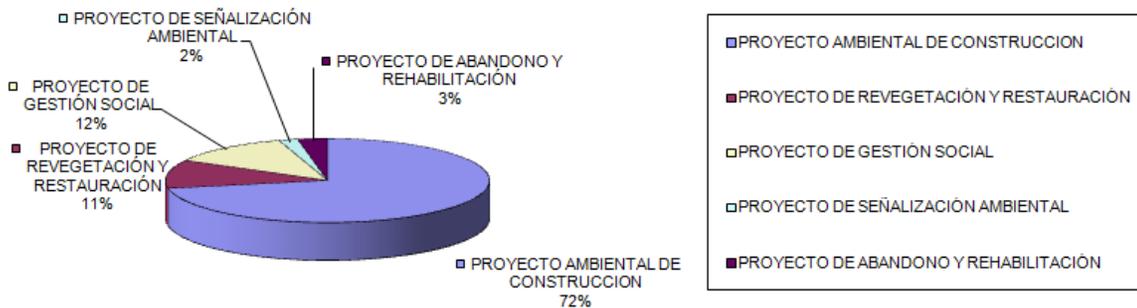
PROYECTO	Costos Operativos (\$us)
PROYECTO AMBIENTAL DE CONSTRUCCION	1.849.420,66
PROYECTO DE REVEGETACIÓN Y RESTAURACIÓN	232.232,40
PROYECTO DE GESTIÓN SOCIAL	238.473,09
PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	48.767,64
PROYECTO DE ABANDONO Y REHABILITACIÓN	75.402,46
<b>TOTAL PPM</b>	<b>2.444.296,25</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2010.



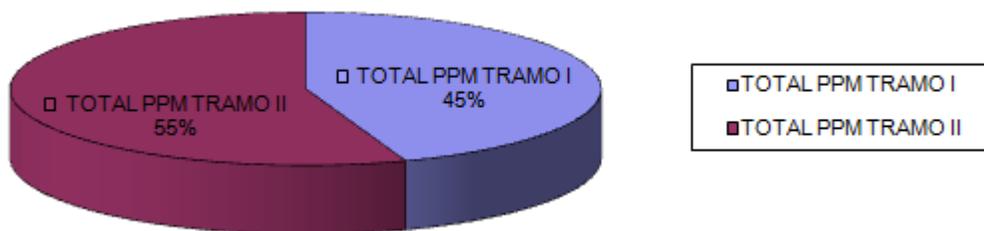
**Figura A. Porcentaje de Costos PPM – Tramo I**

Fuente: Elaboración Propia, 2011.



**Figura B. Porcentaje de Costos PPM – Tramo II**

Fuente: Elaboración Propia, 2011.



**Figura C.** Porcentaje de Costos PPM

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

## F. PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) está orientado a permitir efectuar un seguimiento de control permanente, para garantizar que las medidas de mitigación propuestas sean cumplidas, y que los impactos reales puedan ser evaluados, para adoptar y permitir cambios de las medidas propuestas durante las fases de construcción operación y mantenimiento del proyecto.

El PASA, sistematiza las medidas de mitigación propuestas, indicando las medidas a aplicar, frecuencias para su implementación, así mismo determina los responsables de su implementación y de su verificación, y se incluyen los indicadores para tal verificación.

**Cuadro U.** Responsables de la Aplicación y Seguimiento del PASA

MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	RESPONSABLE EJECUCION	RESPONSABLE MONITOREO Y CONTROL
PASA - PROYECTO AMBIENTAL DE CONSTRUCCION (PAC) – P1	Inicio – Planificación – Construcción & Supervisión – Cierre.	Supervisión Ambiental	Administradora Boliviana de Carreteras (Plan de Gestión del Proyecto)
PASA - PROYECTO DE REVEGETACIÓN Y RESTAURACIÓN (PRR) – P2	Construcción & Supervisión – Cierre.		
PASA - PROYECTO DE GESTIÓN SOCIO AMBIENTAL (PGS) – P3	Inicio – Planificación – Construcción & Supervisión – Cierre.		
PASA - PROYECTO DE SEÑALIZACION AMBIENTAL (PSA) – P4	Construcción & Supervisión.		
PASA - PROYECTO DE ABANDONO Y REHABILITACIÓN (PAR) - P5	Construcción & Supervisión – Cierre.		

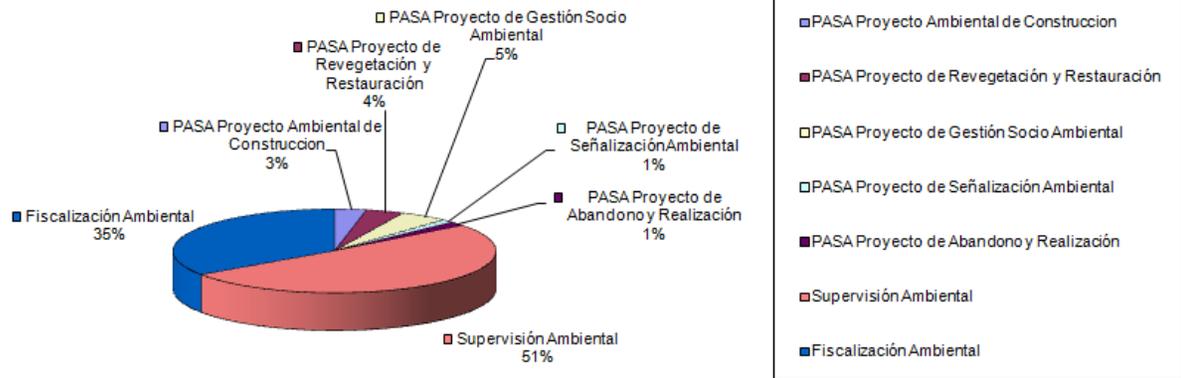
Fuente: Elaboración propia, 2010.

El cuadro resumen de los costos contemplados en el PASA del proyecto es:

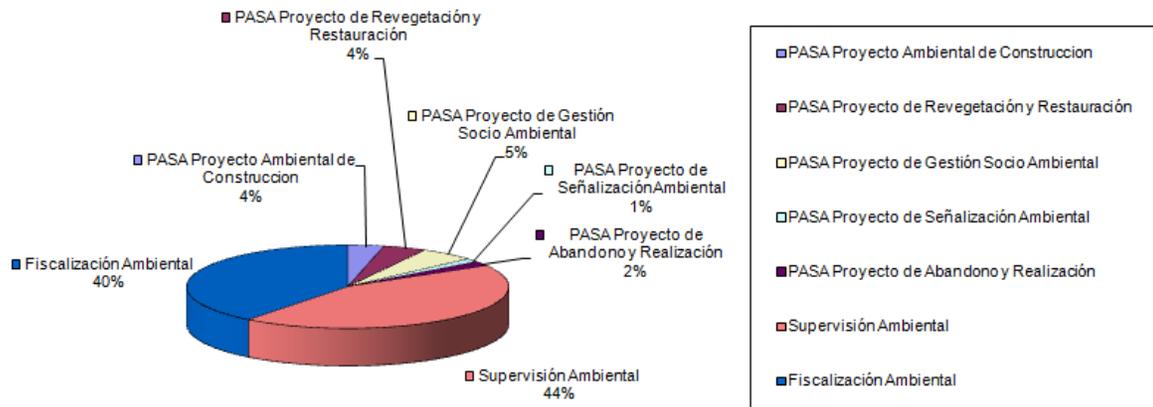
**Cuadro V.** Resumen de Costos del PASA

TRAMO	COSTO (\$us)
TR I UYUNI - ATOCHA	283.590,00
TR II ATOCHA – TUPIZA	248.610,00
<b>TOTAL PASA</b>	<b>532.200,00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2010.



**Figura D.** Porcentaje de Costos PASA – Tramo I  
Fuente: Elaboración Propia, 2011.



**Figura E.** Porcentaje de Costos PASA – Tramo II  
Fuente: Elaboración Propia, 2011.



**Figura F.** Porcentaje de Costos PASA  
Fuente: Elaboración Propia, 2011.