

**ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE  
COSTOS ADICIONALES QUE SE PUEDAN  
PRESENTAR EN LOS PROYECTOS:**

**“OBRAS DE MANTENIMIENTO (PUESTA A  
PUNTO) DE LA VÍA ACHACACHI-ESCOMA”**

**Y**

**“CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO 2 DE LA VIA  
NAZACARA – HITO IV: SAN ANDRÉS DE  
MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA”**

**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**

**ING. Leonardo Vásquez Samacá**

**BOLIVIA, NOVIEMBRE DE 2014**

## TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES Y ALCANCE	4
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
2.1	Proyecto Vial: Achacachi-Escoma	6
2.2	Proyecto Vial: Nazacara - Hito IV; Tramo San Andrés de Machaca - Santiago de Machaca 10	
3	ASPECTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS APLICABLES	13
3.1	Conceptos básicos sobre la gestión de los proyectos	13
3.1.1	Definición estratégica del proyecto	13
3.1.2	Plan de ejecución del proyecto	13
3.1.2.1	Definición de costos	14
3.1.2.2	Definición de plazos	15
3.1.3	Delegación de las obras	15
3.1.4	Ejecución de las obras	15
3.2	Metodología para el análisis de riesgos	16
3.2.1	Principios del análisis de riesgos	16
3.2.2	Metodología de Análisis Probabilístico (simulación de Montecarlo)	17
4	IDENTIFICACION DE FACTORES DE COSTOS ADICIONALES	20
4.1	PROYECTO “MANTENIMIENTO (PUESTA A PUNTO) DE LA VÍA ACHACACHI-ESCOMA”	20
4.2	PROYECTO “CONSTRUCCION DEL TRAMO 2 DE LA VIA NAZACARA – HITO IV: SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA”	21
5	ANÁLISIS Y CUANTIFICACION DEL RIESGO DE COSTOS ADICIONALES	24
5.1	Resultados	29
5.1.1	Variación Costos Adicionales e Imprevistos	29
5.1.2	Escalamiento de Costos	30
5.1.3	Resultados Obtenidos para el Conjunto de Proyectos Analizados	33
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
	ANEXO 1 – ANALISIS SERIES HISTORICAS DE COSTOS Y SELECCIÓN DE RANGOS DE PROYECCIÓN	36

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de los tramos estudiados	6
Ilustración 2. Localización del Proyecto Nazacara-Hito IV	11
Ilustración 3. Evolución de las fases del proyecto y nivel de error de los costos	14
Ilustración 4. Costo Promedio por Kilometro de Algunos Proyectos ABC	27
Ilustración 5 ESTIMADO COSTO ADICIONAL OBRAS (%)	29
Ilustración 6 Proyección Ajuste Canasta de Costos Construcción 2014, Vía ACHACACHI-ESCOMA	31
Ilustración 7 Proyección Ajuste Canasta de Costos Construcción 2015 (y siguientes) – Variación 50% de Confianza, Vía ACHACACHI-ESCOMA	32
Ilustración 8 Proyección Ajuste Canasta de Costos Anual 2015 (y siguientes) – Variación 50% de Confianza. Vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA	33
Ilustración 9. Serie Histórica Precio Bolsa Cemento	36
Ilustración 10. Serie Histórica Precio Productos de Acero	37
Ilustración 11. Serie Histórica Precio Arena y Grava	38
Ilustración 12. Serie Histórica Precio Derivados del Petróleo	39
Ilustración 13. Serie Histórica Precio Eléctricos y Cobre	40

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos estudiados vía Huarina - Escoma	6
Tabla 2. Tramo 2 - Achacachi – Ancoraimes	7
Tabla 3. Tramo 3 - Ancoraimes – Carabuco	8
Tabla 4. Tramo 4 - Carabuco – Escoma	9
Tabla 5. Tramos Proyecto Vial Nazacara – Hito IV	10
Tabla 6. Presupuesto Tramo 2: San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca	12
Tabla 7. Categorías de probabilidad de los riesgos	16
Tabla 8. Categorías de clasificación de los impactos	17
Tabla 9. Matriz de riesgos e impactos	17
Tabla 10. Aspectos Particulares de Riesgo Identificados	22
Tabla 11. Riesgos a Evaluar y Calificación	24
Tabla 12. Riesgos: Asignación y Mitigación	25
Tabla 13. Riesgos: Tratamiento en Modelación	28
Tabla 14. Supuestos para Proyección Variación Anual y Canasta de Costos de Construcción, Vía ACHACACHI-ESCOMA	31
Tabla 15. Supuestos para Proyección Variación Anual y Canasta de Costos de Construcción, vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA.	32
Tabla 16. Calculo de Riesgo de Costos Adicionales (90% de Certeza) y Escalamiento. Proyectos ACHACACHI-ESCOMA y SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA	34

## 1 ANTECEDENTES Y ALCANCE

---

La Administradora Boliviana de Carreteras – ABC - de acuerdo al Decreto Supremo 28946 tiene como misión institucional:

*“La integración nacional mediante la planificación y la gestión de la Red Vial Fundamental, las cuales comprenden actividades de: planificación, administración, estudios y diseños, construcción, mantenimiento, conservación y operación de la Red Vial Fundamental y sus accesos, en el Marco del Plan Nacional de Desarrollo y de la gestión pública nacional, con el fin de contribuir al logro de servicios de transporte terrestre eficientes, seguros y económicos”*

En este marco La Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), sobre la base de los lineamientos de la estrategia nacional de transporte, inmerso en el Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien”, planteó diversos proyectos para el estudio, construcción y mejoramiento de infraestructura vial, enmarcados en la Estrategia de Desarrollo Económico y Social, elaborada por el gobierno nacional, en la cual, se distingue:

- Construcción y mejoramiento de infraestructura vial que permita la vinculación entre las capitales de Departamento, por medio de la Red Vial Fundamental
- Mejorar e incrementar la infraestructura vial nacional, a fin de promocionar e incentivar las exportaciones, en función a la rebaja de los costos de transporte y en la construcción de vías internacionales.

Haciendo parte de dicho programa se encuentran los siguientes proyectos:

1. Mantenimiento y Puesta a Punto de la vía Achacachi-Escoma, conformada por los siguientes tramos:
  - a. Achacachi – Ancoraimes
  - b. Ancoraimes – Carabuco
  - c. Carabuco - Escoma
2. construcción de la vía Nazacara – Hito IV, vía que al formar parte de la ruta Fundamental Nº 43 y del corredor Este – Oeste, se encuentra considerada como prioridad nacional dentro el Plan Vial de la Administradora Boliviana de Carreteras, ya que integra los Países de Bolivia y Perú. La vía está conformada por los siguientes tramos:
  - a. Nazacara – San Andrés de Machaca
  - b. San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca
  - c. Santiago de Macha – Hito IV

En este proyecto específicamente se analizará el Tramo San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca

Proyectos que se financiaran con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través del contrato de préstamo N° 2498/BL-BO, Programa de Infraestructura Vial de Apoyo al Desarrollo y Gestión de la Red Vial BO-L1095.

El objeto del presente estudio es estimar, los posibles costos adicionales que se puedan presentar durante la implementación del proyecto. En este orden de ideas se indagará sobre información histórica disponible de proyectos viales, y se recurrirá a percepción de actores vinculados a los procesos y su opinión de expertos, para posteriormente valorar la probabilidad de costos adicionales empleando análisis probabilístico. Finalmente se darán recomendaciones sobre el porcentaje de imprevistos (o costos adicionales) a adoptar, la asignación de riesgos contractual, y estrategias de prevención y mitigación.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 Proyecto Vial: Achacachi-Escoma

El Estado Plurinacional de Bolivia con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se propone utilizar parte de los fondos correspondientes al contrato de préstamo N° 2498/BL-BO, dentro del cual se ha contemplado que la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) como organismo ejecutor realice la coordinación del estudio para determinar las obras de mantenimiento periódico de carreteras pavimentadas para recuperar el estado funcional de estos tramos y prolongar la vida útil de los pavimentos. Dentro de las obras evaluadas se encuentran las correspondientes a la vía Achacachi-Escoma, que se divide en tres tramos que se describen a continuación y cuya localización se muestra en la Ilustración 1.

**Tabla 1. Tramos estudiados vía Huarina - Escoma**

Nº	Ruta	Tramo	Tipo de Intervención	Long. (Km)
2	16	Achacachi – Ancoraimes	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	35.16
3	16	Ancoraimes – Carabuco	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	25.59
4	16	Carabuco - Escoma	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	13.32
<b>TOTAL</b>				<b>74.07</b>

Fuente: Elaboración propia con información del estudio para obras de mantenimiento periódico tramo Huarina - Escoma

La vía Achacachi-Escoma permite la conexión de la región amazónica del norte con la región central del altiplano de La Paz, y su mantenimiento busca garantizar una circulación para el transporte de pasajeros y carga segura y rápida hacia las regiones de Sorata, Consata, Apolo y Ulla Ulla.

**Ilustración 1. Localización de los tramos estudiados**



Fuente: Elaboración propia con información del estudio para obras de mantenimiento periódico tramo Achacachi-Escoma

Para cada uno de los tramos se realizó un estudio de diseño de obras para el mantenimiento periódico, que contempla los objetivos plasmados en las siguientes actividades:

- Inventario vial de los elementos a mantener.
- Estudios básicos de ingeniería (topografía, suelos).
- Auscultación del estado actual del pavimento.
- Estudios de tráfico.
- Evaluación hidráulica de los elementos de drenaje.
- Estudio de materiales de construcción.
- Diseño de ingeniería, análisis de alternativas.
- Análisis de precios unitarios.
- Cálculos métricos.
- Presupuesto de obra.
- Elaboración de especificaciones técnicas.
- Cronograma de ejecución.
- Evaluación económica y evaluación privada.
- Estudio de impacto ambiental.

Con base en los estudios realizados se determinó para cada tramo el monto de las intervenciones necesarias, donde el análisis de precios unitarios se realizó en dólares americanos con el tipo de cambio al mes de marzo del año 2013 (6.96 Bs/ US\$).

Los presupuestos de obra de cada tramo y plazos estimados de ejecución se presentan a continuación.

#### 1. Tramo 2 - Achacachi – Ancoraimes

Comprende una longitud de 35.166 Km. aproximadamente. La superficie de rodadura es Tratamiento Superficial y sellos en algunos sectores en los que el tratamiento superficial está muy deteriorado (se puede ver la formación de piel de cocodrilo y gran cantidad de áreas bachadas con empedrado y otros baches abiertos), atraviesa terrenos llanos susceptibles a inundaciones por las crecidas del lago Titicaca.

**Tabla 2. Tramo 2 - Achacachi – Ancoraimes**

DESCRIPCIÓN	COSTO USD\$ (Nov 2013)	%
MOVIMIENTO DE TIERRAS	122,906.27	0.7%
PAVIMENTACION	16,581,977.93	92.8%
DRENAJE LONGITUDINAL	31,457.13	0.2%
DRENAJE TRANSVERSAL :N. ALCANTARILLAS	448,900.61	2.5%
OBRAS COMPLEMENTARIAS AL DRENAJE TRANS	30,017.91	0.2%
DRENAJE TRANSVERSAL :N. ALCANTARILLAS	1,737.01	0.0%
OBRAS COMPLEMENTARIAS AL DRENAJE TRANS	22,814.90	0.1%
SALVACUNETAS	46,656.24	0.3%

DESCRIPCIÓN	COSTO USD\$ (Nov 2013)	%
SUBDRENAJE	86,486.40	0.5%
PROTECCION DE TERRAPLEN	-	0.0%
INFRAESTRUCTURA	48,416.74	0.3%
SUPERESTRUCTURA	30,336.12	0.2%
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	412,460.62	2.3%
<b>TOTAL</b>	<b>17,864,167.88</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información del estudio para obras de mantenimiento periódico tramo Huarina - Escoma

Se estima un plazo total de 710 días calendario (23,7 meses), que comprende:

Movilización	30 días calendario (1 Mes)
Ejecución de la Obra	590 días calendario (19,67 meses)
Periodo de Recepción de Obra	90 días calendario (3 meses)

## 2. Tramo 3 - Ancoraimos – Carabuco

**Tabla 3. Tramo 3 - Ancoraimos – Carabuco**

DESCRIPCIÓN	COSTO USD\$ (Nov 2013)	%
PAVIMENTOS	9,556,903.32	89.7%
DRENAJE LONGITUDINAL	200,638.05	1.9%
DRENAJE TRANSVERSAL ALCANTARILLAS	375,985.71	3.5%
OBRAS COMPLEMENTARIAS AL DRENAJE TRANS	89,744.20	0.8%
SALVACUNETAS	16,555.44	0.2%
SUBDRENAJE	63,631.58	0.6%
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	347,921.94	3.3%
<b>TOTAL</b>	<b>10,651,380.24</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información del estudio para obras de mantenimiento periódico tramo Huarina - Escoma

Los plazos de ejecución determinados son:

Movilización	30 días calendario (1 Mes)
Ejecución de la Obra	420 días calendario (14 meses)
Periodo de Recepción de Obra	90 días calendario (3 meses)
Plazo Total de Ejecución de Obra	540 días Calendario (18 Meses)



### 3. Tramo 4 - Carabuco – Escoma

Tabla 4. Tramo 4 - Carabuco – Escoma

DESCRIPCIÓN	COSTO USD\$ (Nov 2013)	%
PAVIMENTOS	4,319,299.83	89.3%
DRENAJE LONGITUDINAL	28,759.68	0.6%
DRENAJE TRANSVERSAL ALCANTARILLAS	299,431.16	6.2%
OBRAS COMPLEMENTARIAS AL DRENAJE TRANS	30,076.80	0.6%
SALVACUNETAS	9,036.24	0.2%
SUBDRENAJE	-	0.0%
SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	147,739.12	3.1%
<b>TOTAL</b>	<b>4,834,342.83</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información del estudio para obras de mantenimiento periódico tramo Huarina - Escoma

Los plazos de ejecución determinados son:

Movilización	30 días calendario (1 Mes)
Ejecución de la Obra	390 días calendario (13 meses)
Periodo de Recepción de Obra	90 días calendario (3 meses)
Plazo Total de Ejecución de Obra	510 días Calendario (17 Meses)

En general para los tramos del proyecto se tiene que los costos de pavimentación son los más representativos dentro de la obra, estando cercanos al 90% en todos los tramos.

Para la supervisión técnica se estimó un personal de supervisión cuyo costo es del 7% del costo de la obra en cada tramo, mientras que para la supervisión ambiental el valor estimado fue del 1% del costo de la obra. Para la fiscalización técnica se estimó un equipo compuesta con personal mínimo con un valor estimado del 1% del costo de la obra sin incluir la alimentación, vivienda, etc., dado que son servicios que serán provistos por el contratista.

## 2.2 Proyecto Vial: Nazacara - Hito IV; Tramo San Andrés de Machaca - Santiago de Machaca

El tramo Carretero Nazacara - Hito IV es parte de la carretera Viacha - Hito IV que se encuentra en el Departamento de La Paz con una longitud aproximada de 109.3 Km; comprende los subtramos Nazacara - San Andrés de Machaca, San Andrés de Machaca - Santiago de Machaca, Santiago de Machaca - Catacora y Catacora - Hito IV. Se desarrolla sobre una topografía predominantemente llana con algunos sectores ondulados y de montaña; el clima de la zona en general es seco y frío. Se

ubica en las provincias de Ingavi, Pacajes y José Manuel Pando, hasta llegar a la población de Thola Kollo y el punto fronterizo con la República del Perú denominado Hito IV. En la Tabla 5 e Ilustración 2 se presenta la ubicación de los tramos objeto de intervención de la carretera Nazacara - Hito IV y su longitud<sup>1</sup>.

**Tabla 5. Tramos Proyecto Vial Nazacara – Hito IV**

TRAMO	Prog. Inicio	Prog. Final	Longitud
Nazacara - San Andrés de Machaca	66+300	91+300	25+000
San Andrés de Machaca - Santiago de Machaca	91+300	124+000	32+700
Santiago de Machaca - Hito IV (Frontera)	124+000	174+300	50+300

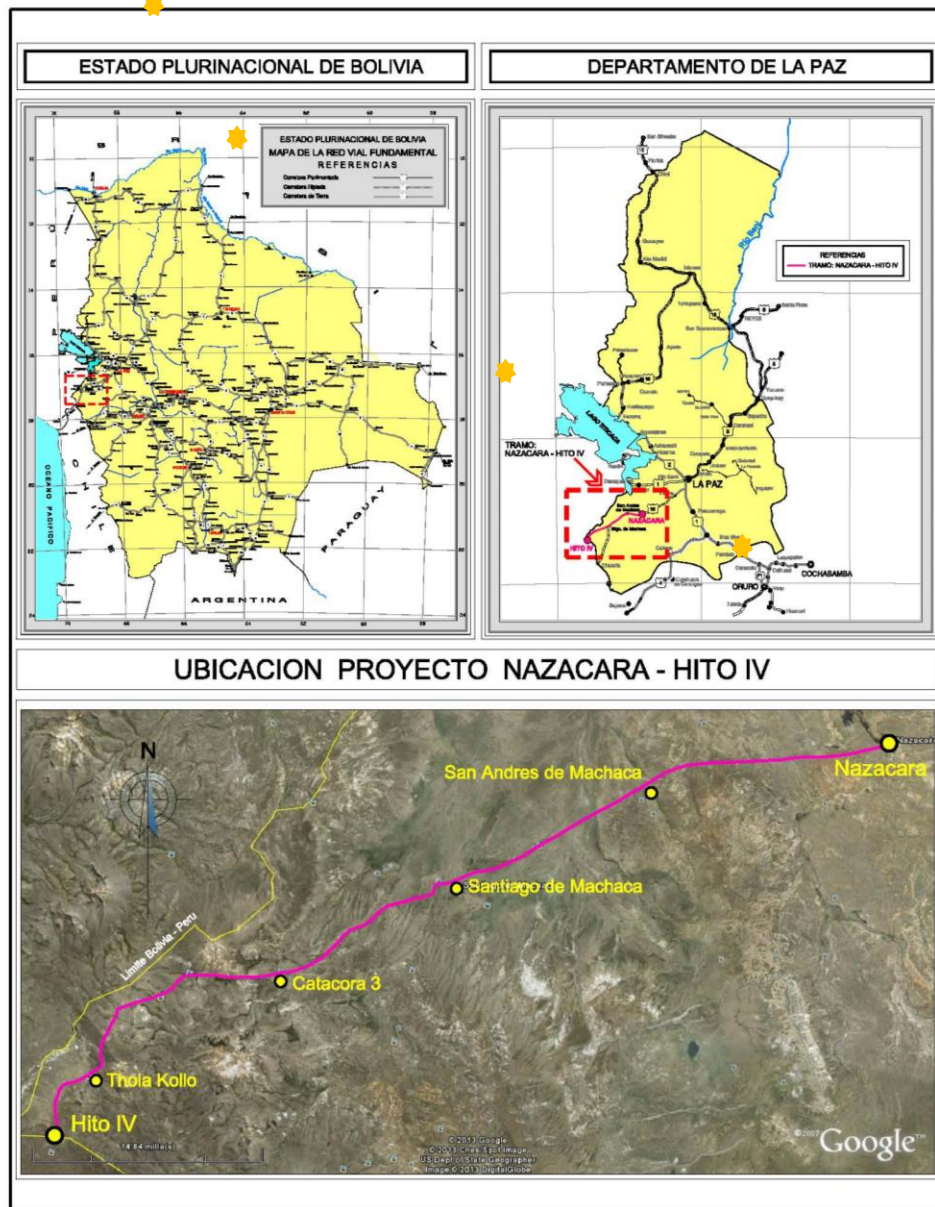
Fuente: “ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV”

El Tramo II San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca, presenta topografía llana con ligeras ondulaciones. El camino existente también tiene curvas con radios amplios y pendientes bajas. Atraviesa cursos de agua donde el sistema de drenaje es deficiente, provocando en la temporada de lluvias se anegue la plataforma, impidiendo el normal tráfico vehicular. En este tramo se encuentra el río Challajahuira, que constituye punto de frecuentes interrupciones por sus considerables crecidas; en este río actualmente se construye un puente de dos tramos de 64 m de longitud. Una tercera parte del tramo está ubicada en la provincia Ingavi, mientras el resto se encuentra en la provincia José Manuel Pando, cuya capital es Santiago de Machaca<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> “ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV”, ASOCIACION ACCIDENTAL PCA-ICBOL, PARA ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. 2014.

<sup>2</sup> Ídem.

## Ilustración 2. Localización del Proyecto Nazacara-Hito IV



Fuente: "ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV"

Se anota que el presente estudio específicamente aborda el análisis de costos adicionales del Tramo 2: San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca, para el cual se cuenta con el "Estudio de Identificación (EI) que recomiende la mejor alternativa con estudios preliminares y Estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental (TESA) con estudios definitivos de Ingeniería de la mejor alternativa desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental para la Construcción de la Carretera Nazacara - Hito IV"

Los estudios existentes contemplan:

- Prediseño de Alternativas de diseño final.
- Diagnóstico socioeconómico.

- Estudio de Tráfico y Transporte
- Topografía faja de 50 metros a cada lado del eje proyectado
- Estudios geológicos
- Estudios geotécnicos, estudios de suelos de la vía cada 250 metros, estudios de bancos de préstamo.
- Estudios Hidrológicos e hidráulicos
- Estudio de fundaciones para Alcantarillas.
- Diagnóstico Estructural de Puentes

Con base en los estudios realizados se determinó el monto de las intervenciones necesarias, donde el análisis de precios unitarios se realizó en dólares americanos, llegando al siguiente presupuesto:

**Tabla 6. Presupuesto Tramo 2: San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca**

DESCRIPCIÓN	COSTO USD\$ (2014)	%
1 Movimiento de Tierras	7.431.242,28	25,2%
2 Pavimentación	15.872.583,14	53,9%
3 Drenaje	1.826.977,36	6,2%
5 Obras Complementarias	821.854,89	2,8%
6 Señalización y Seguridad Vial	1.524.196,98	5,2%
8 Servicios para la Fiscalización y Supervisión	1.019.397,35	3,5%
9 Medidas de Mitigación Ambiental	514.376,23	1,7%
10 Mantenimiento de Vías Alternas	455.219,00	1,5%
<b>Total Proyecto</b>	<b>29.465.847,23</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: “ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV”

Se tiene que los costos de movimiento de tierras y pavimentación son los más representativos, agrupando el 80% del costo total.

Con respecto a los plazos de ejecución determinados son:

Movilización	3 meses
Construcción	24 meses
Periodo de Correcciones	3 meses
Plazo Total	30 meses

### **3 ASPECTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS APLICABLES**

---

Todo proyecto es resultado de la decisión de emprender la ejecución de una serie de actividades que llevan a obtener un resultado deseado. En el caso de los proyectos de construcción de infraestructura vial se requieren importantes inversiones de recursos (personales, económicos, de tiempo) que a pesar de ser conocidas, requieren ser planificadas con el mayor detalle posible, con el ánimo de reducir las incertidumbres frente al resultado final.

Esta planificación es parte fundamental del proceso de gestión del proyecto, a través del cual se busca que la obra sea completada en el PLAZO PREVISTO, por el PRESUPUESTO ESTIMADO y con la CALIDAD inicialmente considerada.

#### **3.1 Conceptos básicos sobre la gestión de los proyectos**

Las principales áreas de actuación en el proceso de gestión del proyecto se listan a continuación.

##### **3.1.1 Definición estratégica del proyecto**

Esta etapa corresponde al primer nivel de planificación, y contempla la realización del estudio de factibilidad, la definición del presupuesto de inversión y la estimación de la fecha de inicio y duración del proyecto.

Para su desarrollo se requiere la definición de necesidades y su cuantificación en unidades costeables, así como las especificaciones técnicas básicas asociadas a la calidad del producto esperado. En esta definición también se deben identificar otras necesidades y objetivos adicionales a la obra principal.

##### **3.1.2 Plan de ejecución del proyecto**

El plan de ejecución del proyecto corresponde al segundo nivel de planificación. Debe basarse en un calendario de entregas y aprobaciones sometido a seguimiento al momento de la ejecución. Una parte esencial de este plan de ejecución es asegurar la completa definición y grado de detalle necesarios para la ejecución de las obras, minimizando riesgos de sobrecostos y retrasos.

Los aspectos clave a considerar en la elaboración del plan de ejecución son:

- Factibilidad: Debe basarse en datos reales
- Anticipación: Debe contemplar todas las eventualidades y proporcionar soluciones adecuadas
- Participación: Debe ser producto de la colaboración y el consenso entre los miembros del equipo de proyecto

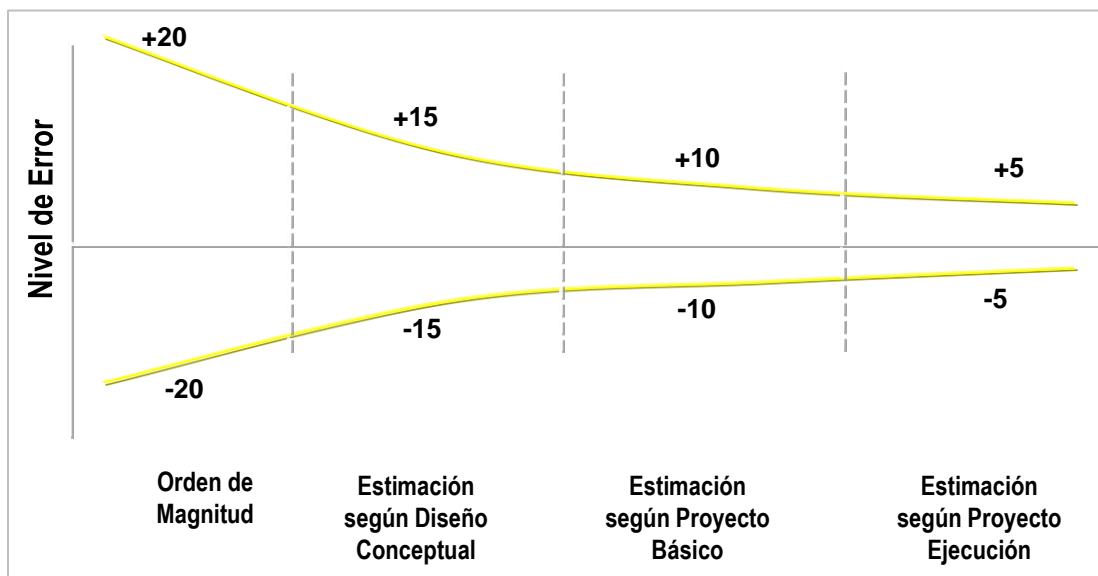
- Utilidad: Debe emplearse como herramienta de control para coordinar el desarrollo del proyecto

### 3.1.2.1 Definición de costos

Al ejecutar las obras a través de contratos de construcción, es preciso definir el presupuesto objetivo. Esta cifra debe dirigir el desarrollo del proyecto y la obra desde las fases iniciales y no ser una consecuencia del mismo, lo cual implica controlar los costos en el proceso de prediseño, diseño definitivo y la ejecución.

El proceso del cálculo del costo del proyecto debe ajustarse en su precisión a cada una de sus fases o niveles de planificación. En la medida en que se vaya avanzando en el nivel de planeación, es preciso contar cada vez con mayor cantidad de información, a través de evaluaciones de costos más detalladas y vinculadas a las distintas etapas del diseño. Es así como en la etapa de definición estratégica del proyecto puede hacerse una estimación de orden de magnitud, mientras que en el plan de ejecución se requiere una estimación preliminar por cantidades de obra y/o elementos principales, y para efectos de ejecución se requiere la estimación según proyecto básico o estudios de ingeniería de detalle. El nivel de error asociado a cada etapa del proyecto debe verse gradualmente reducido, como se muestra esquemáticamente en la Ilustración 3.

**Ilustración 3. Evolución de las fases del proyecto y nivel de error de los costos**



Fuente: Gestión de Costos, Documentos Master en Gestión y Financiación Privada de Proyectos y Concesiones, 2005.

### **3.1.2.2 Definición de plazos**

En esta etapa de la planeación del proyecto se realiza un análisis de metas, objetivos y limitaciones del proyecto, así como de la secuencia de ejecución a nivel general. Esto permite definir los hitos básicos del proyecto, incorporando el proceso de obtención de licencias y permisos y el análisis de las necesidades y duración del proceso de diseño definitivo o de detalle y construcción.

Para el proceso de construcción es preciso realizar el análisis detallado de la secuencia constructiva y de logística de obra, llevando el proceso a un tercer nivel de planificación. Esta etapa debe contemplar la revisión de opciones de diseño, si fuese necesario, y la definición de hitos intermedios para el control efectivo de los trabajos. Esto implica la identificación de tareas detalladas para efectuar un programa detallado de ejecución y definición de red lógica entre actividades, las cuales puede organizarse en fases y/o elementos, según avance el proyecto.

### **3.1.3 Delegación de las obras**

En el proceso de definición de los contratos para delegación de las obras es preciso buscar la minimización de los riesgos contractuales, así como el ahorro económico y la posible necesidad de flexibilidad a lo largo de la obra. En este proceso de delegación es necesario contar con la secuencia de ejecución de las obras del proyecto a nivel general, es decir, en un segundo nivel de planificación de plazos.

Al tener necesidad de hacer cambios durante las obras, es necesario no solo controlarlos, sino además detectar posibles desviaciones y recomendar acciones correctoras, lo cual debe ser acorde con los análisis de riesgos.

### **3.1.4 Ejecución de las obras**

En el proceso de ejecución de las obras se evidencian los resultados de la planificación. Es importante hacer seguimiento con las herramientas antes desarrolladas en el plan de ejecución, con el fin de facilitar alcanzar el proyecto dentro de los tiempos y costos esperados, y con la calidad requerida.

Algunos de los aspectos más relevantes en el proceso de ejecución se relacionan con el estudio logístico detallado en función de los condicionantes, esto es, conocer las situaciones particulares que se puedan presentar a lo largo del proyecto y que puedan afectar su desarrollo. Esto permitirá hacer una planificación de detalle sobre el manejo de la obra.

El control y seguimiento de la obra debe abarcar desde la idoneidad de los métodos y sistemas constructivos, la ejecución material de los diversos oficios hasta las medidas de seguridad industrial. De igual manera debe haber una identificación de trabajos no aceptables y coordinación de su sustitución, frente al proceso final de pruebas, puesta en marcha y entrega.

## 3.2 Metodología para el análisis de riesgos

A continuación se presenta la metodología para el análisis de riesgos que se utilizará en la presente consultoría.

### 3.2.1 Principios del análisis de riesgos

El manejo de los riesgos en un proyecto pasa por las siguientes etapas principales:

- Identificación del riesgo (asociado al alcance, costo, calidad o tiempo)
- Cuantificación del daño
- Evaluación de la probabilidad
- Respuesta al riesgo

Siguiendo los lineamientos establecidos por el PMI en la guía PMBoK<sup>3</sup>, la cuantificación del daño y la evaluación de la probabilidad se relacionan con la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos.

Una vez identificados los riesgos, la evaluación cualitativa busca determinar la importancia de cada uno de ellos, con base a un análisis donde a cada riesgo se le asigna una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de ocurrir. Con esas dos variables se le asigna una categoría de riesgo a cada uno de ellos. Para ello se utiliza el criterio de experto y bases de datos de otros proyectos similares. A la probabilidad de ocurrencia se le puede asignar un número por categoría, yendo desde 100% probables (Altamente Probables) hasta 0% probables (Improbables), como se muestra en la Tabla 7. Por su parte, al impacto se le puede dar también una categoría dependiendo de la gravedad en caso de ocurrencia, según la clasificación que se observa en la Tabla 8. Al analizar la probabilidad y el impacto conjuntamente se pueden calificar los riesgos con miras a determinar a cuáles se les debe prestar mayor atención, lo cual se facilita construyendo una matriz como la que se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 7. Categorías de probabilidad de los riesgos**

Categoría	Definición	Probabilidad de ocurrencia
AP	Altamente probable	86-100%
MP	Muy probable	71-85%
P	Probable	31-70%
PP	Poco Probable	16-30%
IP	Improbable	0-15%

Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

<sup>3</sup> Project Management Body of Knowledge del Project Management Institute, guía ampliamente aceptada como estándar en la gestión de proyectos.



**Tabla 8. Categorías de clasificación de los impactos**

Impacto	Definición
C	Impacto crítico: fallas en el proyecto e incumplimiento de los requerimientos mínimos aceptables
S	Impacto serio: incremento severo en costos y el tiempo, los requerimientos secundarios probablemente no se alcancen.
Mo	Impacto moderado: incremento moderado en costos y tiempos, pero los requerimientos aun pueden lograrse.
Me	Impacto menor: causa incrementos bajos en costos y tiempos.

Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

**Tabla 9. Matriz de riesgos e impactos**

Impacto/Prob.	AP	MP	P	PP	PI
C	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	Medio
S	Muy alto	Alto	Medio	Medio	Bajo
Mo	Alto	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo
Me	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo

Fuente: Guía PMBoK – Gestión de riesgos. PMI

### 3.2.2 Metodología de Análisis Probabilístico (simulación de Montecarlo)

La técnica de análisis de riesgo es cada vez más utilizada para apoyar el proceso de toma de decisiones que involucran riesgo en condiciones de incertidumbre. Para ello, uno de los métodos utilizados es la simulación de Montecarlo. Consiste en asignar distribuciones de frecuencias a las variables del modelo que tienen riesgo, para posteriormente generar números aleatorios acordes a esas distribuciones “simulando” el comportamiento que se considera que tendrán en el futuro.

Los análisis de riesgo tradicionales se efectuaban con base en la generación de escenarios estáticos y unidimensionales, por ejemplo, un escenario pesimista, uno medio y uno optimista prediciendo solo un resultado al sensibilizar las variables. A través de la simulación de

Montecarlo es posible obtener no solo los puntos extremos sino todos aquellos escenarios intermedios.

El análisis de riesgo que se realiza con la simulación Montecarlo se basa en la creación de modelos de posibles resultados mediante la sustitución de valores según una distribución de probabilidad que se define para cualquier factor con incertidumbre inherente. Se calculan los resultados una y otra vez en un proceso iterativo, en cada oportunidad usando un grupo diferente de valores aleatorios de las funciones de probabilidad. Como resultado se producen distribuciones de valores de los resultados posibles.

La simulación Montecarlo tiene las ventajas que se mencionan a continuación:

- **Resultados probabilísticos:** Se muestra no sólo lo que puede suceder, sino lo probable que es un resultado.
- **Análisis de sensibilidad:** Se evidencia cuáles de las variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
- **Análisis de escenarios:** Dado que es posible ver exactamente los valores que tiene cada variable cuando se producen ciertos resultados, se facilita profundizar en los análisis.
- **Correlación de variables de entrada:** Es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada. Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente.
- **Resultados gráficos:** Los datos que genera la simulación de Montecarlo permiten la creación de gráficos de diferentes resultados y las posibilidades de que sucedan.

El análisis de riesgo que se realiza con la simulación de Montecarlo puede ser cualitativo y cuantitativo. En los análisis cualitativos se incluyen evaluaciones intuitivas, mientras que en el cuantitativo se asignan valores numéricos a los riesgos, ya sea con datos empíricos o cuantificando evaluaciones cualitativas. En el caso del análisis objeto de esta consultoría se utilizarán análisis cuantitativos.

Mediante el uso de distribuciones de probabilidad se describe la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo. Las distribuciones de probabilidad más comunes son:

- *Normal* – O “curva de campana”. Se define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse.
- *Lognormal* – Los valores muestran una clara desviación, y no son simétricos como en la distribución normal. Se utiliza para representar valores que no bajan por debajo del cero, pero tienen un potencial positivo ilimitado.
- *Uniform* – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse, se deben definir el mínimo y el máximo.
- *Triangular* – Se definen los valores mínimo, más probable y máximo. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse.

- *PERT* – Se definen los valores mínimo, más probable y máximo, como en la distribución triangular, sin embargo, los valores situados entre el más probable y los extremos tienen más probabilidades de producirse que en la distribución triangular.
- *Discrete* – El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno.

En los siguientes capítulos se hará uso de esta metodología para valorar la probabilidad de Costos Adicionales y su cuantía, en los proyectos:

1. MANTENIMIENTO (PUESTA A PUNTO) DE LA VÍA ACHACACHI-ESCOMA
2. CONSTRUCCION DEL TRAMO 2 DE LA VIA NAZACARA – HITO IV: SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA

## **4 IDENTIFICACION DE FACTORES DE COSTOS ADICIONALES**

---

Con el objeto de identificar la situación y problemática actual del sector de la construcción y rehabilitación de carreteras en Bolivia, se realizaron entrevistas a actores del sector público (funcionarios de La Administradora Boliviana de Carreteras – ABC, contratante de las obras), y funcionarios del Banco Interamericano de Desarrollo vinculados al Proyecto. Por otro lado, se consideraron en el análisis los estudios previos de cada proyecto. A continuación se presenta el correspondiente análisis por proyecto.

### **4.1 PROYECTO “MANTENIMIENTO (PUESTA A PUNTO) DE LA VÍA ACHACACHI-ESCOMA”**

De las entrevistas y documentos analizados, se concluye lo siguiente:

1. Estudios Previos:
  - a. Se realizaron estudios encaminados a determinar el estado de la vía (auscultación de pavimento, levantamiento de rugosidades y ensayos con deflectómetro), geología, geotecnia, el tráfico de vehículos sobre la misma con el fin de determinar los requerimientos de la estructura de pavimento, e impactos ambientales.
  - b. Con base en los estudios de campo y proyecciones de tráfico, se realizó el diseño del pavimento.
  - c. Finalmente se cuenta con un cálculo de cantidades de material y presupuesto con base en costos unitarios.
  - d. Los estudios previos se realizaron en la vigencia 2013.
2. Los funcionarios a cargo del proyecto en la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) manifestaron que se cuenta con un buen nivel de detalle de estudios técnicos y cuantificación de cantidades de obra.
3. Se resalta la importancia en variación de costos de mercado de ítems como cemento, acero, y mano de obra (en especial por los incrementos recientes y adición de aguinaldos al salario de los trabajadores). La ABC basa su presupuesto en costos a 2013, sobre la cual se trabajará. Funcionarios de la ABC anotan que dicho presupuesto contempla el incremento en salarios para 2014, pero no considera el “doble aguinaldo” (pago de un sueldo anual extra) aprobado en noviembre de 2013 mediante el Decreto Supremo 1802, beneficio que se otorgará cada gestión fiscal cuando el crecimiento del PIB supere el 4.5%. En este orden de ideas se requiere una actualización de precios considerando la variación de costos de mercado en 2014
4. Un factor de costos adicionales que se ha identificado en otros proyectos viales en el País, es el asociado al costo unitario y acarreo de agregados, por escasez de fuentes de aprovisionamiento de los mismos en el área de influencia del proyecto, o renegociación de precios durante el plazo de ejecución de la obra.
5. De otra parte, se percibe que eventualmente podrían solicitarse la construcción de paraderos y obras sociales (ejemplo colegios) por solicitud de la comunidad, dada la experiencia en otras obras viales.

6. Con respecto al plazo de obra, dada la condición climática de la zona del proyecto, son altamente probables inundaciones que lleven a paralización de la obra en época de lluvias. La ABC manifiesta que dicho factor ya fue contemplado en el plazo y presupuesto de obra.

Complementando la información proporcionada por ABC, se anota que durante el periodo 2006 a 2011 el Boliviano experimentó una revaluación con respecto al USD de 15.5%; el cemento portland se incrementó en el mercado local en 22%, los agregados (grava y arena) tuvieron “picos de mercado” con incremento en el año 2009 superiores al 30%, y el costo del acero en 2008 tuvo incrementos superiores a 40% <sup>4</sup>.

En conclusión, se identifican los siguientes hechos originadores de costos adicionales:

1. Variación de precios de mercado de materias prima en el tiempo
2. Mayores cantidades de obra
3. Obras adicionales no previstas (a solicitud de la comunidad)

#### **4.2 PROYECTO “CONSTRUCCION DEL TRAMO 2 DE LA VIA NAZACARA – HITO IV: SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA”**

De las entrevistas y documentos analizados, se concluye lo siguiente:

1. Estudios Previos:
  - a. Se realizaron estudios encaminados a determinar el estado de la vía, geología, geotecnia, hidrología, el tráfico de vehículos sobre la misma con el fin de determinar los requerimientos de la estructura de pavimento, e impactos ambientales.
  - b. Con base en los estudios de campo y proyecciones de tráfico, se realizó el diseño del pavimento.
  - c. Finalmente se cuenta con un cálculo de cantidades de material y presupuesto con base en costos unitarios.
  - d. Los estudios previos se realizaron en la vigencia 2014.
2. Los funcionarios a cargo del proyecto en la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) manifestaron que se cuenta con un buen nivel de detalle de estudios técnicos y cuantificación de cantidades de obra.
3. Se resalta la importancia en variación de costos de mercado de ítems como cemento, acero, y mano de obra (en especial por los incrementos recientes y adición de aguinaldos al salario de los trabajadores). La ABC basa su presupuesto en costos a 2014, sobre la cual se trabajará.
4. Un factor de costos adicionales que se ha identificado en otros proyectos viales en el País, es el asociado al costo unitario y acarreo de agregados, por escasez de fuentes de aprovisionamiento de los mismos en el área de influencia del proyecto, o renegociación de precios durante el plazo de ejecución de la obra. Para el caso específico del proyecto analizado se cuenta con fuentes de material en el área de influencia de la vía.

---

<sup>4</sup> Cálculos propios a partir de Información sustraída de la página web del Instituto Nacional de Estadística (del Estado Plurinacional de Bolivia), <http://www.ine.gob.bo/>.

5. De otra parte, se percibe que eventualmente podrían solicitarse la construcción de paraderos y obras sociales (ejemplo colegios) por solicitud de la comunidad, dada la experiencia en otras obras viales.

A continuación se citan algunos aspectos provenientes del TESA, que pueden asociarse con posibles riesgos de costos adicionales, y sobre los cuales se califica, en el marco del presente estudio, cualitativamente su efecto:

**Tabla 10. Aspectos Particulares de Riesgo Identificados**

<b>Aspecto</b>	<b>Observaciones TESA</b>	<b>Calificación Riesgo</b>
<b>Riesgo Geotécnico</b>	El área de estudio ha sido escenario de una intensa actividad tectónica cenozoica concentrada en las fallas regionales San Andrés (como una falla de desgarre - strike slip) y la Falla límite Intra-Andina. Al respecto el estudio TESA no menciona riesgo geotécnico que pueda afectar el proyecto.	<b>Riesgo no activo</b>
<b>Riesgo asociado a Provisión de Material Pétreo</b>	Se han identificado cinco posibles fuentes de abastecimiento de materiales de construcción: Dos de ellos corresponden a materiales aluviales (río Challajahuira y río Quequesani), y tres a materiales de terrazas (entre ellos la cantera San Andrés). Las fuentes mencionadas se encuentran aptas para la provisión de material de capa base y elaboración de hormigones	Riesgo mitigado por existencia de fuentes de materiales en el área de influencia de la zona.
<b>Hidrología</b>	Debido a la cercanía del curso de aguas del río Suchuni a la plataforma de la vía, entre las progresivas 106+400 - 109+600, sector donde las aguas corren paralelo a la vía a una distancia promedio de 80 a 150 m, y con el objeto de proteger la plataforma de la carretera, se ha complementado las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundizar por lo menos 1 metro la solera del río canalizando de acuerdo a una sección definida (ver. Anexo de Obras Complementarias)</li> <li>• En algunos segmentos complementar con espigones y muros longitudinales de gaviones, para evitar que las aguas rebasen las márgenes del río.</li> <li>• Conformar un camellón en la margen derecha del curso de agua con los materiales excavados de la canalización</li> </ul>	Riesgo en operación de la vía, no en construcción. Se toman medidas constructivas para mitigar su efecto.
<b>Ambiental y Afectación Predial</b>	Con el fin de minimizar las afectaciones a inmuebles y zonas económicamente	Riesgo mitigado, se interviene corredor existente.

	productivas, el proyecto de la nueva carretera buscó mantener en lo posible el camino existente y las características naturales del entorno	
<b>Análisis Hidráulico de Puentes</b>	<p>El estudio hidráulico de los ríos Desaguadero, Challajahira, Suchuni, Cusi Cusini y Thola Kollo, incluyó: i) el análisis hidráulico del río que permitió su verificación, ii) la estimación de profundidades de socavación, también con propósito de verificación, y iii) el análisis de estabilidad del cauce, el cual sumado a los resultados de los anteriores análisis, proporciona los elementos para la definición de obras de protección y encauce.</p> <p>En general los puentes existentes cumplen con los criterios de diseño y verificación.</p>	Puentes existentes cumplen especificaciones. No es necesaria su intervención.
<b>Estabilidad de Taludes</b>	El análisis de estabilidad de taludes concluye conveniente, en el caso de taludes de corte, mantener una misma inclinación de taludes para todo el proyecto, mismo que es de 1:1 (h:v). Los FS determinados en los taludes críticos han sido en todos los casos superiores a 1.30. Debido a que en el tramo considerado existe un déficit de corte, se ha decidido no incrementar la inclinación de los taludes.	Riesgo se mitiga mediante diseño.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis reportados en "ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV"

En conclusión, se identifican los siguientes hechos originadores de costos adicionales:

1. Variación de precios de mercado de materias prima en el tiempo
2. Mayores cantidades de obra
3. Obras adicionales no previstas (a solicitud de la comunidad)

## 5 ANÁLISIS Y CUANTIFICACION DEL RIESGO DE COSTOS ADICIONALES

En este apartado se presenta, sobre los riesgos identificados, los aspectos a considerar en su análisis y cuantificación. A continuación se enumeran, describen, y califican de manera cualitativa en cuanto a probabilidad de ocurrencia e impacto:

**Tabla 11. Riesgos a Evaluar y Calificación**

<b>RIESGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Probabilidad de Ocurrencia</b>	<b>Impacto de la Ocurrencia</b>
Costos Unitarios	Se refiere a la variación existente entre los costos presupuestados, los adjudicados, y los reales de ejecución.	Poco Probable a Improbable	Impacto Menor. La administración publica en la medida que avanza en los procesos de contratación tiene acceso a información de costos de mercado ciertos.
Cantidades de Obra	Mayores cantidades de obra a las previstas. Se desprende de deficiencias en estudios previos de detalle. Se cuenta con un buen nivel de detalle en estudios previos.	Poco Probable a Probable	Impacto Moderado
Obras Adicionales NO Previstas	Obras No previstas, que en el momento de ejecución se encuentra necesario realizar, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paraderos</li> <li>• Obras de tipo social solicitadas por la comunidad</li> </ul>	Muy Probable	Impacto Menor
Variación en el tiempo de Costos Unitarios	Variación de Costos Unitarios en el tiempo, ya sea por fenómenos inflacionarios o dinámica propia de la oferta y demanda del mercado Riesgo político de incremento en salarios o decreto de beneficios adicionales	Altamente Probable	Impacto Menor a Moderado
Riesgo Cambiario	En los casos en que la remuneración de la obra, y los costos de su ejecución, se realizan en divisas diferentes (USD vs Boliviano), la variación	Improbable a Poco Probable	Impacto Menor (Estado interviene en el control de tasa de cambio, y previsible en rangos de



RIESGO	DESCRIPCION	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto de la Ocurrencia
	en tasa de cambio puede jugar a favor o en contra del equilibrio económico del contrato. Se percibe estabilidad en la tasa cambiaria.		ocurrencia)
Retrasos en tiempos de ejecución de obra por motivos ajenos al contratista	En este tópico se tiene el paro de obra por inundaciones .	Altamente Probable	Impacto Menor, en la medida que ya se ha estimado sus implicaciones en costo y plazo para el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

Se advierte que en el análisis realizado, se ha considerado que riesgos de costos adicionales asociados a la expedición de licencias (ambientales y otras), no se presentaran, dado que no es necesario dado el tipo de obra, y por otro lado es requisito por parte del BID que dichos procesos se ejecuten antes de la contratación de obra.

Ahora, se considera importante revisar el tema de la asignación de riesgos entre contratantes y contratista y mecanismos de mitigación, para lo cual se recomienda lo siguiente:

**Tabla 12. Riesgos: Asignación y Mitigación**

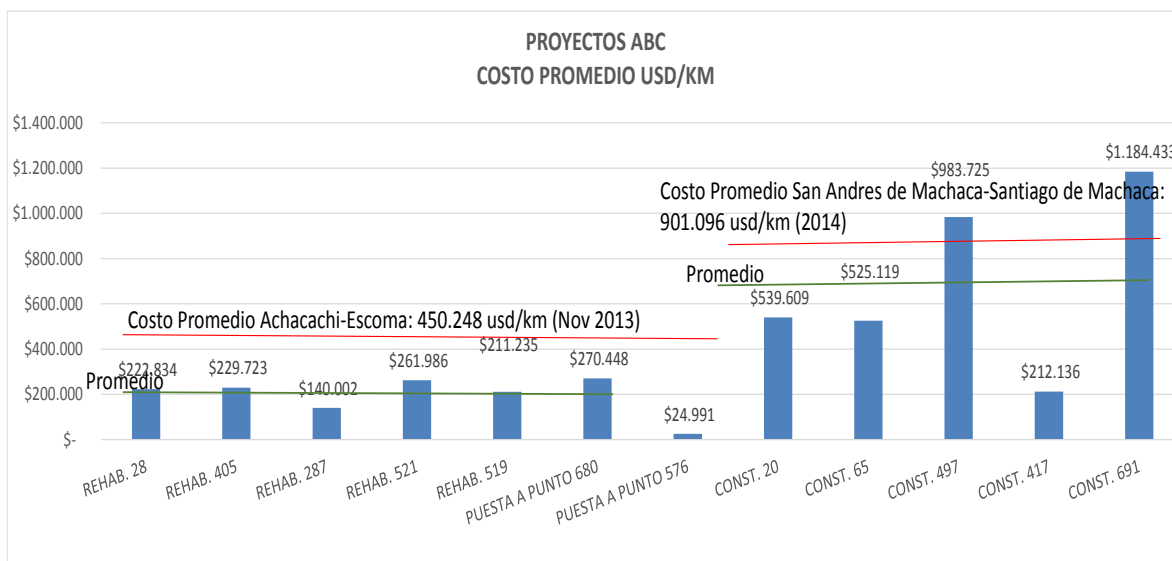
RIESGO	ASIGNACION DE RIESGO (sugerida)		OBSERVACIONES / MECANISMO DE MITIGACION (sugerido)
	ESTADO	PRIVADO	
Costos		X	Asumido completamente por el contratista, como conocedor del sector y negociador directo.
Cantidades de Obra		X	Asumido completamente por el contratista. Se sugiere proporcionar el tiempo suficiente para que los posibles oferentes evalúen el alcance de las obras a ejecutar, el estado de las obras a rehabilitar, y elaboren su oferta económica con base en lo anterior.
Obras Adicionales NO Previstas	X	X	Para el proyecto en particular se identifican obras Adicionales de menores impacto, tal es el caso específico de Paraderos y Obras Sociales que solicite la comunidad. Se sugiere cubrir dicho riesgo con cargo a un fondo de imprevistos.

RIESGO	ASIGNACION DE RIESGO (sugerida)		OBSERVACIONES / MECANISMO DE MITIGACION (sugerido)
	ESTADO	PRIVADO	
Variación en el tiempo de Costos Unitarios	X	X	Los costos de mercado varían con la ley de oferta y demanda, es algo previsible en algunos rangos, pero no gestionable por el constructor. Se recomienda la existencia de una ecuación de ajuste (o formula de escalamiento) pactada de antemano en el contrato.
Riesgo Cambiario		X	Lo asume completamente el contratista. La racionalidad económica indica que el contratista evaluara y cuantificará los riesgos asumidos, y reflejará su ejercicio, entre otros aspectos, en su oferta económica. Considerando que la relación de las divisas ha estado estable, se recomienda dejar dicho riesgo al Privado.
Retrasos en tiempos de ejecución de obra	X	X	Riesgo compartido. Si las causas son atribuibles a deficiencias en la gestión pública debe cubrirlas el Estado, de lo contrario el Privado debe preverlas y mitigar su impacto.

Fuente: Elaboración Propia

Con el objeto de proceder a la cuantificación de riesgos, se realiza de inicio un ejercicio de comparación de costos de los proyectos objeto de análisis por kilómetro de intervención, con proyectos de tipo similar. A continuación se presenta el costo promedio por kilómetro calculado para algunos proyectos reportados en la página de la ABC (<https://siin.abc.gob.bo/>) de Rehabilitación, Puesta a Punto y construcción.

**Ilustración 4. Costo Promedio por Kilometro de Algunos Proyectos ABC**



PROYECTO	COSTO USD/KM	LONGITUD (KM)	DESCRIPCION
REHAB. 28	222.834	42,47	28 REHABILITACION Y MANT. SUCRE-PUENTE MENDEZ
REHAB. 405	229.723	43,5	405 REHABILITACIÓN DEL TRAMO LA PAZ-COTAPATA
REHAB. 287	140.002	3,01	287 REHABILITACION POR EMERGENCIA DEL TRAMO: LOS PUENTES - PUERTO VARADOR
REHAB. 521	261.986	1	521 REHABILITACION TRAMO CRUCE TIPUANI-MAPIRI-LA PAZ
REHAB. 519	211.235	1	519 REHABILITACION TRAMO CARANAVI-GUANAY-CHAROPLAYA-LA PAZ
PUESTA A PUNTO 680	270.448	97,71	680 PROGRAMA PUESTA A PUNTO DE LA REHABILITACION DEL TRAMO RIO SECO DESAGUADERO
PUESTA A PUNTO 576	24.991	369,75	576 SERVICIO DE CONSERVACION VIAL DE LA RED FUNDAMENTAL DE BOLIVIA DEL TRAMO04
CONST. 20	539.609	124	20 CONSTRUCCION CHANE-SAN PEDRO
CONST. 65	525.119	209,09	65 CONSTRUCCION Y PAVIMENTACION CARRETERA POTOSI - UYUNI
CONST. 497	983.725	61,62	497 CONSTRUCCION CARRETERA LLALLAGUA - CHACAPUCO (Tramo III)
CONST. 417	212.136	52	417 OBRAS DE ESTABILIZACION DEL TRAMO COTAPATA SANTA BARBARA
CONST. 691	1.184.433	68,13	691 CONSTRUCCION DE LA CARRETERA SAN IGNACIO-- PUERTO GANADERO.

Fuente : Elaboración Propia con base en información ABC, <https://siin.abc.gob.bo/>

Se observa lo siguiente:

- El costo promedio por kilómetro del proyecto de “Puesta a Punto” de la vía ACHACACHI-ESCOMA, es de 450.248 USD/KM (de noviembre de 2013), valor que dobla el valor promedio de los costos observados en ese tipo de proyectos ya ejecutados.
- El costo de construcción de la vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA, se ha presupuestado en 901.096 USD/KM, orden equiparable a proyectos viales de reciente ejecución como lo son la CARRETERA LLALLAGUA -

CHACAPUCO (Tramo III) y LA CARRETERA SAN IGNACIO– - PUERTO GANADERO; y del orden de 30% superior al costo promedio observado en los proyectos de ese tipo ya ejecutados.

Finalmente, se trataran los riesgos a analizar de la siguiente forma:

**Tabla 13. Riesgos: Tratamiento en Modelación**

RIESGO	TRATAMIENTO EN MODELACION
Variación en el tiempo de Costos Unitarios desde elaboración del presupuesto inicial hasta Inicio de Obra	Se tomará un plazo base sobre el cual se aplicaran factores de ajuste en función de expectativas en la variación promedio de costos de los insumos de obra y variación en tasa cambiaria (Bolivianos/USD).
Riesgo Cambiario	Se evaluara la información histórica con el fin de determinar tendencias, correlaciones y volatilidad.
Costos de Obra x Cantidades de Obra	Se trabajará empleando en general distribuciones normales, con desviación estándar con respecto al valor medio de 5%. Dicha aleatoriedad aplicará sobre el valor medio estimado por la ABC. Se opta por esta desviación en consideración a que el costo por kilómetro que se observa en los proyectos objeto de análisis es del orden del doble del costo promedio histórico observado en proyectos del mismo tipo en el caso de la “Puesta a Punto” de la vía Achacachi-Escoma; y 30% mayor en el caso de la construcción de la vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA.
Obras Adicionales NO Previstas	Se asumirán obras adicionales de tipo social solicitadas por la comunidad, por valor entre 50.000 usd y 150.000 usd (ABC informa de obras por comunidad del orden de 50,000 usd).

Fuente: Elaboración Propia

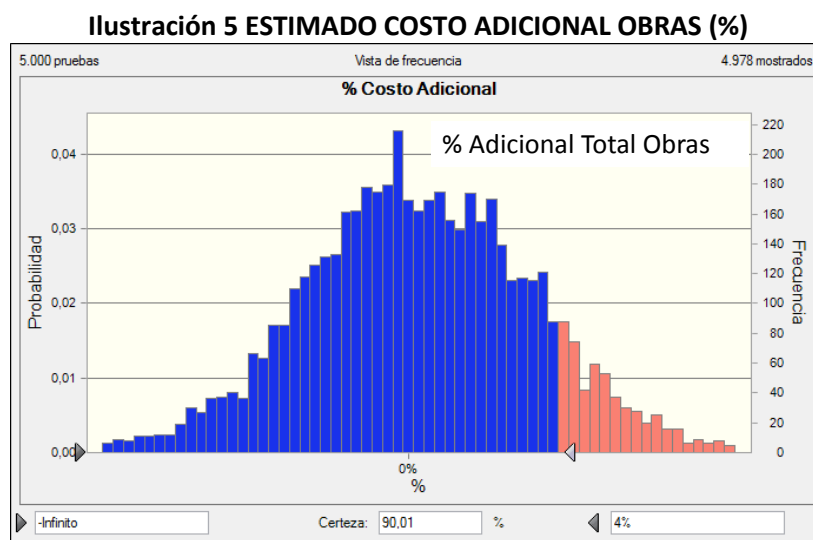
Para el análisis se empleó el Método de Montecarlo empleando una macro comercial y como plataforma de cálculo la hoja electrónica Microsoft EXCEL. Las variables probabilísticas corresponden a costos y cantidades que hacen parte de un modelo simplificado de costos de obra, con base en los presupuestos hasta el momento oficiales suministrados por La ABC. Finalmente, se encontró la curva de distribución de probabilidad del porcentaje de costos adicionales sobre el valor base de la obra.

Por otro lado, se evaluó la variación en costos para el año 2014 y 2015 , asumiendo el proyecto inicia en el segundo semestre de 2015, y variación en costos durante el plazo de ejecución.

## 5.1 Resultados

### 5.1.1 Variación Costos Adicionales e Imprevistos

A continuación se presenta la curva de distribución de probabilidad estimada para el porcentaje de costos adicionales aplicable a los dos proyectos objeto de análisis (vía ACHACACHI-ESCOMA y vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA)



Fuente: Elaboración Propia

Se tiene que para un nivel de certeza de 90% el porcentaje de contingencias a cubrir sobre el total del costo estimado inicial es de 4.0%.

### 5.1.2 Escalamiento de Costos

Sobre el riesgo de variación de costos y revaluación del Boliviano frente al USD, se recoge el ejercicio realizado en el marco del estudio “ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE COSTOS ADICIONALES QUE SE PUEDAN PRESENTAR EN EL PROYECTO REHABILITACION DE LA AUTOPISTA LA PAZ-EL ALTO”, BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, CONTRATO A0013703/542565 – 0002, ING. Leonardo Vásquez Samacá, LA PAZ (BOLIVIA), JUNIO DE 2013.

La Metodología de cálculo del ajuste por variación de costos o “Escalamiento de Costos” se basa en la ponderación de las variaciones de costos unitarios de los insumos empleados en el proyecto, como son: cemento, acero, grava, arena, capa base, asfalto, mano de obra, equipos y herramientas, entre otros. El porcentaje de ponderación representa la participación de cada insumo en el costo total de la obra (dicha composición se denominará “Canasta de Costos”), por otro lado la variación en el tiempo del costo unitario se calcula con base en indicadores objetivos publicados por el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia – INE, relacionados con el insumo en particular. Los porcentajes de ponderación de variación se estiman para cada uno de los proyectos objeto de análisis, siendo el principal insumo Asfalto y sus derivados.

Para estimar el ajuste anual por variación de costos, el cual reconocería dicha variabilidad para el año 2014 y años siguientes de ejecución de obra, se realiza un análisis de Montecarlo empleando distribuciones uniformes entre valores mínimos y máximos que provienen del análisis de las series históricas del costo de mercado por ítem de obra (las series tienen como fuente el INE) y expectativas de mercado (Ver ANEXO 1 – ANALISIS SERIES HISTORICAS DE COSTOS Y SELECCIÓN DE RANGOS DE PROYECCIÓN). Se anota lo siguiente

**Vía ACHACACHI-ESCOMA:** la última actualización de presupuesto para este proyecto se realizó a USD de noviembre de 2013 y recogió el incremento en salarios para 2014, pero no considera el “doble aguinaldo” (pago de un sueldo anual extra) aprobado en noviembre de 2013 mediante el Decreto Supremo 1802, beneficio que se otorgará cada gestión fiscal cuando el crecimiento del PIB supere el 4.5%. En este orden de ideas la variación 2014 recogerá dicho efecto.

Se estimó la variación promedio anual año 2015 y siguientes, considerando el plazo estimado de ejecución de obra.

**Vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA:** el presupuesto con que se cuenta para este proyecto está en USD de 2014. Se estimó la variación promedio anual año 2015 y siguientes, considerando el plazo estimado de ejecución de obra.

A continuación se presenta por proyecto la “Canasta de Costos” (o ponderadores por insumo) estimada con base en el presupuesto de obra suministrado, y los supuestos de variación anual empleados en el ejercicio realizado.

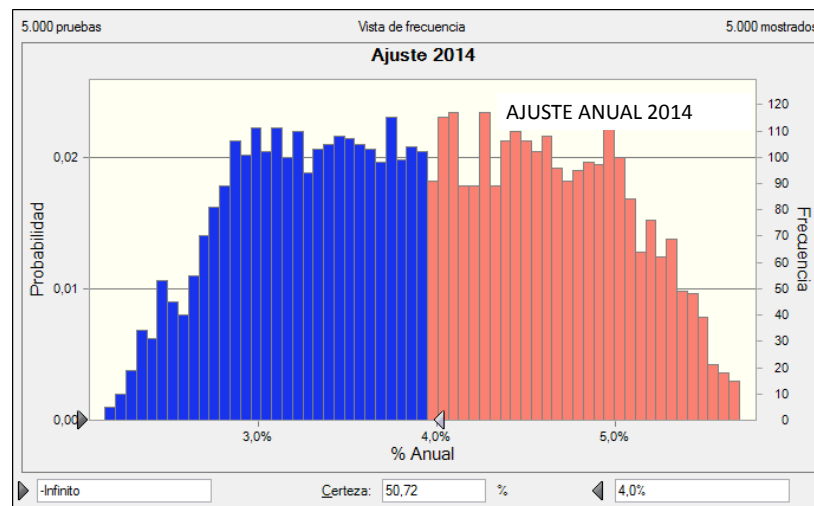
**Tabla 14. Supuestos para Proyección Variación Anual y Canasta de Costos de Construcción, Vía ACHACACHI-ESCOMA**

ITEM	% SOBRE TOTAL	COEF. CORR. IPC.	CORRELAC AÑO ANTERIOR	VAR MIN ESPERADA	VAR MAX ESPERADA
<b>MATERIALES</b>					
<b>NACIONAL</b>	<b>11,6%</b>				
CEMENTO PORTLAND	1,4%	0,963	0,978	2,50%	3,00%
ACERO	0,1%	0,845	0,716	-3,00%	3,00%
GRAVA	0,4%	0,884	0,892	0,00%	3,00%
ARENA	0,2%	0,872	0,906	0,00%	3,00%
CAPA BASE	9,1%			0,25%	3,00%
OTROS	0,4%			4,50%	7,00%
<b>IMPORTADO</b>	<b>49,2%</b>				
ASFALTO Y DERIVADOS	46,9%		0,940	0,00%	6,00%
ACERO	0,7%			-3,00%	3,00%
ELECTRICOS	0,0%		0,800	3,00%	5,00%
OTROS	1,7%		0,985	2,00%	2,50%
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>	<b>60,8%</b>				
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>11,0%</b>	0,934	0,987	10,00%	18,33%
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MAQUINARIA IMPORTADA	7,6%		0,985	2,00%	2,50%
MAQUINARIA NACIONAL	0,2%		0,985	4,50%	7,00%
HERRAMIENTAS DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA	0,5%		0,985	4,50%	7,00%
<b>SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>8,4%</b>				
GASTOS GENERALES	8,0%		0,985	4,50%	7,00%
UTILIDAD	8,8%		0,985	4,50%	7,00%
IMPUESTOS	3,0%		0,985	4,50%	7,00%

Fuente: Análisis de Riesgos La Paz-El Alto, BID, Vásquez 2013.

Para 2014 se estima para el costo del proyecto vial Achacachi-Escoma (Puesta a Punto) un ajuste promedio de 4.0%.

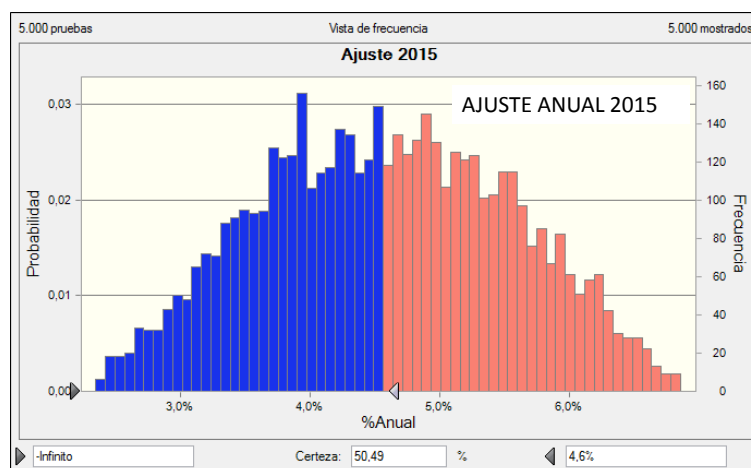
**Ilustración 6 Proyección Ajuste Canasta de Costos Construcción 2014, Vía ACHACACHI-ESCOMA**



Fuente: Elaboración Propia

Mientras que para el año 2015 (y siguientes) se estima para el proyecto vial Achacachi-Escoma un ajuste promedio en costo de 4,6%.

**Ilustración 7 Proyección Ajuste Canasta de Costos Construcción 2015 (y siguientes) – Variación 50% de Confianza, Vía ACHACACHI-ESCOMA**



Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, se tiene para el proyecto vial SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA (construcción), el siguiente cálculo de variación anual

**Tabla 15. Supuestos para Proyección Variación Anual y Canasta de Costos de Construcción, vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA.**

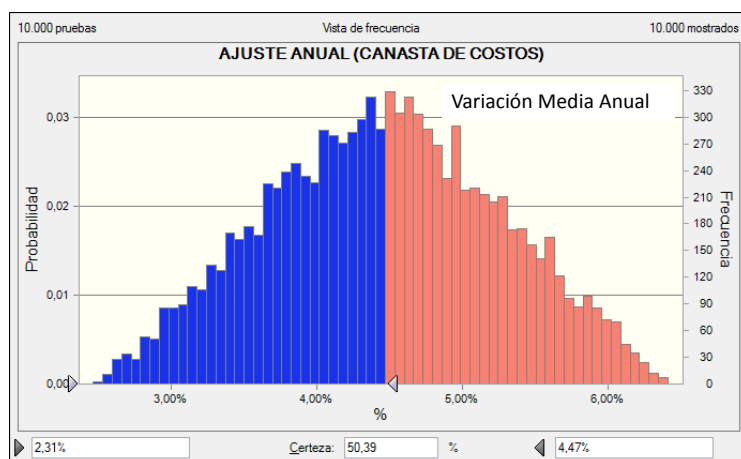
ITEM	% SOBRE TOTAL	AJUSTE ANUAL	CORRELAC AÑO ANTERIOR	VAR MIN ESPERADA	VAR MAX ESPERADA
<b>MATERIALES</b>					
<b>NACIONAL</b>	<b>21,7%</b>				
CEMENTO PORTLAND	2,9%	2,50%	0,978	2,50%	3,00%
ACERO	0,2%	1,00%	0,716	-3,00%	3,00%
GRAVA	3,4%	1,00%	0,892	0,00%	3,00%
ARENA	0,6%	1,00%	0,906	0,00%	3,00%
CAPA BASE	14,6%	1,15%		0,25%	3,00%
OTROS		6,00%		4,50%	7,00%
<b>IMPORTADO</b>	<b>39,1%</b>				
ASFALTO Y DERIVADOS	31,9%	0,00%	0,940	0,00%	6,00%
ACERO	1,7%	1,00%		-3,00%	3,00%
SEÑALIZACION	5,1%	3,00%	0,800	3,00%	5,00%
OTROS	0,4%	2,00%	0,985	2,00%	2,50%
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>	<b>60,7%</b>				
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>11,0%</b>	<b>10,00%</b>	<b>0,987</b>	<b>10,00%</b>	<b>18,33%</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MAQUINARIA IMPORTADA	7,6%	2,00%	0,985	2,00%	2,50%
MAQUINARIA NACIONAL	0,2%	6,00%	0,985	4,50%	7,00%
HERRAMIENTAS DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA	0,5%	6,00%	0,985	4,50%	7,00%
<b>SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>8,4%</b>				
GASTOS GENERALES	8,0%	6,00%	0,985	4,50%	7,00%
UTILIDAD	8,8%	6,00%	0,985	4,50%	7,00%
IMPUESTOS	3,0%	6,00%	0,985	4,50%	7,00%

Fuente: Elaboración propia, con base en Análisis de Riesgos La Paz-El Alto, BID, Vásquez 2013.



Se estima una variación media anual de 4,47% para 2015 (y siguientes), cuya curva de distribución de frecuencias se presenta en la siguiente ilustración:

**Ilustración 8 Proyección Ajuste Canasta de Costos Anual 2015 (y siguientes) – Variación 50% de Confianza. Vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA**



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con respecto al efecto de devaluación o reevaluación, no se ha considerado dada la estabilidad observada en la moneda local en ese sentido.

### 5.1.3 Resultados Obtenidos para el Conjunto de Proyectos Analizados

A continuación se presentan los resultados conjuntos obtenidos para los proyectos viales ACHACACHI-ESCOMA y SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA, para tal fin se adoptó el siguiente procedimiento:

1. Para el caso de la cuantificación del riesgo de costos adicionales se partió de los resultados individuales y se calculó el promedio ponderado (o valor esperado), empleando como factor de ponderación el costo de cada proyecto (o tramo de proyecto).
2. Para la estimación del incremento en costo por variación en el tiempo de costos unitarios de los insumos de obra (Escalamiento), se partió del ajuste anual estimado, el cual se aplicó al número de años o fracción que se prevé dura la ejecución del proyecto (movilización+obra), y finalmente dicho resultado se pondero en función del costo de cada proyecto.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 16. Calculo de Riesgo de Costos Adicionales (90% de Certeza) y Escalamiento. Proyectos ACHACACHI-ESCOMA y SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA**

PROYECTO (TRAMO)	TIPO DE INTERVENCION	VALOR OBRA	LONG. KM	VALOR USD/KM	TIEMPO MOVILIZACIÓN+ EJECUCION OBRA (MESES)	CONTINGENCIA A COSTOS ADC	ESCALAMIENTO AJUSTE ANUAL	TOTAL ESCALAMIENTO EN MOVILIZACION+EJECUCION	CONTINGENCIA COSTOS ADC+ESCALAMIENTO EN EJECUCION	AJUSTE A USD DE 2014	CONTINGENCIA COSTOS ADC+ESCALAMIENTO EN EJECUCION+AJUSTE 2014
ACHACACHI-ANCORAIMES	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	17.864.168 USD de 2013 (Revisado Nov/13)	35,16	508.082	20,7	4,0%	4,6%	8,1%	12,4%	4,0%	16,9%
ANCORAIMES - CARABUCO	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	10.651.380 USD de 2013 (Revisado Nov/13)	25,59	416.232	15,0	4,0%	4,6%	5,8%	10,0%	4,0%	14,4%
CARABUCO - ESCOMA	Mantenimiento Periódico, Tratamiento Superficial Doble	4.834.343 USD de 2013 (Revisado Nov/13)	13,32	362.939	14,0	4,0%	4,6%	5,4%	9,6%	4,0%	14,0%
SAN ANDRES DE MACHACA- SANTIAGO DE MACHACA	Construcción	29.465.847 USD de 2014	32,7	901.096	27,0	4,0%	4,5%	10,3%	14,8%	0,0%	14,8%
<b>TOTAL</b>						<b>4,0%</b>	<b>4,5%</b>	<b>8,5%</b>	<b>12,9%</b>	<b>2,1%</b>	<b>15,2%</b>

Fuente: Elaboración propia

Se tiene lo siguiente:

- El riesgo de costos adicionales se estima en 4% con un nivel de certeza de 90%.
- La variación promedio de costos unitarios anual es del orden de 4,6% (4,5% en el caso de la vía SAN ANDRÉS DE MACHACA – SANTIAGO DE MACHACA), dicha variación anual se aplicó al tiempo estimado del proyecto (movilización+ejecución de obra). El efecto ponderado asciende a 8,5%.
- El efecto conjunto Costos Adicionales + Escalamiento, es del orden de 12,9% sobre el presupuesto inicial de los proyectos. Sin embargo se debe considerar que la vía ACHACACHI-ESCOMA tiene presupuesto en USD de noviembre de 2013, por lo que debe actualizarse por la variación estimada para 2014 (4,0%), lo que arroja un factor total de Costos Adicionales + Escalamiento de 15,2%.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se encuentra un buen nivel de detalle en estudios previos y ensayos in-situ de estructura de pavimento existente, señalización y drenajes, lo cual mitiga el riesgo de obras adicionales y costos adicionales por mayor cantidad de material.
- Se percibe la probabilidad de obras adicionales de carácter social solicitadas por la comunidad, en todo caso su impacto es menor.

- Dada la estabilidad cambiaria en los últimos 4 años, la incidencia de este efecto se percibe menor.
- Por otro lado, se sugiere que el riesgo de variación en costos unitarios (Escalamiento) y riesgo revaluación, se cubran mediante el empleo de fórmulas contractuales que fije la Administración en los contratos, NO negociables, y que se basen en los indicadores de construcción calculados por el INE y ponderadores que se ajusten a la participación de cada insumo susceptible de ajuste en el presupuesto inicial de obra.

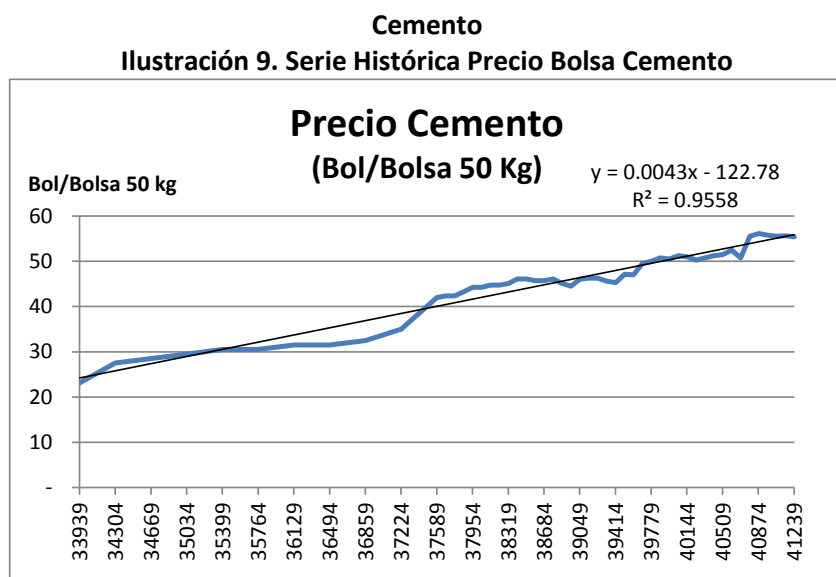
Se recomienda Adoptar:

- Un 4,0% sobre el valor de la obra para cubrir contingencias relacionadas con costos adicionales
- 4,0% para cubrir actualización de costos de 2013 a 2014, o en su defecto actualizar el presupuesto del proyecto ACHACACHI-ESCOMA a precios 2014.
- 4,6% anual sobre el valor de obra para escalamiento de precios durante ejecución de obra.
- Considerando el plazo de ejecución previsto de los proyectos, su valor por kilometro en comparación con proyectos ya ejecutados, y el año en que fueron presupuestados, se recomienda adoptar un 15,2% adicional al valor de obra para cubrir costos adicionales y escalamiento en ejecución. Ahora, de ajustar el presupuesto del proyecto ACHACACHI-ESCOMA a precios de 2014, se recomienda adoptar 12,9% para cubrir costos adicionales y escalamiento durante ejecución.
- Lo anterior supone que se inician obras durante primer semestre de 2015, de no ser así se recomienda actualizar precios al momento de licitación, y adoptar 12,9% adicional al valor de obra para cubrir costos adicionales y escalamiento durante ejecución. Recomendación valida si la ejecución de los proyectos se realiza en el corto plazo.

## ANEXO 1 – ANALISIS SERIES HISTORICAS DE COSTOS Y SELECCIÓN DE RANGOS DE PROYECCIÓN

**Fuente:** Estudio “ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE COSTOS ADICIONALES QUE SE PUEDAN PRESENTAR EN EL PROYECTO REHABILITACION DE LA AUTOPISTA LA PAZ-EL ALTO”, BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, CONTRATO A0013703/542565 – 0002, ING. Leonardo Vásquez Samacá, LA PAZ (BOLIVIA), JUNIO DE 2013

A continuación se presenta gráficamente las series históricas del costo de los principales insumos de construcción, elaboradas a partir de información reportada por el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE) en su página web (<http://www.ine.gob.bo/>). A partir de dichas series se establecieron correlaciones y se determinaron tendencias, para finalmente definir rangos de variación probables, sobre los cuales se adoptó una distribución uniforme para el ejercicio de simulación de Montecarlo.



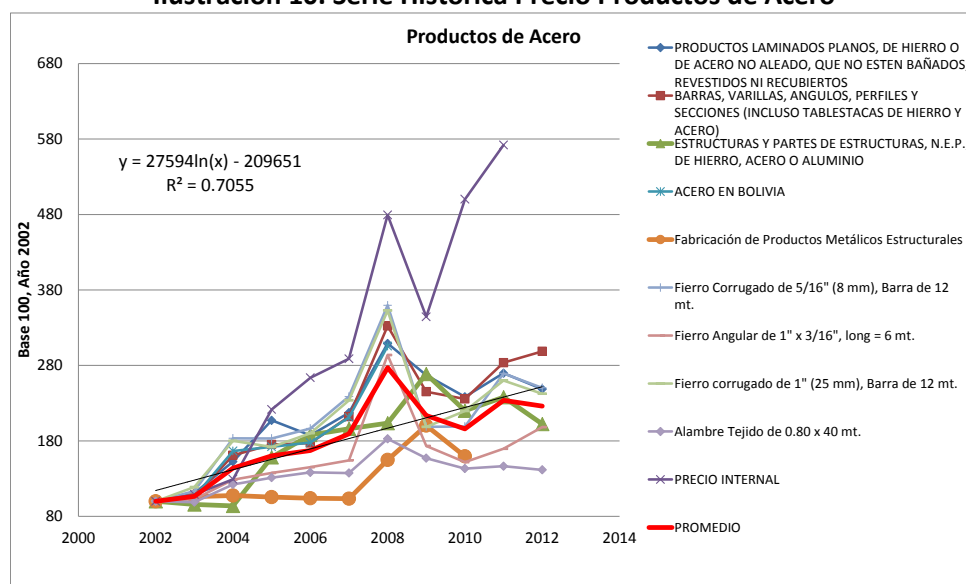
Fuente: Elaboración propia con base en información INE

Se observa un mercado concentrado en relativamente pocos productores, con una tendencia claramente lineal en el tiempo, esperando variaciones de acuerdo a la tendencia histórica para 2014 entre 2.5% y 3.0%. Se anota que para 2013 la Sociedad Boliviana de Cemento (Soboce) incremento el precio de la bolsa de cemento en 3.64% ([http://www.la-razon.com/economia/Soboce-sube-precio-bolsa-cemento\\_0\\_1809419058.html](http://www.la-razon.com/economia/Soboce-sube-precio-bolsa-cemento_0_1809419058.html)).

De otra parte, la correlación encontrada entra las variaciones en inflación (IPC) y los costos de cemento es de 0.963

## Acero

**Ilustración 10. Serie Histórica Precio Productos de Acero**



Fuente: Elaboración propia con base en información INE

Se observa un incremento considerable en el periodo 2008 por incremento en la demanda de Acero en el mercado mundial, con caída de precios en los 4 últimos años. La correlación lineal no es satisfactoria pero marca una tendencia. Se asumirán variaciones entre -3% y 3% considerando una condición de precios a la baja por un lado y la tendencia lineal encontrada por el otro.

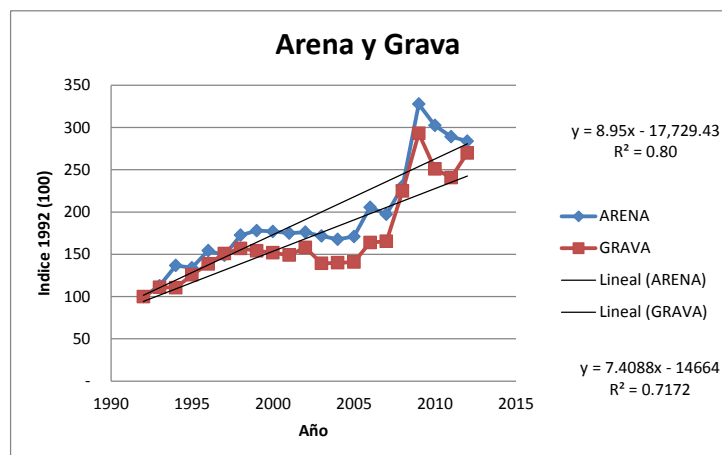
En cuanto al origen de las expectativas adoptadas a la baja, se cita lo siguiente (<http://www.bnamerica.com/news/metales/precios-de-mineral-de-hierro-y-acero-caeran-el-2013-pronostica-cochilco>):

- El precio del mineral de hierro caerá a un promedio de US\$120/t en el 2013 antes de volver a subir a US\$125/t en el 2014, de acuerdo con un estudio elaborado por la Comisión Chilena del Cobre
- En valor, el mineral de hierro se contrajo un 10% en el 2012 a causa de una serie de factores que generaron un superávit en el mercado, tales como una desaceleración de la economía china más grande que la prevista, la crisis financiera en Europa que disminuyó la demanda de productos y una mayor producción por la entrada en operación de diversos proyectos.
- El próximo año no será muy distinto y el mercado mundial permanecerá en superávit el 2014, de acuerdo con Cochilco.
- La demanda de China también seguirá siendo moderada, ya que apenas se incrementará un 2% en el 2013.
- En los últimos cinco años, China ha aumentado su consumo de mineral de hierro al pasar de una participación de 56,5% en el 2008 a 68,8% en octubre de este año, de acuerdo con el informe.

De otra parte, la correlación encontrada entra las variaciones en inflación (IPC) es de 0.845.

## Agregados

**Ilustración 11. Serie Histórica Precio Arena y Grava**



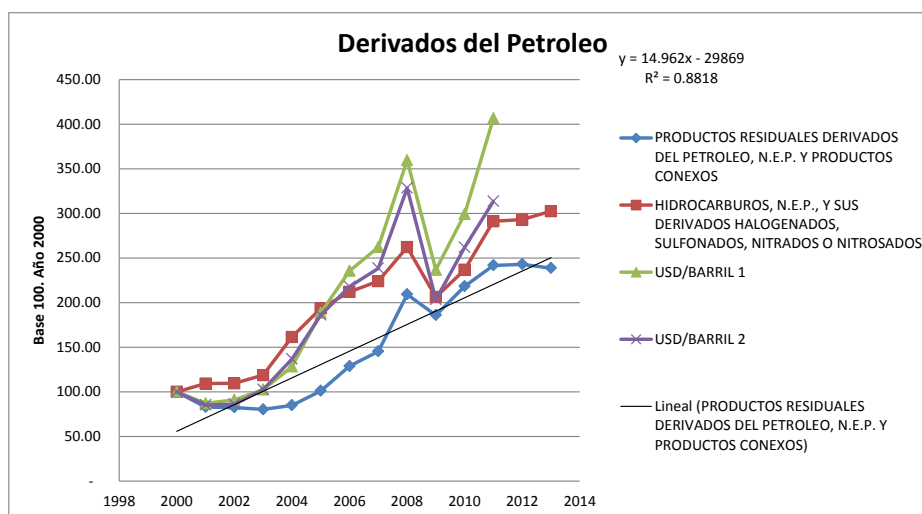
Fuente: Elaboración propia con base en información INE

Se observa un incremento considerable en el periodo 2008 a 2009, con caída de precios en los 3 últimos años. La correlación lineal no es satisfactoria pero marca una tendencia. Se asumirán variaciones entre 0% y 3% considerando una condición de precios estables por un lado y la tendencia lineal encontrada por el otro.

De otra parte, la correlación encontrada entra las variaciones en inflación (IPC) es de 0.884 para grava, y 0.872 para Arena.

## Derivados de Petróleo (Asfalto)

Ilustración 12. Serie Histórica Precio Derivados del Petróleo

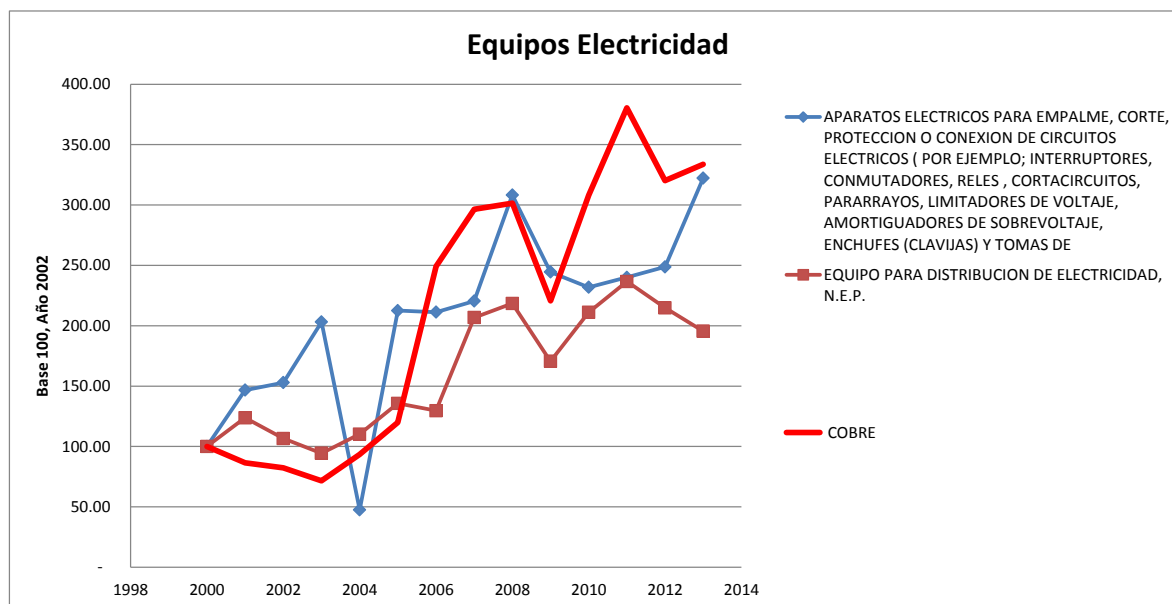


Fuente: Elaboración propia con base en información INE

Se observa en productos derivados del petróleo un periodo de relativa estabilidad de precios en los últimos 3 años, y una tasa media de crecimiento de 2006 a 2011 de 7.5%. En este orden de ideas se decide asumir variaciones entre 0% y 6% considerando una condición de precios estables por un lado y la tendencia lineal encontrada por el otro.

## Equipos Eléctricos

Ilustración 13. Serie Histórica Precio Eléctricos y Cobre



Fuente: Elaboración propia con base en información INE

Se observa en EQUIPO PARA DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD, N.E.P. tasas de crecimiento medias entre 200 y 2013 de 5.29%, y entre 2009 y 2013 de 3.46%. Se opta por asumir variaciones anuales entre 3% y 5% para el ejercicio.

## INFLACION Y SALARIOS

Con respecto a la inflación, el Fondo Monetario Internacional reporta que la inflación durante esta gestión bajará al 4,6% y en 2014 continuará cayendo, hasta el 4,3% (<http://www.economiabolivia.net/2013/04/17/el-fmi-recorta-su-pronostico-de-crecimiento-para-bolivia-en-2013-y-2014/>).

En cuanto al incremento en salarios se tiene que para 2014 el incremento fue de 10% y se adiciono el pago de un segundo aguinaldo (8,3% sobre el salario anual). Lo anterior se ha considerado para el cálculo de ajuste 2014 y como comportamiento probable para 2015.