**“ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA**

**CARRETERA NAZACARA – HITO IV”**

**TRAMO I, NAZACARA – HITO IV**

**CAPÍTULO I**

**ASPECTOS GENERALES**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**INDICE GENERAL**

|  |  |
| --- | --- |
| **RESUMEN EJECUTIVO** | |
|  |  |
| ***VOLUMEN 0. ASPECTOS GENERALES*** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 1. ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS Y DE TRAFICO** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 2. ESTUDIOS DE INGENIERIA** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 3. DISEÑOS DE INGENIERIA** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 4. PRESUPUESTO** | |
| **VOLUMEN 5. PLANOS** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 6. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 7. ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 8. EVALUACION SOCIOECONOMICA** | |
|  |  |
| **VOLUMEN 9. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA** | |

**CONTENIDO**

[1. RESUMEN EJECUTIVO 1](#_Toc389757918)

[1.1 ANTECEDENTES ASPECTOS GENERALES 1](#_Toc389757919)

[1.2 OBJETIVOS 2](#_Toc389757920)

[1.3 INTRODUCCIÓN 5](#_Toc389757921)

[1.4 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6](#_Toc389757922)

[1.5 ASPECTOS FISIOGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS 8](#_Toc389757923)

[1.6 DESCRIPCIÓN DEL CAMINO EXISTENTE 10](#_Toc389757924)

[1.7 PRESENTACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN 10](#_Toc389757925)

[1.8 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO TESA 11](#_Toc389757926)

[1.9 ESTUDIOS DE INGENIERÍA 12](#_Toc389757927)

[1.10 CANTIDADES DE OBRA 9](#_Toc389757928)

[1.11 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN 11](#_Toc389757929)

[1.12 PROGRAMACIÓN DE OBRA 12](#_Toc389757930)

# RESUMEN EJECUTIVO

### ANTECEDENTES ASPECTOS GENERALES

El Gerente Regional Norte de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC), solicitó a empresas consultoras proveer los siguientes servicios de Consultoría y ha solicitado dar inicio al Proceso de Contratación CPI 007/2011 “ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TECNICO, ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCION DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV” mismo que ha sido publicado en el SICOES.

Mediante Resolución Presidencial ABC/PRE/029/2012 de fecha 29 de Febrero de 2012 y ABC/PRE/011/2011 de fecha 07 de enero de 2011, la Máxima Autoridad Ejecutiva, en uso de las atribuciones conferidas por el Decreto Supremo Nº 0181 del 28 de junio de 2019, Normas Básicas del sistema de Administración de Bienes y servicios, articulo 32, inc. C) ha delegado a la Gerencia Regional Norte de la Administradora boliviana de Carreteras, a Ing. Noemí Villegas Tufiño, la facultad de llevar adelante procesos de contratación, suscribir contratos, administrarlos y concluirlos conforme al nivel 2 del Manual de firmas aprobadas, por Resolución Administrativa ABC/PRE/004/2011 y a la NS-SABS. A tal efecto designa a la Ing. Noemí Eliana Villegas Tufiño Gerente Regional Norte, como Responsable del Proceso de Contratación en Licitaciones Públicas - RPC.

Mediante Informe INF./COM.CAL./CC/GRN-0134/2012 de fecha 6 de noviembre de 2012 emitido por la Comisión de Calificación en resumen señala lo siguiente:

“En base a los resultados de la evaluación y confirmación de seguir participando del proceso de Expresiones de Interés, se conformo la lista Corta en estricto apego a la calificación y normativa de financiamiento”. Dicha lista es enviada al Financiador para su No Objeción.

La Lista Final luego de una evaluación y confirmación es la siguiente:

1. SGT LTDA –ACI S DE RL
2. Asociación Accidental PCA-ICBOL
3. Asociación Accidental INCA INERGIA REICH
4. CONSORCIO INCOSA-MEDIOTEC – TECNUM
5. CONCSORCIO VICTR CHAVEZ- UG 21
6. CONAM SRL.

Obtenida la No Objeción del BID con la nota CAN/CBO/CA - 3462/2012, de fecha 20 de Noviembre del 2012, se procede a efectuar la invitación a las empresas consultoras para que presenten sus Propuestas.

En fecha 20 de diciembre del 2012, se efectúa la entrega de propuesta para dicho estudio. La comisión Calificadora luego de su evaluación recomienda a la Responsable del Proceso de Contratación en Licitaciones Públicas - RPC adjudicar a la Empresa Consultora Asociación Accidental PCA-ICBOL por haber obtenido el mayor puntaje de acuerdo con los criterios del método de selección del financiador.

En fecha 29 de abril de 2013, con la nota ABC/GLP/RAD/2013-0046, se invita a la Asociación Accidental PCA – ICBOL, a la reunión de negociación, donde se establece que el monto del contrato incluido todos los impuestos de ley alcanza a Bs. 3.973.656,98 (Tres millones novecientos setenta y tres mil seiscientos cincuenta y seis con 98 Bolivianos).

Posteriormente con la nota ABC/GLP/RTE/2013-0276, de fecha 11 de Junio de 2013, se comunica que recibida la No Objeción del BID a la suscripción del contrato (nota cite CAN/CBO/CA - 1720/2013), se solicitó la presentación los originales o fotocopias legalizadas de la documentación de respaldo presentada originalmente en la propuesta, para la verificación por la comisión de Calificación para la posterior suscripción de Contrato. Misma que se remitieron en fecha 17 de junio de 2013 y a continuación se dio la orden de preparar el Documento de Contrato. El cual fue firmado en fecha.

En fecha 19 de junio de 2013, se suscribe el Contrato de Supervisión Técnica Nº ABC 356/13 GLP-CON -BID entre la GERENCIA REGIONAL LA PAZ - ABC y la Asociación Accidental PCA – ICBOL para el “ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) Y ESTUDIO TECNICO, ECONOMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA) PARA LA CONSTRUCCION DE LA CARRETERA NAZACARA – HITO IV”

Mediante la nota ABC/GLP/RTE/2013-0298 se emitió la Orden de Proceder estableciendo como fecha para el inicio de los Servicios de Consultoría del proyecto, el 19 de junio de 2013.

### OBJETIVOS

#### OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del presente Estudio de Consultoría, para la elaboración del diseño y posterior construcción de la Carretera Nazacara - Hito IV (Frontera con la República del Perú), pueden clasificarse a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos a corto plazo tienen una relación directa con la implementación del diseño y construcción del proyecto, puesto que son una consecuencia directa del mejoramiento de la transitabilidad del tráfico existente en la zona y por supuesto de los vehículos que serán desviados de otras carreteras.

Los objetivos principales son los siguientes:

* Posibilitar el tránsito de vehículos durante toda la época del año.
* Reducir los costos de operación y mantenimiento de los vehículos.
* Reducir los costos y tiempos de transporte haciendo más accesible el servicio a usuarios potenciales.
* Reducir los costos de mantenimiento de la carretera.
* Mejorar las condiciones de seguridad vial.
* Crear fuentes de trabajo e ingresos, durante el estudio, construcción y operación del proyecto.

Los objetivos a mediano y largo plazo están dirigidos a lograr el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad de la nueva carretera, para que se constituya en un incentivo de incremento de la productividad en el sector y a nivel nacional, estos objetivos son los siguientes:

* Impulsar la actividad productiva, mediante una vía que garantice el transporte seguro y económico.
* El desarrollo de los Países Bolivia y Perú, y por consiguiente La Paz y Tacna.
* Implementar un corredor de exportación e importación entre Bolivia y Perú.
* Promover la integración regional y nacional en condiciones óptimas.
* Disminuir el precio de los productos en los mercados regionales.
* Incorporar la región y poblaciones principales a Planes o Programas de desarrollo.
* Atraer capital extranjero para invertir en industrias, que aprovechen la disminución del precio y el constante abastecimiento de insumos, al existir una vía que ofrece seguridad y economía.
* Fomentar las exportaciones
* Crear fuentes de trabajo e ingresos
* Unir las fronteras bolivianas del este y del oeste convirtiéndose de esta manera en el principal corredor interoceánico.

Los objetivos del proyecto están enmarcados en la Estrategia de Desarrollo Económico y Social, elaborada por el gobierno nacional, en la cual, se distingue la importancia de 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 construcciones de vías internacionales.

Diseñar una Vía con 2 carriles el cual de acuerdo a las características del Proyecto deberá ser de máxima seguridad tanto para los peatones como los para conductores. Los objetivos a ser alcanzados con el Estudio de Consultoría para la construcción de la Carretera Nazacara-Hito IV, pueden clasificarse a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos a corto plazo tienen una relación directa con la implementación del proyecto, puesto que son una consecuencia directa del mejoramiento de la transitabilidad del tráfico existente en la zona. Los principales son:

* Posibilitar el tránsito de vehículos durante toda la época del año.
* Reducir los costos de operación y mantenimiento de los vehículos.
* Reducir los costos y tiempos de transporte haciendo más accesible el servicio a usuarios potenciales.
* Reducir los costos de mantenimiento de la carretera.
* Mejorar las condiciones de seguridad vial.
* Crear fuentes de trabajo e ingresos, durante el estudio, construcción y operación del proyecto.

Los objetivos a mediano y largo plazo están dirigidos a lograr que el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad de la carretera constituya un incentivo a la actividad socio-económica, que a continuación se detallan:

* Impulsar la actividad productiva, mediante una vía que garantice el transporte seguro y económico.
* El desarrollo de los Países Bolivia y Perú, y por consiguiente La Paz y Tacna.
* Implementar un corredor de exportación e importación entre Bolivia y Perú.
* Promover la integración regional y nacional en condiciones óptimas.
* Disminuir el precio de los productos en los mercados regionales.
* Incorporar la región y poblaciones principales a Planes o Programas de desarrollo.
* Atraer capital extranjero para invertir en industrias, que aprovechen la disminución del precio y el constante abastecimiento de insumos, al existir una vía que ofrece seguridad y economía.
* Fomentar las exportaciones
* Crear fuentes de trabajo e ingresos.
* Unir las fronteras bolivianas del este y del oeste convirtiéndose de esta manera en el principal corredor interoceánico.

Los objetivos del proyecto están enmarcados en la Estrategia de Desarrollo Económico y Social, elaborada por el estado plurinacional de Bolivia, en la cual, se distingue la importancia de 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 construcciones de vías internacionales.

#### OBJETIVOS DE CONSULTORÍA

El objetivo principal de la Consultora, radica en elaborar 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, en el marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública y el Reglamento Básico de Preinversión de febrero de 2007, que permita contar con una vía de adecuadas características de diseño geométrico, adecuado sistema de drenaje, taludes estables, superficie pavimentada, que sea transitable y segura durante todo el año para el tráfico vehicular, considerando el uso adecuado de los recursos económicos.

Para lograr este objetivo, el consultor deberá enfocarlo desde un punto de vista técnico – económico; evaluando los indicadores económicos de la implementación del proyecto; valorando el crecimiento del nivel de vida de la población ubicada en la zona de influencia del proyecto e identificando, prediciendo, evaluando y proponiendo medidas mitigadoras a impactos ambientales y riesgos (naturales y humanos) que origine la ejecución del proyecto, así como el pronóstico y evaluación de efectos multiplicadores generados por el desarrollo de la región.

De acuerdo a los Términos de Referencia y con el objeto de concluir los estudios en el plazo previsto, la carretera debió dividirse en 2 tramos y elaborar los estudios en paquetes independientes en forma simultánea, lo cual también permitirá iniciar obras por tramo y en forma independiente.

Según Acta de Coordinación N°1, los representantes de la Administradora Boliviana de Carreteras informaron que el proyecto de Construcción entre Nazacara - Hito IV, es prioritario para el Gobierno Plurinacional y que la licitación constará de tres tramos y que el estudio del primer tramo debe ser entre Nazacara y San Andrés de Machaca de aproximadamente 25 kilómetros. El segundo tramo entre San Andrés y la Localidad de Santiago, finalmente el tercer tramo entre Santiago hasta el final del Proyecto (Hito IV).

En consecuencia los representantes de la ABC, solicitaron a la Asociación Accidental PCA – ICBOL brindar toda la capacidad técnica para desarrollar de esta forma el trabajo, incrementando personal, equipos de laboratorios, vehículos, etc.; para entregar los tres proyectos en los plazos previstos.

En este sentido, el Consorcio ha analizado la propuesta de este trameaje y en base a las características del relieve topográfico tomando en cuenta los datos preliminares del levantamiento topográfico concluye; que la segmentación de los tramos serían los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 |

#### DESGLOSE DE TRAMOS

El desglose de los tramos del proyecto Nazacara – Hito IV, es el siguiente:

1. **Tramo Nazacara – San Andrés de Machaca.** Este tramo inicia en la progresiva 66+300, considerado el final del proyecto en construcción (Km 23) – Central Chama – Nazacara y concluye en el Km 91+300 pasando la localidad de San Andrés de Machaca, con una longitud de 25,0 km.
2. **Tramo San Andrés de Machaca – Santiago de Machaca.** El segundo tramo inicia en la progresiva 91+300 y concluye en la progresiva 124+000 pasando la localidad de Santiago de Machaca, con una longitud 32,7 km.
3. **Tramo Santiago de Macha – Hito IV.** El tercer y último tramo inicia en la progresiva 124+000 y concluye en el Hito IV (Frontera con la República del Perú), la longitud de este tramo estará sujeta a la designación de la progresiva final a la conclusión del diseño geométrico, mientras tanto se estima esta progresiva en 175+252, con lo que el tercer tramo tendría una longitud de 51,25 km.

### INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional de desarrollo vial, la Administradora Boliviana de Carreteras tiene como función principal la administración de la pavimentación de la Red Fundamental que conecta principales capitales de los departamentos así como rutas internacionales, para posibilitar la integración nacional y la integración de la economía boliviana al comercio exterior.

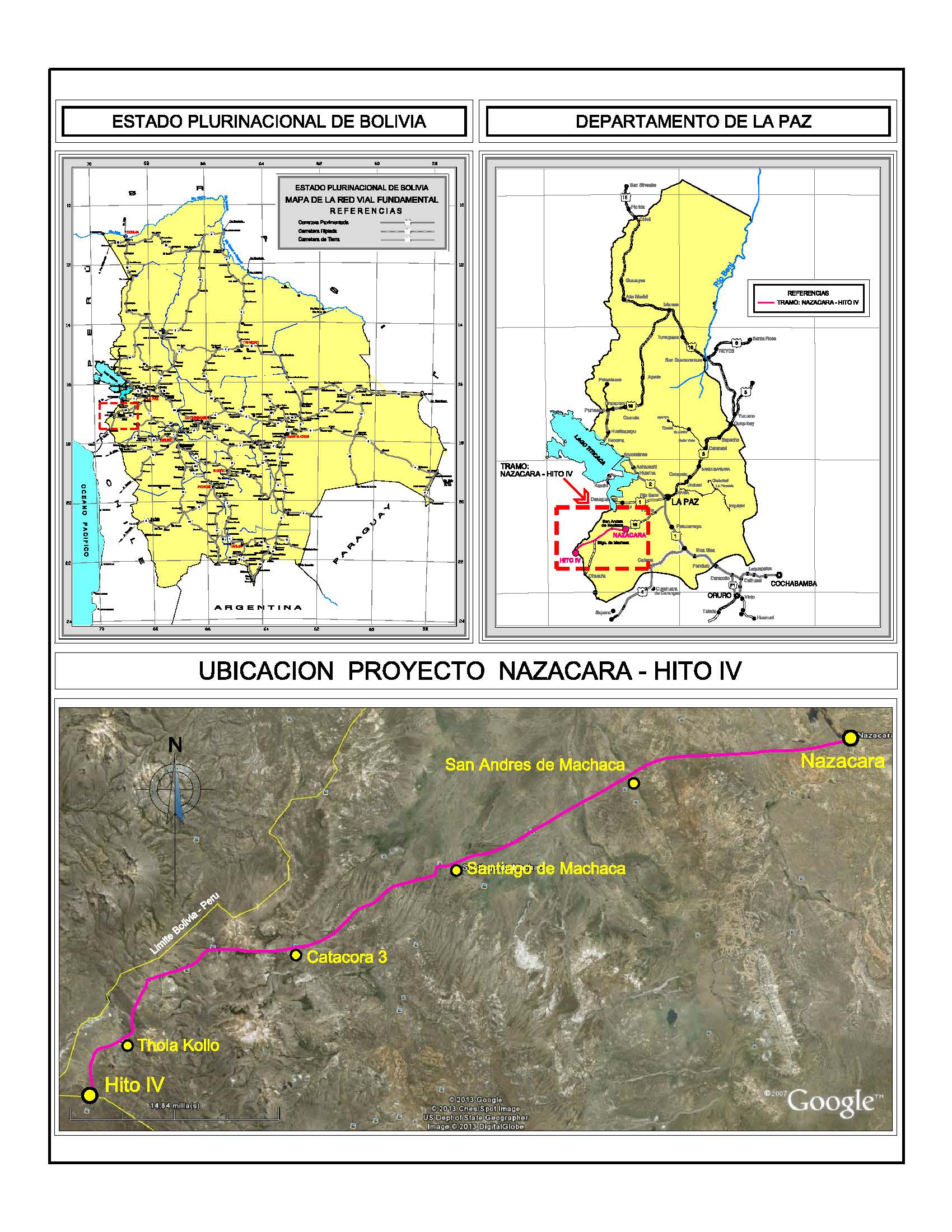
En este sentido, la Carretera Nazacara-Hito IV (Tramo I), al formar parte de la ruta Fundamental Nº 43 y del corredor Este – Oeste, se encuentra considerada como prioridad nacional dentro el Plan Vial de la Administradora Boliviana de Carreteras, ya que integra los Países de Bolivia y Perú. Es por ello que se efectuará el Estudio de Identificación y Estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental de acuerdo a los presentes Términos de Referencia y en el marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de inversión Pública y el Reglamento Básico de Preinversión de febrero de 2007, cuyos resultados demuestran la rentabilidad de ejecutar este proyecto, y determinen el diseño final de las obras, que permitan contar con una carretera transitable. El Estudio debe ser realizado considerando la UBICACIÓN DEL PROYECTO.

### DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

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 frio. 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.

El tramo carretero Nazacara-Hito IV (Tramo I) tiene una longitud aproximada de 25 km y se desarrolla sobre una topografía preferentemente plana con dos pequeños segmentos en corte, el clima de la zona en general es seco y frío.

En la figura siguiente se muestra la ubicación de la carretera Nazacar - Hito IV.

 Figura N° 2 Ubicación de la carretera Nazacara - Hito IV

### ASPECTOS FISIOGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

**Geología**

El sitio del proyecto pertenece al sistema ordovícico, las rocas de este sistema son las más difundidas de la Cordillera Occidental y ocupan aproximadamente 100,000 km2, aflorando en forma continua desde la frontera peruana hasta el límite con Argentina. Las rocas que conforman este sistema son de origen marino con alternancia de areniscas, cuarcitas, limonitas y lulitas.

Los estratos se encuentran plegados, fracturados y en partes metamorfizados. Los geólogos han dividido al ordovícico en más de 20 unidades formacionales, de acuerdo a su ubicación geográfica y considerando espesores que llegan a los 10,000 metros de potencia.

En la zona dominan afloramientos de areniscas, cuarcitas, lulitas y pizarras pertenecientes a los pisos superiores del ordovícico

**Fisiografía**

Pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Occidental, se la identifico principalmente por su ambiente geológico netamente volcánico, ubicado en la parte occidental del país, en la frontera de Perú, Chile y Argentina.

El gran paisaje es el de Pedillanura, presenta un relieve bajo y plano conformando una llanura fluvio lacustre, con ligeros pie de montes, constituidos por material suelto de edad cuaternaria y terciaria.

**Suelos**

Los suelos presentan una pendiente baja, de 3%, con un microrelieve con ausencia de irregularidades en la superficie del suelo, estos suelos son bien drenados, no presentan agua estancadas ni sufre de inundaciones por ríos o riachuelos. Alcanza un espesor de 60 cm, con una textura dominante pesada, que incluye texturas arenosas muy finas y francosas, con predominancia de capas cementadas, franco arcillosas y arcillosas.

Los suelos son ligeramente afectados por sales y sodio, el porcentaje de sodio se encuentra entre 4 y 8%. La fertilidad en estos suelos es baja, la saturación de las bases es inferior a 50%, el contenido de carbono orgánico es menor a 10 g por cada kilogramo de suelo, está compuesto por rocas ígneas metamórficamente acidas; conglomerados, areniscas arcosas, etc.

De acuerdo a su taxonomía, los suelos del área corresponden a las Órdenes Orthids, Orthents y Argids.

**Hidrología**

Se encuentra dentro de la Cuenca Cerrada o Lacustre, ubicada al Sud Oeste de Bolivia, es considerada como cuenca cerrada porque sus drenajes se encuentran concentrados en lagos y salares.

Esta cuenca forma una superficie de 154.176 Km2, que representan el 14% del territorio nacional. La característica más importante es la presencia del lago Titicaca, cuyo drenaje principal constituye el rio Desaguadero, que lo conecta naturalmente al lago Poopó, donde posteriormente se encuentran las dos masas de aguas menores como el lago Uru Uru y los salares de Coipasa y Uyuni.

**Vegetación**

Pertenece al piso altitudinal de la puna la cual es considerada como una “zona de confrontación del crecimiento arbóreo, donde pueden caer heladas durante casi todo el año.

El piso puneño prácticamente ha sido urbanizado en su totalidad. En épocas anteriores, el tipo de vegetación predomínate era, seguramente, un bosque bajo especies arbóreas de queñua (*Polylepis spp*.), quishwara (*Buddeleja spp*), chachacoma (*Escallonia spp*.), entremezclados con arbustos como thola (*Baccharis spp*.), *Ribes, Berberis, Saruteja* y *Minthosthachis*, entre otras.

Uno de los problemas actuales es el relativo a la menor cobertura del suelo, quedando este menos protegido contra la fuerte insolación y las intensas lluvias, por lo que se vuelven más secos permitiendo el crecimiento de algunas especies adaptadas a tales condiciones, como son las tholas y chilcas.

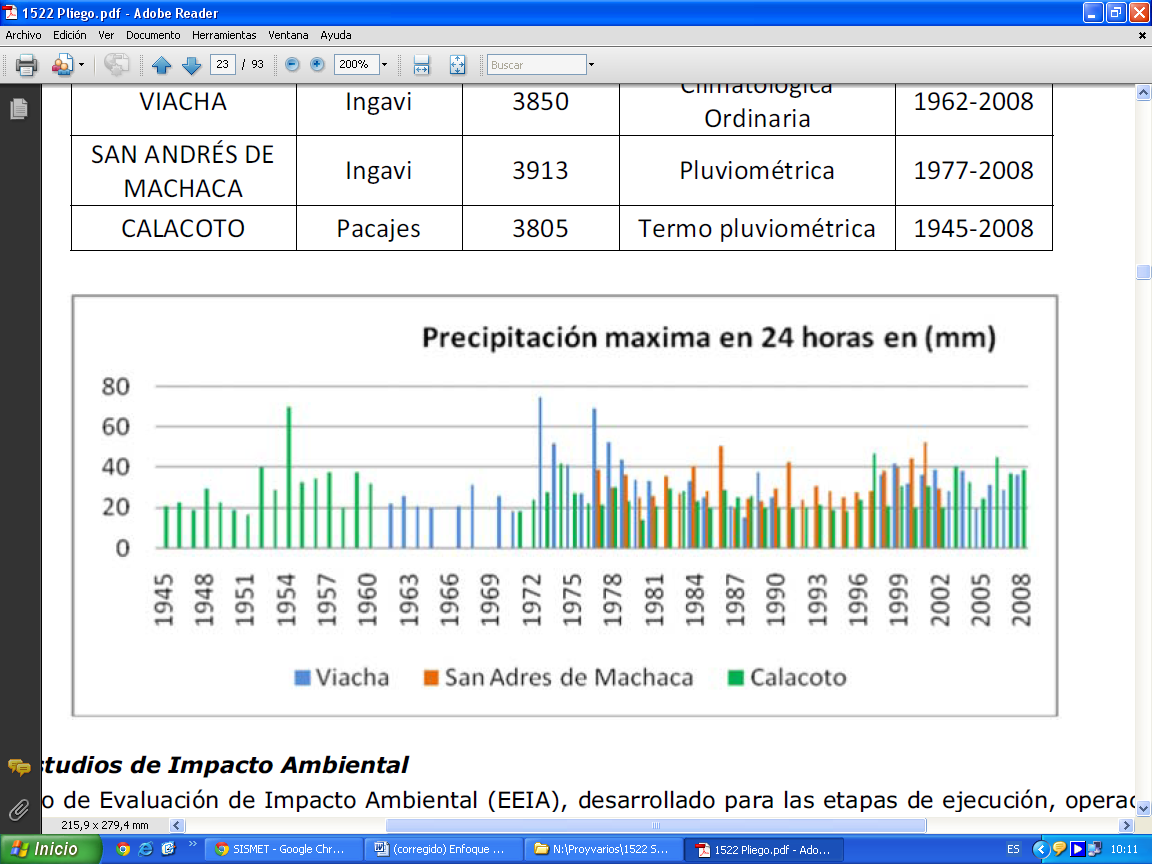
Sobre laderas respectivamente calidas crecen matorrales de numerosas especies arbustivas y matas de gramíneas. Las especies más comunes de arbustos o subarbustos son *Baccharis latifolia*, B. *incarum, Adesmia miraflorensis, Calceolaria parvifolia, Viguera pazensis y Saruteja boliviana*. Entre las hiedras predominan la huira huira (*Achyrocline alata, A. ramosissima, Gnaphalium spp*.), y varias especies de achicoria (*Hieracium spp. Hypochoeris elata*).

Las laderas más frías, por su exposición Sur Suroeste, y en laderas menos pedregosas no crece ningún arbusto alto, aparte de unas tholas pequeñas, las especies dominantes son: ichu (*Stipa ichu*), iru ichu o chilligua (*Festuca dilochophylla*), cebadilla (*Bromas catharticus*), chiji *(Poa annua*), *Muhlenbergia fastidia* y *M. peruviana*.

**Clima**

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), cuenta con registros de precipitaciones máximas en las estaciones de Viacha, San Andres de Machaca y Calacoto, próximas a la zona del proyecto.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Ubicación / Provincia** | **Altura (m.s.n.m)** | **Tipo de Estación** |
| Viacha | Ingavi | 3850 | Climatológica Ordinaria |
| San Andrés de Machaca | Ingavi | 3913 | Pluviométrica |
| Calacoto | Pacajes | 3805 | Termo Pluviométrica |



### DESCRIPCIÓN DEL CAMINO EXISTENTE

**TRAMO 1: Nazacara – San Andrés de Machaca**

El tramo inicia en la población de Nazacara, donde se encuentra un puente pretensado de 3 tramos construido sobre el río Desaguadero. A pocos kilómetros de esta población, el camino ingresa nuevamente a la provincia Ingavi. Similarmente al anterior, el camino discurre sobre una topografía plana, con algunos sectores ondulados con suaves pendientes y curvas por lo general amplias. La geología corresponde a la Formación Ulloma y en la última parte a la Formación Kollu Kollu. La primera parte del tramo atraviesa una antigua llanura de inundación del río Desaguadero, que se anega durante la época de lluvias, provocando el deterioro de la plataforma existente. Posteriormente, se atraviesa numerosos cursos de agua que requieren obras de drenaje, ya que la plataforma tiene un nivel bajo. Muchas de las obras construidas años atrás se encuentran taponadas por el material de arrastre o han colapsado por la acción erosiva del agua.

### PRESENTACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN

De acuerdo a las consideraciones particulares del proyecto, en el Estudio de Identificación se han considera los siguientes aspectos:

* Prediseño de Alternativas de diseño final; en el planteamiento de alternativas de solución a los sitios críticos, principalmente aquellos donde la pendiente es elevada y longitudes de carretera sostenidos, dichas alternativas consideran la construcción de un puente sobre el río desaguadero (Nazacara), paralelo al actual, además de respetar los demás puentes existentes construidos en el tramo.
* Prediseño de alternativas de trazo, demostrando la mejor solución técnica, económica y socio ambiental.
* Diagnóstico socioeconómico de la zona de influencia del proyecto con la identificación de áreas potenciales de desarrollo que serán beneficiadas con la construcción y mejoramiento de la carretera.
* Estudio de Tráfico y Transporte.
* Elaboración del área de influencia del proyecto (para las diferentes alternativas) en base a mapas temáticos técnicos (hidrología, geología, uso de suelo, cobertura vegetal, tráfico y otros), económica, social, ambiental y legal.
* Estudio geológico, geotécnico
* Estudio de hidrología
* Diagnóstico Estructural de Puentes

### PRESENTACIÓN DEL PROYECTO TESA

Una vez aprobado el Estudio de Identificación por el Cliente, se ha procedido a la elaboración del Proyecto Tramo 1, considerado como Estudio Técnico Económico, Social y Ambiental (TESA) para la licitación de los primeros 25 kilómetros.

Para la elaboración del proyecto se han considerado los estudios básicos de ingeniería como ser:

* 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 puente, geofísicos y perforaciones rotativas.

Con los datos anteriores se procedió al Diseño de Ingeniería de todos los elementos de la carretera, considerando un pavimento de vía y bermas con mezcla asfáltica con polímeros.

En este sentido, la Asociación Accidental PCA – ICBOL, ha desarrollado el proyecto atendiendo la evaluación socioeconómica, para una carretera con una estructura de pavimento de vía conformada con capa subbase, capa base y carpeta asfáltica polimerizada; bermas pavimentadas con carpeta asfáltica polimerizada, doble vía en la localidad de Nazacara, construcción de un puente gemelo sobre el río Desaguadero en la localidad de Nazacara, un puesto de peaje en la localidad de Nazacara al finalizar la doble vía, aparcaderos, obras de drenaje menor transversales, obras de drenaje longitudinal, obras complementarias, defensivos, señalización horizontal y señalización vertical.

El desarrollo de todos los elementos tiene la siguiente estructura y se presenta en los siguientes volúmenes:

|  |
| --- |
| **VOLUMEN 0. ASPECTOS GENERALES** |
| **VOLUMEN 1. ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS Y DE TRAFICO** |
| **VOLUMEN 2. ESTUDIOS DE INGENIERIA** |
| **VOLUMEN 3. DISEÑOS DE INGENIERIA** |
| **VOLUMEN 4. PRESUPUESTO** |
| **VOLUMEN 5. PLANOS** |
| **VOLUMEN 6. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES** |
| **VOLUMEN 7. ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL** |
| **VOLUMEN 8. EVALUACION SOCIOECONOMICA** |
| **VOLUMEN 9. SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA** |

### ESTUDIOS DE INGENIERÍA

* + 1. **Estudios topográficos**

Para realizar los trabajos de relevamiento topográfico, se programó una serie de actividades de campo y gabinete con la finalidad de hacer uso óptimo de los recursos disponibles, financieros y factor tiempo para lograr resultados adecuados y satisfactorios. A continuación se detallan las actividades más importantes:

* Movilización de personal.
* Reconocimiento de la zona de trabajo.
* Conformación de brigadas de topografía.
* Acopio de información de campo Puntos de control GPS, BMs.
* Validación de la información para definir las metodologías de trabajo.
* Definición de las metodologías de trabajo.
* Ordenamiento de secuencias de trabajo de campo y gabinete.
* Verificación de funcionamiento y calibración de equipos.
* Asignación de Equipos topográficos.
* Planificación de apoyo logístico.
* Mecanismo de control y seguimiento de los trabajos.
* Directivas para procesamiento de la información.
* Generación de superficies digitales

La recopilación de información técnica, se basa en datos de la Red Geodésica, para el uso de las lecturas de GPS de la Estación Continua de INGA y URUS Ubicado en los Dpto. La Paz y Oruro (Instalados en el cuartel del Regimiento Ingavi y Camacho, respectivamente) y en datos de los bancos de Nivel de San Andres y Santiago de Machaca, recabados del Instituto Geografico Militar, institución que administra y genera información geoespacial.

Adicionalmente se utilizó el banco de Nivel ubicado en Nazacara del proyecto ÇViacha Nazacara elaborado pro la Consultora CAEM.

**Poligonal Base Control GPS**

El control Horizontal se realizo a partir de las estaciones continuas de URUS e INGA, estaciones que forman parte de la red SIRGAS, conforme muestra al flujo de Vectores, siendo el tiempo de observación mayor a 4.5 horas, denominado en el tramo de estudio puntos de control para la poligonal principal.

En la tabla siguiente se resumen los resultados.

Tabla 2



**Levantamiento Topográfico en Campo**

Las tareas de levantamiento topográfico, se realizaron para recabar la información necesaria que permita generar superficies del terreno en su representación real; estos datos han sido colectados con estación Total Leica Tcra 1103 serie 723328.

El microprocesador de estación total, fue habilitado para la creación de datos fiables y depurados a partir de menú de cálculos estándar que comprende el promedio de mediciones múltiples, corrección electrónica instantánea de distancias por constante de prisma, refracción atmosférica, presión y curvatura terrestre, con la reducción de distancia inclinadas a su componente horizontal y vertical, además el cálculo de las cotas correspondientes.

**Trabajos en Gabinete**

Se utilizó el software Leica Geo Office V5 y V7, que permite el tratamiento de la información de ambas frecuencias, códigos y fases, los pasos secuenciales son:

* Colector de datos de campo a ordenadores Pc
* Transformación de datos crudos a formato Rinex (Receiver independent Exchange Format)
* Verificación de los archivos según las convenciones Rinex
* Unificación de los nombre de las estaciones y verificaciones de tipo de antenas utilizados.
* Calculo de soluciones preliminares
* Determinación de líneas Base
* Detección y corrección de saltos de ciclo utilizando medidas de fase

**Resultados**

Las actividades desarrolladas ejecutadas se resumen en la tabla siguiente

Tabla 3 Cantidad de Trabajos Topográficos



* + 1. **Estudios Geológicos**
       1. **Contexto Tectónico – Estratigráfico**

La región Santiago de Machaca e Hito IV (Mapa Geológico Regional), se caracteriza por poseer una corteza extremadamente espesa (70 km) resultado del acortamiento cortical y el aporte de magmas generados por la subducción de la Placa de Nazca (Farallón). La interacción entre esta placa y el continente, además, ha creado en este último un ambiente tectónico complejo, apropiado para la formación de cuencas de tamaño relativamente pequeño pero con gran capacidad de subsidencia. Los trabajos de reconstitución geodinámica de estas cuencas en Bolivia han llevado a la definición de unidades tectono-estratigráficas cuya referencia es bastante útil para la comprensión de la geología del área de estudio.

Sedimentos cretácicos que pueden alcanzar unos 300 metros de espesor se depositaron discordantemente sobre basamento metamórfico. Estos sedimentos fueron interceptados por una perforación con profundidad de 1.700 metros (Lehmann, 1978).

Depósitos cenozoicos bastante espesos cubren estas rocas casi por completo. En ellos se pueden distinguir dos secuencias de características diferentes:

* Secuencia paleógena, de composición casi exclusivamente detrítica y amplia distribución en toda la Cuña Occidental.
* Secuencia neógena de carácter volcano-­sedimentario con afloramientos preferentemente concentrados en las proximidades de las zonas de cabalgamiento y de la faja volcánica en formación.

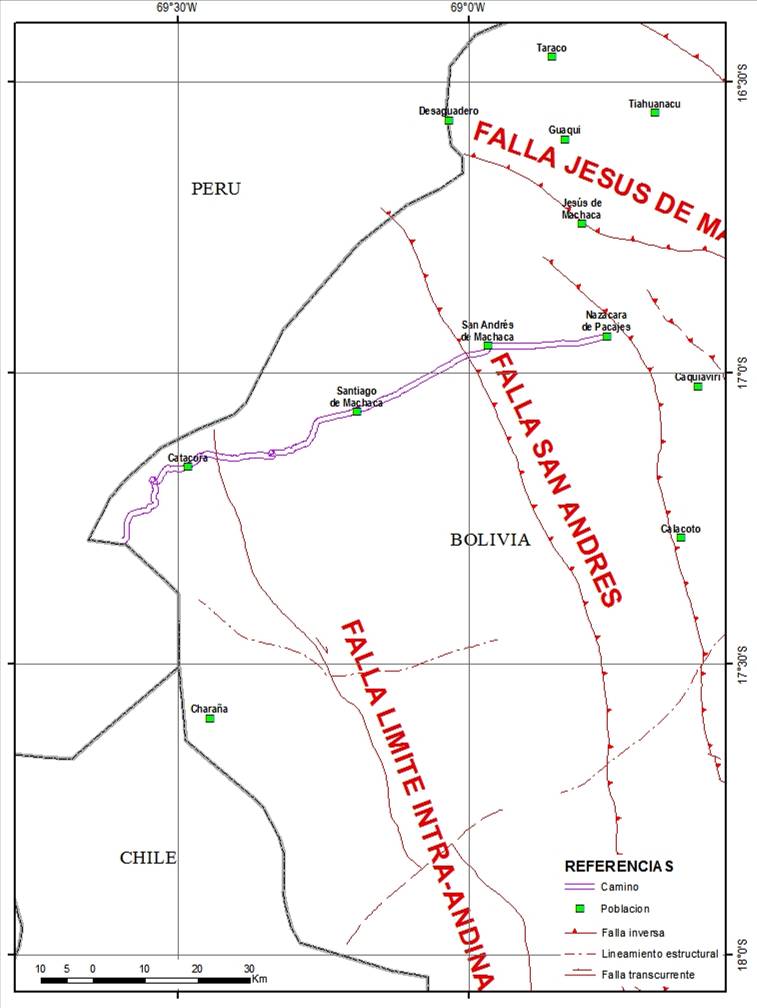
**Magmatismo**

El Oeste del área de estudio está comprendido en la unidad morfológica denominada Faja Volcánica Occidental que también es conocida como Cordillera Occidental. Esta faja está constituida por rocas cenozoicas. El volcanismo Cenozoico en Bolivia se inició en el Paleógeno superior prolongándose casi de manera continua hasta el Cuaternario. Los depósitos volcánicos más antiguos están intercalados entre los sedimentos terrígenos continentales que afloran ampliamente en el Altiplano. Las rocas magmáticas más jóvenes se encuentran sobre estos conjuntos volcano-sedimentarios cubriéndolos casi totalmente.

* + - 1. **Marco tectónico regional**

El área de estudio ha sido escenario de una intensa actividad tectónica cenozoica cuyos exponentes prominentes son las fallas regionales San Andrés y la Falla limite Intra-Andina, que jugaron un papel importante en la geodinámica, no solo del área de estudio, si no también de toda la región altiplánica. La Falla San Andrés, definida como una falla de desgarre (strike slip), ha controlado parte de la geodinámica de la región altiplánica delimitando dos importantes dominios estructurales. Un dominio occidental, en general poco plegado y deformado que se desarrolla sobre un zócalo precambriano; y un dominio oriental bien plegado que se desarrolla sobre un substrato paleozoico. La Falla Limite Intra-Andina determino la presencia de dos fajas de características estratigráficas muy diferentes, las mismas que se encontraran limitadas por esta estructura.

Figura N° 3 Plano de Fallas Regionales



* + - 1. **Estratigrafía**

**Eoceno - Oligoceno**

**Formación San Andrés**: Se diferencia por los siguientes miembros: Miembro 1 está conformada por areniscas y arcilitas con facies de ríos entrelazados, el miembro 3 consta de arcilitas y areniscas, presenta facies fluviales y lacustres.

**Mioceno - Plioceno**

**Formación Mauri, Miembro Superior:** El miembro superior de la presente descripción incluye los antiguos miembros 5 y 6. Esta parte de la formación es mucho más variable lateralmente que la sección inferior. Es una secuencia heterogénea de 410m. de espesor de capas de areniscas volcanogenicas de grano grueso y areniscas gravosas. Son frecuentes las tobas retrabajadas y en forma discontinua, flujos de toba riolitica no soldada.

La Formación Mauri en conjunto tiene características muy peculiares que no han sido encontradas en otras unidades del Altiplano Norte. Sus rasgos indican cambios constantes en la energía de sedimentación y en la fuente de alimentación. Gran parte de estos depósitos tienen carácter torrencial, posiblemente generados inmediatamente después de erupciones volcánicas.

**Formación Huaricunca:** La faja volcánica central está constituida por una cadena de volcanes aproximadamente coetáneos de los cuales el mayor es el complejo denominado Huaricunca-Laramkahua, nombre que deriva de sus dos probables centros principales de emisión. Las rocas generadas a partir de cada uno de ellos son semejantes, razón por la cual no se las puede diferenciar en el terreno.

**Plioceno**

**Formación Pérez:** Esta formación se caracteriza por reconocer tres miembro, los cuales están caracterizados de la siguiente manera, el primer miembro es una toba de caída de color blanquecina, de 1m de espesor, luego un segundo miembro que es una toba soldada de color blanquecina que presenta tres unidades de enfriamiento, el cual contiene pómez de tamaño de 0.5cm a 2cm, líticos desde 0.5 a 1cm el espesor de este miembro es de 5m, como último miembro se observó una toba soldada de color rosácea, con fiames de 2cm.

**Cuaternario**

**Formación Ulloma:** Esta formación sobreyace a rocas más antiguas y están vinculadas al Lago Ballivian (Pleistoceno) y constan de pelitas, psamitas y psefitas.

**Depósitos Cuaternarios**: Depósitos de materiales no consolidados que se encuentran en la planicie aluvial, pendiente de los ríos, formando abanicos aluviales disectados; incluyen bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas.

* + 1. **Estudios de Suelos y Geotécnia**

Para la objetivización, análisis y verificación de la calidad de los materiales de fundación, bancos y yacimientos, se realización:

* Trabajos de Campo, obtención de muestras
* Trabajos de Laboratorio, procesamiento de muestras
* Trabajos de Gabinete, análisis de resultados sobre propiedades mecánicas de los materiales

En este sentido, en la siguiente Tabla se presenta un resumen de los principales parámetros del suelo asociados a la clasificación AASHTO correspondientes al Tramo 1 del proyecto.

Tabla 4 Muestras de Suelo Clasificación AASHTO



**Propiedades Mecánicas**

En la siguiente Tabla se indica los parámetros mecánicos, la clasificación AASHTO y SUCS asociada. El valor de CBR y expansión corresponden al 95%:

Tabla 5 Ensayos de compactación y *CBR*

| Grupo | Clasificación | | | Compactación. AASHTO T-180 | | Ensayo de *CBR*, (%) | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SUCS | AASHTO | | *wopt.*, (%) | *d-max.*, (kN/m3) | *CBR95* | Exp.95 |
| G-001 | GP-GM | A-1-b | (0) | 6.3 | 21.46 | 46.0 | 0.2 |
| G-002 | SP-SM | A-1-b | (0) | 10.5 | 19.16 | 49.0 | 0.0 |
| G-003 | SP-SM | A-1-b | (0) | 6.4 | 21.30 | 50.6 | 0.1 |
| G-004 | SM | A-1-b | (0) | 6.0 | 21.58 | 40.0 | 0.0 |
| G-005 | SM | A-1-b | (0) | 9.0 | 20.45 | 31.6 | 0.2 |
| G-042 | SP-SM | A-1-b | (0) | 5.2 | 21.44 | 43.5 | 0.0 |
| G-051 | SM | A-1-b | (0) | 7.7 | 20.28 | 52.6 | 0.0 |
| G-006 | SP-SM | A-3 | (0) | 14.1 | 16.86 | 24.3 | 0.0 |
| G-007 | SP-SM | A-2-4 | (0) | 19.4 | 15.66 | 13.4 | 0.0 |
| G-008 | SM | A-2-4 | (0) | 12.1 | 17.29 | 22.5 | 0.1 |
| G-009 | SM | A-2-4 | (0) | 13.3 | 16.85 | 20.0 | 0.0 |
| G-010 | SM | A-2-4 | (0) | 15.5 | 17.12 | 16.0 | 0.0 |
| G-011 | SM | A-2-4 | (0) | 11.9 | 18.51 | 33.3 | 0.1 |
| G-012 | SM | A-2-4 | (0) | 13.8 | 18.14 | 19.7 | 0.2 |
| G-013 | SM | A-2-4 | (0) | 12.5 | 18.61 | 29.8 | 0.7 |
| G-014 | SM | A-2-4 | (0) | 13.1 | 18.02 | 34.7 | 0.1 |
| G-015 | SM | A-2-4 | (0) | 15.2 | 17.60 | 24.0 | 0.2 |
| G-016 | SM | A-2-4 | (0) | 10.1 | 19.23 | 37.5 | 0.3 |
| G-017 | SC | A-2-4 | (0) | 8.7 | 20.34 | 19.0 | 1.3 |
| G-058 | SM | A-2-4 | (0) | 13.9 | 18.07 | 27.5 | 0.0 |
| G-062 | SM | A-2-4 | (0) | 9.6 | 19.86 | 31.8 | 0.3 |
| G-065 | SM | A-2-4 | (0) | 11.3 | 19.30 | 22.4 | 1.0 |
| G-066 | SM | A-2-4 | (0) | 10.2 | 19.48 | 41.0 | 0.2 |
| G-068 | SM | A-2-4 | (0) | 11.8 | 18.30 | 20.7 | 0.1 |
| G-070 | SM | A-2-4 | (0) | 12.2 | 19.06 | 36.8 | 0.0 |
| G-071 | SM | A-2-4 | (0) | 12.7 | 18.43 | 26.3 | 0.4 |
| G-072 | SM | A-2-4 | (0) | 12.7 | 18.53 | 25.4 | 0.0 |
| G-073 | SM | A-2-4 | (0) | 14.7 | 17.07 | 22.1 | 0.0 |
| G-018 | SM | A-4 | (0) | 10.5 | 19.05 | 20.5 | 0.2 |
| G-019 | SC-SM | A-4 | (1) | 14.6 | 18.02 | 17.7 | 0.4 |
| G-020 | ML | A-4 | (0) | 20.9 | 16.13 | 13.1 | 0.2 |
| G-021 | ML | A-4 | (0) | 38.8 | 12.93 | 4.4 | 3.2 |
| G-022 | ML | A-4 | (0) | 39.4 | 12.62 | 4.0 | 3.1 |
| G-023 | ML | A-4 | (8) | 13.7 | 17.57 | 1.7 | 6.4 |
| G-024 | ML | A-4 | (11) | 18.8 | 17.15 | 11.2 | 1.4 |
| G-025 | CL | A-4 | (3) | 11.4 | 19.30 | 2.9 | 4.7 |
| G-026 | CL | A-4 | (8) | 16.2 | 17.57 | 3.8 | 4.0 |
| G-082 | SC-SM | A-4 | (0) | 11.0 | 18.95 | 23.7 | 0.7 |
| G-084 | SC | A-4 | (1) | 13.3 | 18.34 | 3.2 | 3.7 |
| G-089 | CL-ML | A-4 | (2) | 15.1 | 18.01 | 9.2 | 1.6 |
| G-091 | CL | A-4 | (7) | 17.5 | 16.91 | 11.9 | 2.9 |
| G-027 | SC | A-6 | (3) | 15.7 | 17.20 | 4.0 | 3.8 |
| G-028 | ML | A-6 | (14) | 18.7 | 17.11 | 3.1 | 3.6 |
| G-029 | CL | A-6 | (7) | 14.3 | 17.55 | 3.1 | 5.0 |
| G-030 | CL | A-6 | (9) | 14.6 | 17.73 | 2.5 | 5.8 |
| G-031 | CL | A-6 | (17) | 15.8 | 17.42 | 2.7 | 4.1 |
| G-093 | CL | A-6 | (4) | 12.6 | 18.06 | 3.1 | 4.0 |
| G-095 | CL | A-6 | (10) | 16.8 | 16.29 | 4.4 | 3.9 |
| G-032 | ML | A-7-5 | (19) | 29.6 | 13.94 | 8.8 | 1.3 |
| G-033 | MH | A-7-5 | (30) | 24.9 | 14.61 | 4.0 | 4.8 |
| G-034 | ML | A-7-6 | (19) | 21.8 | 15.31 | 4.4 | 3.3 |
| G-035 | CH | A-7-6 | (32) | 20.2 | 15.48 | 2.3 | 7.5 |
| G-099 | CH | A-7-6 | (31) | 22.7 | 15.72 | 2.6 | 6.0 |

En la siguiente Tabla se presenta el Análisis de Consistencia del CBR.

Tabla 6 Análisis de Consistencia



De manera de tener una percepción de la variabilidad del *CBR95* a lo largo de la traza del proyecto, en el que se indica por rangos de *CBR95* la proporción absoluta y relativa de valores. Se ha tomado en cuenta además, la cantidad de muestras por cada grupo, de manera que las frecuencias absoluta y relativa sean lo más cercanas al comportamiento del terreno.

Tabla 7 Variabilidad de CBRs, por Rangos



Tabla 8 Sectores con Cambio de Material



* + 1. **Estudios Geotécnicos de Yacimientos**
       1. **Identificación de bancos de préstamo**

En el tramo se han identificado dos fuentes de abastecimiento de materiales de construcción. La primera en el Río Calajahuira corresponde a material aluvial (BP-01) y la segunda a un material pétreo denominado Cantera San Andrés (C-01).

En la Tablasiguiente presenta un resumen de las características de identificación más relevantes:



El río Calajahuira está constituido por materiales gravosos y arenosos, en las siguientes fotografías se puede apreciar el yacimiento de materiales.



En la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados obtenidos luego de efectuados los ensayos correspondientes

.

Tabla 9 Propiedades físico-mecánicas. Banco



La cantera San Andrés, está próxima a la población de San Andrés, ubicada en la progresiva 87+600, sobre la ladera izquierda del camino carretero. Esta cantera esta situada debajo de un material coluvial de espesor variable. El macizo rocoso llega a aflorar en sectores determinados, la fotografía siguiente muestra un panorama del Banco.



* + - 1. **Análisis granulométrico**

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas Especiales, el material de sub-base debe cumplir con la gradación B. En este sentido, se ha determinado la granulometría promedio del banco de préstamo estudiado, misma que se ha comparado con la definida por la gradación B de las especificaciones. En la tabla siguiente se presentan los valores obtenidos corregidos, con el material proveniente de la Cantera.

Tabla 10 Granulometría corregida para Sub – Base



Propiedades de durabilidad BP-01. Sub-base



De acuerdo a las Especificaciones Técnicas Especiales se recomienda el uso de la faja granulométrica tipo “A” para material de capa base. Para alcanzar la citada granulometría se procedió a mezclar grava triturada procedente de la cantera San Andrés en un 35%, con grava natural del río Calajahuira en un 25% y finalmente 40% de arena natural procedente del mismo río

En la tabla siguiente se presentan los valores de la gradación “A” para capa base, así como los valores de la granulometría obtenidas de la mezcla (C-01 + BP-01).

Tabla 11 Análisis granulométrico. Capa base



Propiedades físico-mecánicas. Capa base



De acuerdo a los resultados obtenidos, la mezcla cumple con las exigencias indicadas en las especificaciones técnicas. Así, el valor de *CBR100* es superior a 80%; mientras que la expansión medida es inferior a 0.5%. Por tanto, desde el punto de vista de sus propiedades físico-mecánicas, la mezcla es adecuada.

Como parte de los estudios geotécnicos de yacimientos, se ha realizado la investigación de las posibles fuentes de aprovisionamiento de materiales para la elaboración de hormigones (agregados). Estas fuentes provienen en general de los depósitos aluviales encontrados en la investigación de campo.

**Agregado Grueso**

En la figura se presenta de manera gráfica las curvas granulométricas correspondientes a la especificación técnica, así como a la grava estudiada.

Tabla 12 Granulometría de grava.



Propiedades físicas de la grava



**Agregado Fino**

Tabla 13 Granulometría de arena



Propiedades físicas de la arena



Finalmente, en la siguiente Tabla se presenta la cantidad aproximada sobre demanda -oferta de materiales para la construcción del paquete estructural. Este análisis se efectúa comparando el volumen útil ofertado por los bancos de préstamo seleccionados con el volumen requerido por el proyecto.

Tabla 14 Demanda según tipo de materiales



* + 1. **Estudios Hidrológicos**

La zona del proyecto corresponde en su totalidad a la cuenca cerrada o lacustre, que comprende las subcuencas de los lagos Titicaca y Poopó, los Salares de Coipasa y Uyuni, y el río Desaguadero.

Esta cuenca ocupa una superficie aproximada de 154,176 km2. Una característica importante de la cuenca Cerrada es la presencia del lago Titicaca, el lago navegable más alto del mundo, cuyo drenaje principal constituye el río Desaguadero que lo conecta naturalmente con el lago Poopó; al Sur de esta cuenca se encuentran otras masas de agua menores como el lago Uru Uru y los salares de Coipasa y Uyuni.

El río Desaguadero nace al Suroeste del golfo de Taraco ubicado en el lago Menor ó Huiñaymarca del lago Titicaca, en el Departamento de La Paz; antes de llegar al lago Uru Uru se bifurca, desembocando una de sus ramas en el lago Uru Uru, o la otra directamente sobre el lago Poopó, en el ingreso al antiguo lago Uru Uru su trayectoria se vuelve a bifurcar asumiendo los nombres de río Kimpara y río Parina Pata.

El río Desaguadero tiene una longitud de 383 Km hasta su confluencia con el lago Poopó; los primeros 8 Km desde la salida del lago Titicaca hasta el Hito 43, son de curso contiguo con la república del Perú.

La mayor parte de los cursos que atraviesan la vía, forman parte de la cuenca del río Llinqui, considerado como se mencionó anteriormente, uno de los principales afluentes del alto Desaguadero. Desde Nazacara hasta la progresiva 77+000 los cursos drenan directamente hacia el río Desaguadero; de la progresiva indicada hasta el kilómetro 142+200, todos los cursos que la carretera atraviesa forman parte de la cuenca del río Llinqui, que desemboca en el río Desaguadero; desde el km 142+200 hasta la progresiva 162+950 los cursos drenan hacia la cuenca del río Cusicusini; desde la progresiva 162+950 hasta el final del proyecto en Hito IV los cursos forman parte de la cuenca del río Huinchinca. En siguientes Figuras se muestra lo indicado:

Complementariamente se debe indicar, que el proyecto se inicia con el cruce del río Desaguadero en Nazacara, sin embargo, los caudales de éste río se encuentran totalmente controlados por la obra de regulación del lago Titicaca en Desaguadero; por lo expuesto.

A continuación se muestra el mapa hidrográfico del área en estudio y las tablas con el cálculo de tiempos de concentración:

Figura N° 4 Mapa Hidrográfico Regional del Área de Estudio

### 

* + 1. **Diseño Geométrico de la Vía**

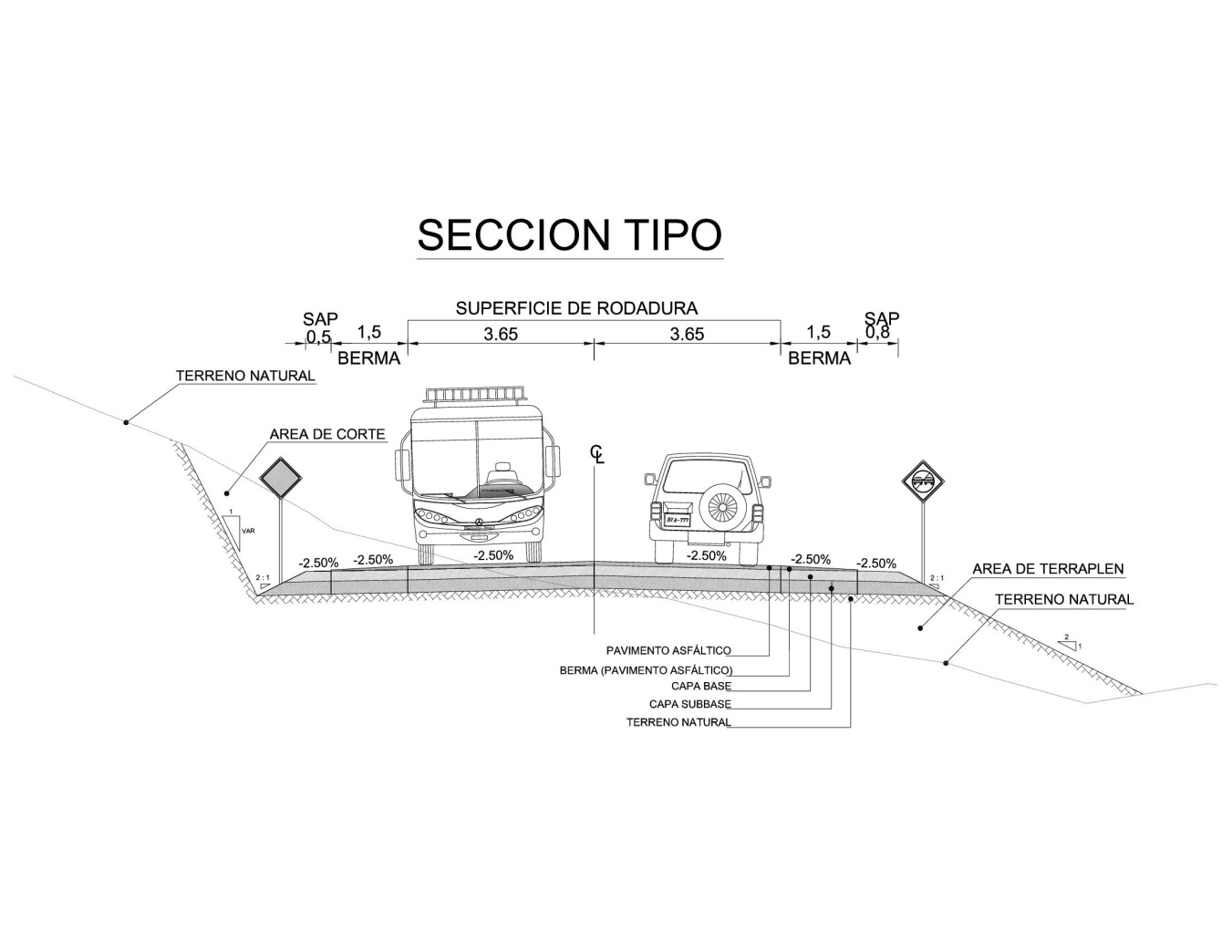
Los parámetros del proyecto están relacionados principalmente con la morfología de la zona, las velocidades de diseño y con otros factores tales como el tráfico vehicular existente, histórico, generado y atraído, estimado durante el periodo de vida de la vía; además de la seguridad de los usuarios, funcionalidad de la carretera, impactos al medio ambiente, costos de construcción, costos de operación vehicular y operaciones de mantenimiento.

En base a lo señalado a fin de minimizar las afectaciones a inmuebles y zonas económicamente productivas, el proyecto de la nueva carretera buscó mantener en lo posible el camino existente y las características naturales del entorno

.

A fin de lograr un diseño acorde con la red vial nacional y departamental, el Consultor ha efectuado un análisis exhaustivo del Manual Técnico para el Diseño de Carreteras de la Administradora Boliviana de Carreteras “ABC”, año 2007 y de normas vigentes en otros países. Se adoptan las Normas Bolivianas como principal criterio, y se complementa cuando sea necesario con otras normas que fueron aplicados en Bolivia en otros estudios realizados.

En la siguiente figura se muestra la sección tipo del diseño geométrico



El resumen de los parámetros adoptados se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 15 RESUMEN DE PARÁMETROS GEOMÉTRICOS RECOMENDADOS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CARACTERÍSTICA | VALOR EN PROYECTO | | |
| CATEGORÍA | PRIMARIO | | |
| VOLUMEN DE TRÁNSITO DIARIO (TPDA) | MAYOR A 1500 VEH./DIA | | |
| CONTROL DE ACCESOS | ENLACES, INTERSECCIONES DIRECTAS | | |
| SUPERFICIE DE RODADURA | CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO | | |
| TOPOGRAFÍA | **LLANA** | **ONDULADA** | **MONTAÑOSA** |
| VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/hr) | 100 | 90 | 60 |
| PERALTE MÁXIMO (%) | 8 | 8 | 8 |
| RADIO MÍNIMO (m) | 425 | 330 | 120 |
| PENDIENTE LONG, MÁXIMA (%) | 4 | 5 | 6\*\* |
| **DISTANCIAS MÍNIMAS DE VISIBILIDAD** | | | |
| DE FRENADO (m) | 210 | 175 | 85 |
| DE ADELANTAMIENTO (m) | 680 | 620 | 420 |
| **VALORES DE "K" PARA CURVAS VERTICALES** | | | |
| CURVAS CONVEXAS | 91 | 63 | 15 |
| CURVAS CÓNCAVAS | 52 | 42 | 17 |
| **SECCÍON TRANSVERSAL DE LA PLATAFORMA** | | | |
| SUPERFICIE DE RODADURA (m) | | 7.30 | |
| ANCHO DE BERMA (m) | | 1.50 | |
| SOBREANCHO EN CURVAS (m) | | Mínimo 0.50 | |
| GÁLIBO VERTICAL MÍNIMO (m) | | 5.50 | |
| DERECHO DE VÍA (m) | | 100\*\*\* | |

\*\* Excepcionalmente se consiera 7% de pendiente máxima (Ladera del "Cóndor Jipiña" y la "cuesta del Zorro").

\*\*\* En la proximidad de las áreas urbanas el derecho de vía tendrá que reducirse a 40 m de ancho mínimo, según instrucciones del ABC.

**Definición del Proyecto Vial**

El proyecto vial tiene una longitud total de 108.9 km y para su ejecución, se ha dividido en tres tramos:

Tabla 16 Definición de tramos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TRAMO** | **PROG.** | **LONG. [km]** |
| **TRAMO 1**  Nazacara - San Andrés de Machaca | **66+300 – 91+300** | 25.0 |
| **TRAMO 2**  San Andrés de Machaca - Santiago de Machaca | **91+300 - 124+000** | 32.7 |
| **TRAMO 3**  Santiago de Machaca - Hito IV | **124+000 – 175+251.78** | 51.25 |

**TRAMO 1 Nazacara - San Andres de Machaca Prog. 66+300 - 91+300**

El inicio del proyecto se ubica en el puente de la población de Nazacara (lado Viacha). Debido a que se vió la necesidad de tener una doble vía en este sector se ha previsto la construcción de un nuevo puente aguas arriba paralelo al puente existente. La doble vía solo está prevista a lo largo de la parte urbana para permitir a los vehículos detenerse sin afectar el transito. Se tiene proyectado una jardinera Central y áreas de paradas ya que el TPDh supera los 100 vehículos en un ahora y debe haber un sector donde los transportistas puedan acceder a los servicios básicos. Este sector será de 4 carriles 2 de ida y 2 de vuelta, los cuales estarán separadas por una jardinera, además de tener dos vías laterales para áreas de parada y circulación posterior.

También se ha previsto en la progresiva 66+480 la instalación de una estación de Peaje de cuatro carriles, en atención a que el TPDA Internacional y Local superara los 1500 veh/día.

Después de pasar el sector de Nazacara la vía vuelve a sus dimensiones normales sin tener otro cambio hasta el final del tramo. En general a que la mayor parte del tramo transcurre sobre topografía llana a ondulada, fue posible usar parámetros en el diseño geométrico que permiten un desplazamiento de los vehículos con mayores velocidades. También se aprovecho la plataforma existente del camino actual para la mayoría del nuevo trazo.

A lo largo del tramo se han previsto intersecciones, accesos y paradas que se detallan a continuación:

Tabla 17 Intersecciones, Accesos y Paradas TRAMO 1

| **PROG** | **LADO** | **INGRESO A** | **TIPO** |
| --- | --- | --- | --- |
| 66+550.5 | AMBOS | CALLES DE ACCESO | AREAURBANA NAZACARA/ACCESO |
| 66+670 | AMBOS | CALLES DE ACCESO | AREAURBANA NAZACARA/ACCESO |
| 66+720 | AMBOS | CALLES DE ACCESO | AREAURBANA NAZACARA/ACCESO |
| 66+790 | IZQ | COMUNIDAD | ACCESO |
| 68+300 | DER | VILLA PUSUMA | ACCESO CON PARADA |
| 74+070 | IZQ | COMUNIDADES | ACCESO |
| 78+126 | IZQ | COMUNIDAD | INTERSECCION CON PARADA |
| 78+140 | DER | KANAPA | INTERSECCION CON PARADA |
| 80+325 | IZQ | COMUNIDAD ACHIRI | INTERSECCION CON PARADA |
| 80+880 | IZQ | COMUNIDAD JESUS DE MANQUIRI | ACCESO CON PARADA |
| 82+280 | AMBOS | COMUNIDAD PACHAMAYA | ACCESO CON PARADA |
| 82+640 | AMBOS | AMBAS ZONAS | PASARELA |
| 83+430 | AMBOS | COMUNIDAD | ACCESO |
| 83+456 | IZQ | COMUNIDAD | ACCESO CON PARADA |
| 87+670 | DER | SAN ANDRES Y AQUALLAWYA DE MACHA | INTERSECCION ACCESO |
| 88+160 | AMBOS | CALVARIO | PARADA AMBOS LADOS |
| 88+510 | DER | SAN ANDRES DE MACHACA | INTERSECCION CON PARADA ACCESO |
| 88+970 | IZQ | ARTASAWI | ACCESO CON PARADA |
| 90+340 | DER | COMUNIDAD | ACCESO CON PARADA |

**Ubicación de Puentes**

En el Tramo 1 solo está prevista la construcción de un nuevo puente paralelo al existente puente sobre el Río Desaguadero en Nazacara y un viaducto de una sola vía transversal al camino en la progresiva 82+640:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Inicio** | **Final** | **LONGITUD [m]** |
| Nazacara (existente) | 66+300 | 66+392 | 92 |
| Nazacara 2 (nuevo) | 66+300 | 66+392 | 92 |
| Viaducto | 82+640 | | 30 |

**Instalaciones Operacionales**

En el Tramo 1 cuenta con una estación de cobro de rodaje en la Prog. 67+480, la cual consta de 4 carriles con pavimento rígido desde la Prog 67+348 hasta la Prog. 67+616, además consta de un carril auxiliar de pavimento flexible para vehículos oficiales de Vías Bolivia, también se ha previsto la construcción de 3 casetas de cobranza y una oficina administrativa.

* + 1. **HIDROLÓGIA, HIDRAULICA Y DRENAJE**
       1. **Relevamiento de las Obras de Drenaje del Camino Existente**

El inventario del drenaje, incluye el drenaje transversal (alcantarillas y puentes), drenaje longitudinal que consiste en: cunetas revestidas y no revestidas, canales y cámaras de inspección en áreas urbanas ( si existe). La información recopilada incluye los siguientes aspectos:

* Drenaje transversal: identificación, características del cauce, características de la obra (dimensiones), estado de la obra, obras conexas (obras de encauce, disipación, protección), descripción de riesgo manifiesto (socavación, sedimentación), amenazas antrópicas (desviación de cauces, alteraciones al cauce, cambios en el uso de suelos), vulnerabilidad hidráulica (funcionamiento hidráulico de la obra, ubicación de la obra (correcta/incorrecta), medidas propuestas para mejorar su funcionamiento, fotografías, croquis, etc;
* Drenaje longitudinal: sección, tipo de revestimiento, ubicación (inicio y fin), punto de descarga, características de interés;
* Cámaras de inspección en las mismas planillas de drenaje longitudinal como dato puntual.

Se observó que muchas de las obras de drenaje tubulares tienen diámetro muy reducido, situación que asociada al transporte de material, hace que las mismas se encuentren obstruidas; el diámetro mínimo existente de los conductos tubulares es de 0.60 m y en la mayoría de los casos ocasionan funcionamientos inadecuados; debido a que los diámetros reducidos no permiten un correcto mantenimiento, por que las estructuras de entrada y el mismo conducto se encuentra colmatadas con material de arrastre.

Del inventario se infiere que los drenajes con conductos tubulares deben ser remplazadas por diámetros mayores y en mejores condiciones estructurales, por lo que se concluye la necesidad de implementar con nuevas obras de drenaje a lo largo de toda la carretera, debido a que en la vida útil de la carretera es fundamental, el buen funcionamiento de su sistema de drenaje en la etapa de servicio; es por esta razón que los drenajes juegan un papel muy importante en la conservación de la vía.

**Obras de Drenaje Proyectadas**

Las obras de drenaje transversal proyectadas según su tipo y cantidad, ubicación y características geométricas, se resume las obras de drenaje transversal según tipo de obra en la siguiente tabla.

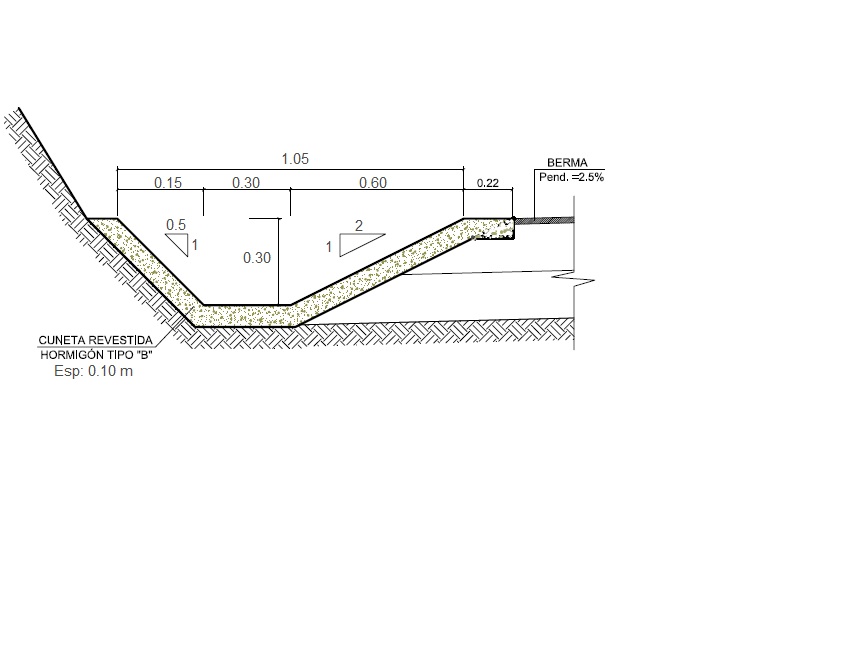
|  |  |
| --- | --- |
| **TIPO DE OBRA** | **CANTIDAD** |
| ATH Ø 1.00 | 27 |
| ATH Ø 1.20 | 5 |
| 2 ATH Ø 1.20 | 1 |
| DTC 1.5 x 1.5 | 9 |
| DTC 2.0 x 1.5 | 2 |
| DTC 2.0 x 2.0 | 2 |
| DTC 4.0 x 3.0 | 6 |
| DTC 2(1.5 x 1.5) | 2 |
| DTC 3(2.0 x 1.5) | 1 |

La ubicación de cunetas es parte fundamental del drenaje de la carretera; el diseño y su emplazamiento se realizó tomando en cuenta el perfil longitudinal y transversal de cada uno de los tramos.

**Cunetas**

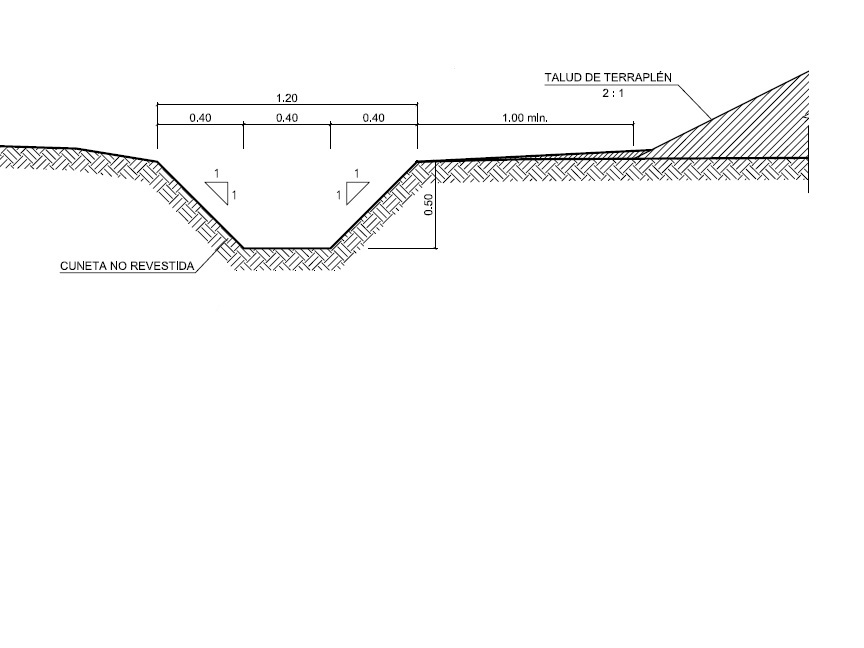
Para el proyecto se plantea el diseño de cunetas trapeciales con talud 0.5:1 al lado de corte y talud 2:1 del lado de la plataforma. Las dimensiones serán base 0.3 m, altura 0.3 m y revestidas con hormigón TIPO "B" espesor 0.10 m.

Figura N° 5 Cuneta de Corte



La sección de la cuneta de terraplén no revestida tendrá las siguientes dimensiones: base 0.4 m, altura 0.4 m y taludes en ambos lados 1:1. Cuando sea necesario revestir con Hormigón Tipo "B" las dimensiones serán las mismas con espesor de 0.10 m.

Figura N° 6 Cuneta al pie de Terraplén ( No Revestida)

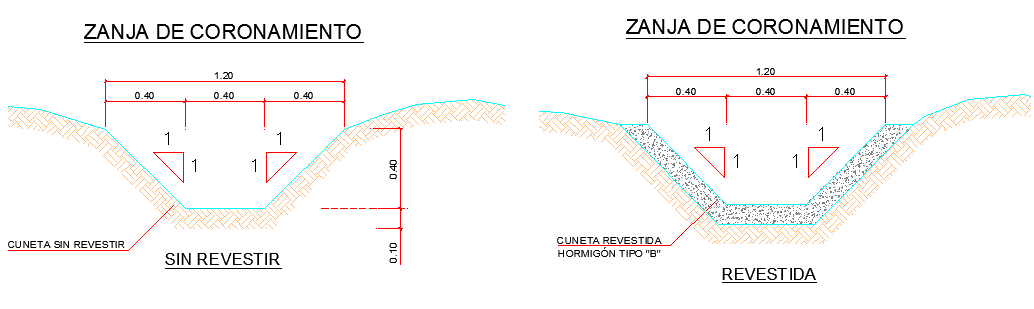


**Zanjas de Coronamiento**

Las zanjas son colocadas a pocos metros de la conclusión del corte (offset) y acompañan la pendiente del mismo, en otros sitios es preferible colocar cortando la pendiente del cerro transversalmente de manera que intercepte el flujo del agua y conducir hasta una quebrada, las dimensiones de la zanja tiene de base 0.4 m y altura 0.4 m de forma trapecial con taludes 1:1 (H:V).

Serán revestidas con Hormigón o mampostería y su pendiente mínima será 0.5% para evitar la sedimentación del material que puede arrastrar el flujo, en caso de estar emplazado en terreno compuesto por suelos coluviales y/o finos.

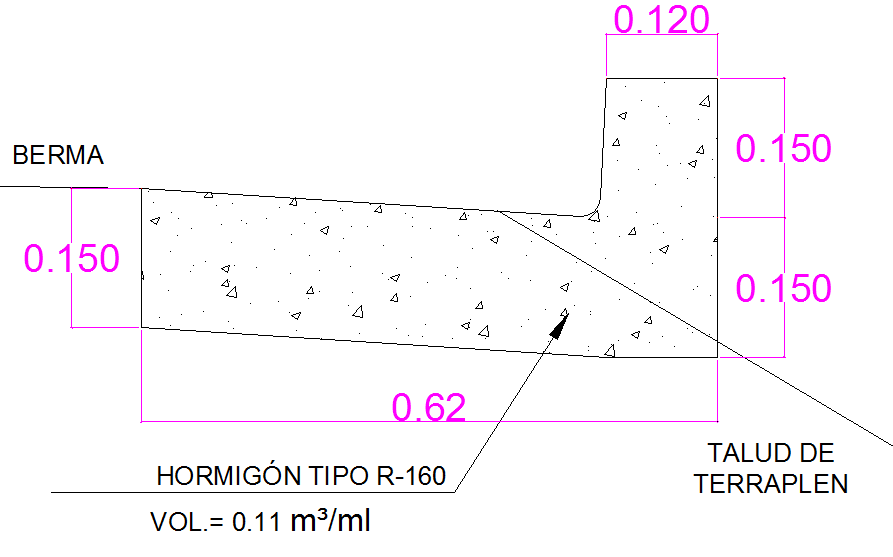
Figura N° 7 Esquema zanjas de Coronamiento



**Bordillo cuneta**

Este elemento normalmente tiene una sección transversal; en la figura siguiente se detalla las dimensiones de los bordillos previstos.

Figura N° 8 Sección transversal Bordillo de Cuneta



**Salvacunetas**

Para el paso de accesos, es necesario la implementación de salvacunetas, las cuales están conformadas por tubos de hormigón de 1 m. de diámetro, colocada sobre la cuneta revestida, que se conectan con las cunetas de pie de terraplén a través de un cabezal y una caja desarenador o una tapa de loza de hormigón armado sobrepuestas en las correspondientes cunetas. El numero de salva cunetas previstas y su ubicación se detalla a continuación:

**Salvacunetas**

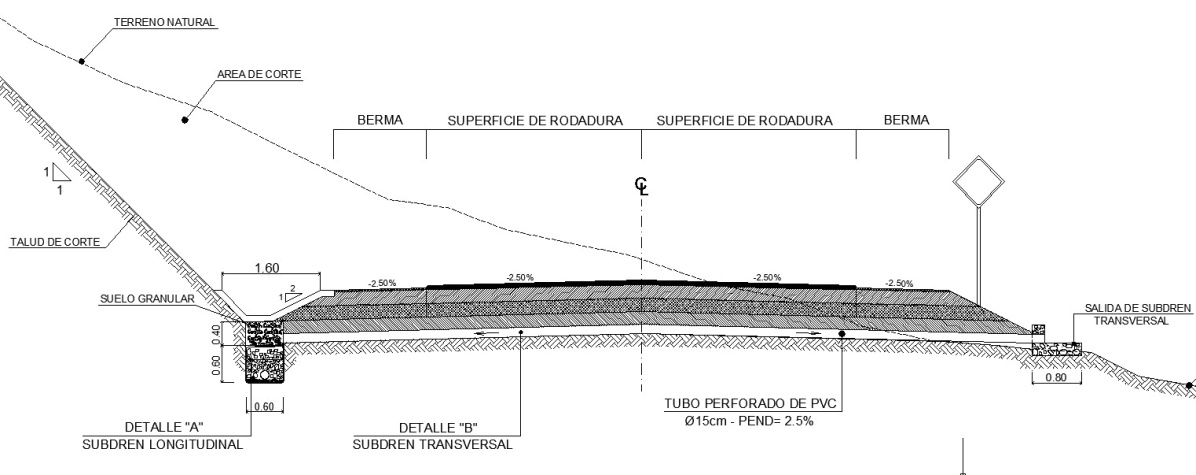
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***PROG*** | ***LADO*** | ***COMUNICA*** | ***TIPO SALVACUNETAS*** |
| 66+551 | Ambos | CALLES DE ACCESO | CON TAPA H° L=12 m |
| 66+670 | Ambos | CALLES DE ACCESO | CON TAPA H° L=12 m |
| 66+720 | Ambos | CALLES DE ACCESO | CON TAPA H° L=12 m |
| 80+325 | IZQ | COMUNIDAD ACHIRI | TUBO Ø 1.0 m L=12 m |
| 80+880 | IZQ | COMUNIDAD JESUS DE MANQUIRI | TUBO Ø 1.0 m L=10 m |
| 82+280 | AMBOS | COMUNIDAD PACHAMAYA | TUBO Ø 1.0 m L=10 m, AMBOS LADOS |
| 82+640 | AMBOS | COMUNIDAD | TUBO Ø 1.0 m L=10 m, AMBOS LADOS |
| 88+510 | DER | SAN ANDRES DE MACHACA | CON TAPA H° L=10 m |
| 92+810 | DER | LAQUINAMAYA | CON TAPA H° L=10 m |

**Subdrenaje Proyectado**

Se ha considerado básicamente el empleo de drenes longitudinales ubicados debajo de las cunetas de corte, cuando éstas tienen alturas mayores a los 3 m. Este subdrenaje consiste de una zanja de 0.60 m de profundidad con 0.60 m de ancho. Dentro de la zanja se dispone de una tubería perforada de 0.15 m de diámetro, rodeada del material drenante clasificado, a su vez, este material se encuentra envuelto en una manta geotextil que hace las veces de filtro para evitar la obstrucción de los espacios vacíos dentro del material drenante. Estas tuberías tienen salida hacia cajas colectoras y/o cabezales de las alcantarillas.

El siguiente gráfico muestra la localización en la seccion transversal del subdrén longitudinal, transversal, dimensiones mínimas, tipos de material del núcleo drenante, así como el material de conexión entre las capas granulares del pavimento con el subdrén.

Figura N° 9 Subdrenaje Tipo



**Análisis Hidráulico de Puentes**

El estudio hidráulico de los ríos Desaguadero, Challajahira, Suchuni, Cusi Cusini y Thola Kollo, incluye: 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. Un resumen de los resultados se presenta a continuación, y en los siguientes acápites del detalle del análisis en cada puente:

Tabla 18 Niveles de agua máximos extraordinarios

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **RIO** | **PROG.** | **LUZ** | **Q200** | **Q300** | **NAME 200** | **NAME 300** | **OBSERVACIONES** |
|  | **(m)** | **m3/s** | **m3/s** | **msnm** | **msnm** |  |
| Desaguadero | 66+370 | 91.8 | 250 - 500 | | 3808.09 – 3809.23 | | Tiene capacidad suficiente para ambos caudales |
| Challajahuira | 101+442 | 65.78 | 122.7 | 141.1 | 3844.9 | 3845.07 | Cumple criterios de diseño y verificación |
| Suchuni | 116+015 | 65.2 | 223.1 | 279.4 | 3870.96 | 3871.22 | Cumple criterios de diseño y verificación |
| Cusi Cusini | 155+850 | 40 | 147.7 | 183.8 | 4185.72 | 4186.00 | Cumple criterios de diseño y verificación |
| Thola Kollo | 167+168 | 25 | 31.20 | 35.72 | 4214.20 | 4214.47 | Cumple criterios de diseño y verificación |

* + 1. **Diseño de Estructuras Obras de Drenaje Menor**

El proyecto estructural comprende el informe, memorias de cálculo, planos de construcción, cuadros de cantidades, recomendaciones y especificaciones de construcción, presentadas de tal manera que con este proyecto se garantice la adecuada estabilidad, resistencia, funcionalidad y duración de las obras.

Las cargas que se consideraron son las que se presentan en los diferentes elementos de las estructuras, considerando las respectivas combinaciones y distribuciones de carga requeridas. Con la combinación de estas cargas se determinaron y comprobaron las dimensiones, refuerzos, etc., para cada uno de los elementos estructurales, de manera que se cumplan los aspectos contemplados en la especificación de diseño de la AASHTO.

Las memorias de cálculo están referidas a las siguientes estructuras:

* Alcantarilla simple 1.5x1.5
* Alcantarilla simple 2.0x1.5
* Alcantarilla simple 2.0x2.0
* Alcantarilla simple 4.0x3.0
* Alcantarilla simple 2(1.5x1.5)
* Alcantarilla simple 3(2.0x1.5)

* + 1. **Diseño de Estructuras Puentes**
       1. **Diseño de viaducto de 35.6 m**

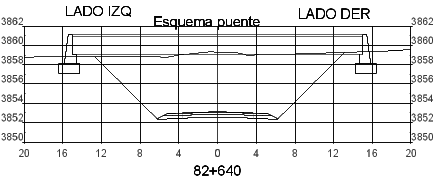
En el estudio se ha previsto el diseño de un viaducto de una sola vía se encuentra ubicado en la Prog.82+640. Se ha previsto el emplazamiento de esta estructura, para permitir a los pobladores de ambas márgenes de la carretera en esta progresiva, tener la posibilidad de cruce de la misma a desnivel a través de este viaducto, por lo que el mismo será emplazado por encima de la carretera proyectada. En este sector se ha previsto efectuar un corte en trinchera (es decir, con taludes tanto en el lado izquierdo como derecho de la plataforma).

Originalmente se tenía proyectado un viaducto de 30 metros de longitud, pero por cuestiones de seguridad, especialmente para que los estribos se encuentren ubicados a una distancia suficiente del borde del talud, se ha procedido a optar por una solución en vigas de 35 metros de longitud, por lo que los estribos del puente estarán ubicados a cierta distancia de la cabecera de corte, en la siguiente foto se muestra el lugar de emplazamiento del viaducto y en la Figura siguiente se muestra esquemáticamente la sección transversal de la Prog. 82+640, donde puede apreciarse los detalles de los taludes y el desarrollo del viaducto.

**Lugar de emplazamiento de viaducto**



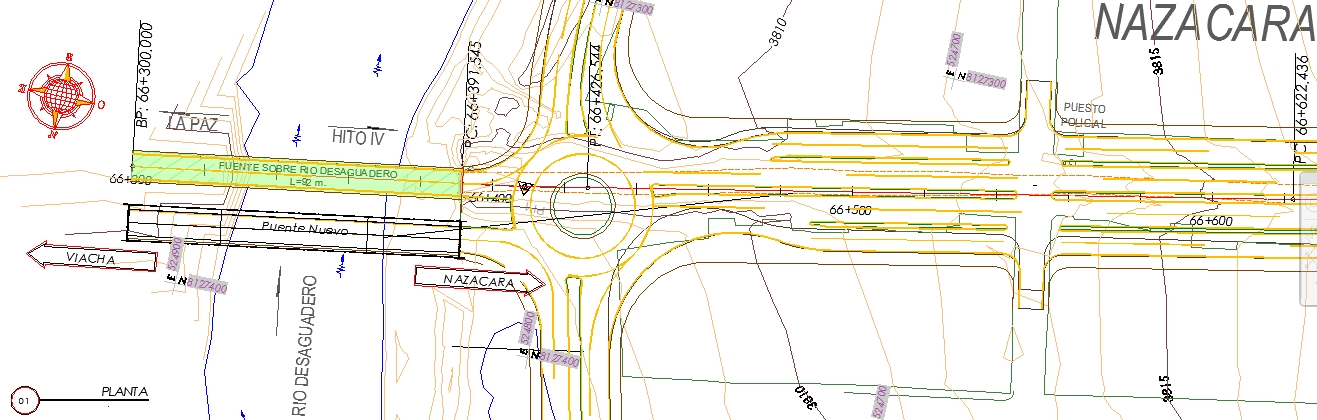
**Sección transversal de carretera en el lugar de emplazamiento de viaducto**



* + - 1. **Diseño Puente Nazacara**

El puente **NAZACARA**, se encuentra ubicado paralelo al puente antiguo aledaña a la población de **NAZACARA,** la ubicación está dada por las coordenadas de proyección UTM con el elipsoide WGS-84 **N=8127386.101 E=524916.045** correspondientes al estribo lado Nazacara. La estructura está compuesta de un tramo central de 40.6 y dos tramos de 25.6 metros de longitud en cada acceso.

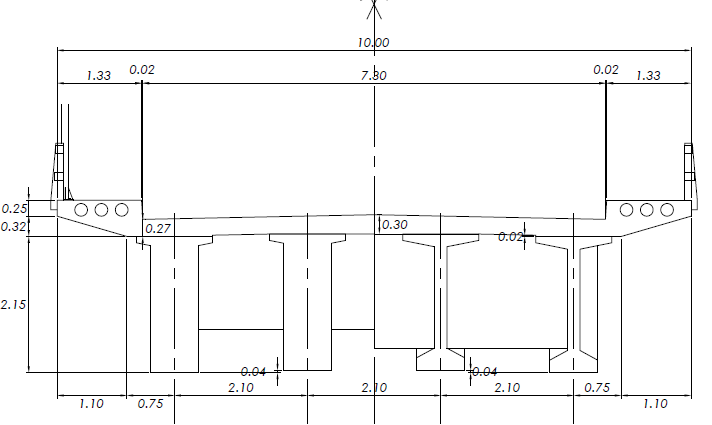
Figura N° 10 Ubicación de la Estructura



El puente Nazacara tiene 91.8 m de longitud, y su superestructura está compuesta por cuatro vigas como se muestra en la figura de la Sección de la Superestructura. El puente tiene un ancho de calzada de 7.30 m (dos carriles de 3,65 m cada uno), siendo su capa de rodadura es de hormigón simple.

La infraestructura está compuesta de estribos con pilotes y dos pilas centrales con pilotes, como se muestra más adelante en el inciso de Diseño de la Infraestructura.

Figura N° 11 Sección de La Superestructura Puente Nazacara



El sistema estructural empleado para el cálculo del puente ***NAZACARA***  constituye en el diseño de tablero, mostrado en el acápite ”***Puente de Hormigón Post-Tesado de 25.6 metros de luz libre y Puente de Hormigón Post-Tesado de 40.6 metros de luz libre”***, y la modelación de la toda la estructura para la inclusión de efectos de impacto, viento, corriente de agua, empuje de tierras y solicitaciones sísmicas mediante un modelo tridimensional con elementos de pórtico tridimensional, cáscara delgada y gruesa.

* + 1. **Diseño de Pavimentos**

Para el diseño del pavimento flexible, se han analizado los aspectos relacionados con el tráfico solicitante de la carretera, los materiales a ser empleados en la construcción de la misma, los aspectos operativos, climáticos, etc. y, finalmente, se definieron los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento para un periodo de 0 a 10 años, con una capa de rodadura de Carpeta de Concreto Asfáltico con polímeros. El diseño ha sido proyectado según las recomendaciones de la guía de diseño AASHTO 1993.

* + - 1. **Determinación del Tráfico de Diseño**

Para determinar el tráfico de diseño solicitante de la carretera Nazacara – Hito IV, se han realizado investigaciones de campo compuestas por aforos volumétricos.

Los resultados de estos aforos y de las encuestas han sido presentados en los informes correspondientes al Estudio de tráfico de la Vía, los que permiten conocer el tráfico promedio diario anual (TPDA) durante el periodo en estudio, como se muestra en la Tabla 3.5.1.

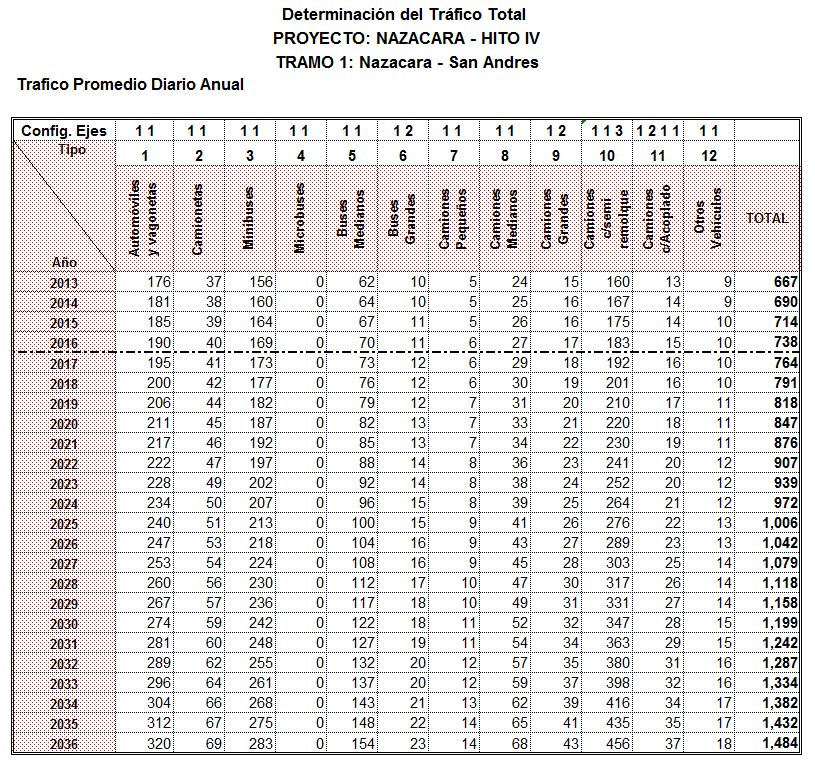
Para la proyección del tráfico usuario de la carretera se ha considerado que el crecimiento de las actividades económicas de la región, incrementará los valores del TPDA de la vía.

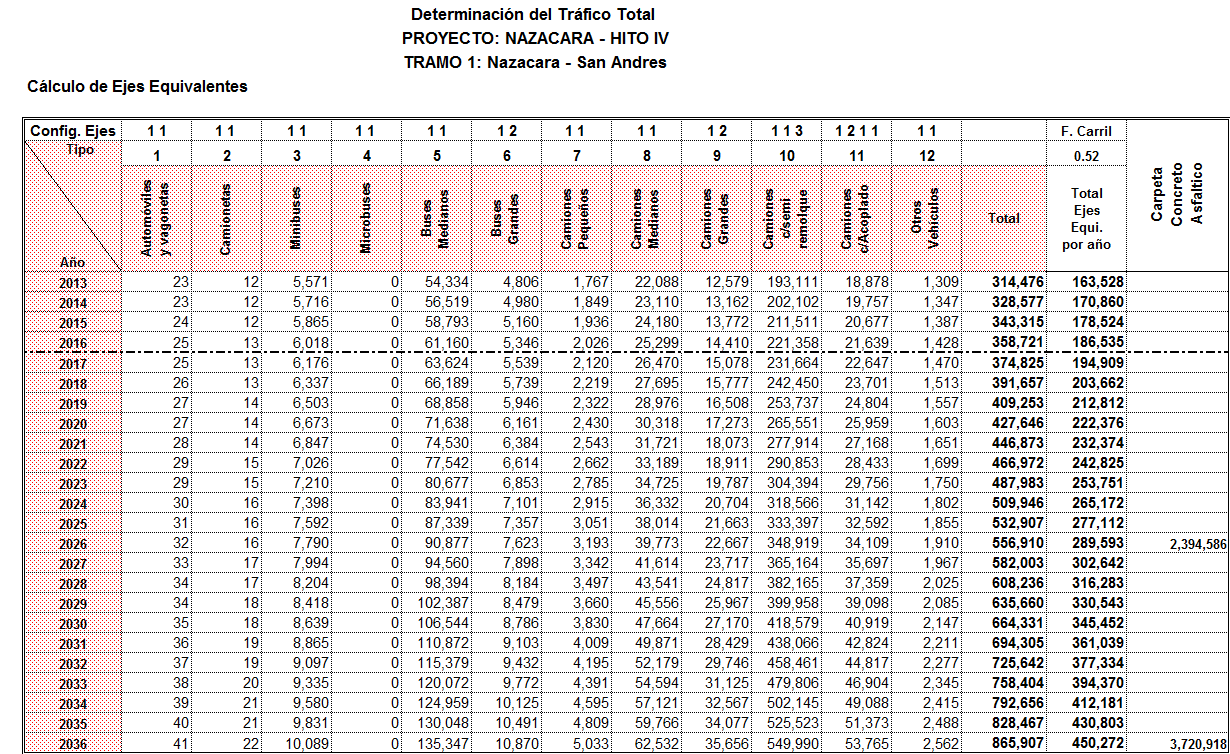
La estimación del tráfico solicitante de la carretera, durante el periodo de vida útil de la misma, se realizó en base al estudio de tendencias de crecimiento y correlaciones con parámetros tales como: La estimación del tráfico solicitante de la carretera, durante el periodo de vida útil de la misma, en base al estudio de tendencias de crecimiento y correlaciones con parámetros tales como:

* Crecimiento histórico del TPDA.
* Crecimiento de la población.
* Crecimiento del consumo de los combustibles.

El estudio de tráfico, muestra un análisis de cada uno de estos factores, explicando su evolución y su relación con el crecimiento de los volúmenes de tráfico. Para el diseño del pavimento, se ha considerado el tráfico a partir del año 2017, asumiendo que los años 2014 al 2016 serán destinados a la construcción de la carretera.

Tabla 19 Determinación del Tráfico Total

La Tabla siguiente, muestra la determinación del tráfico total de diseño, expresado en ejes equivalentes, para el periodo de análisis de 10 años para la alternativa Carpeta de Concreto Asfáltico con Polímeros, así como para su posterior refuerzo.

Tabla 20 Determinación total de ejes equivalentes

* + - 1. **Relación Soporte del Suelo de Cimentación**

Para la consideración de la capacidad de soporte de los suelos de cimentación de la estructura del pavimento, se han realizado estudios geotécnicos de los suelos naturales existentes, los mismos están basados en la excavación de calicatas con un espaciamiento medio de 250 metros a lo largo del eje de proyecto.

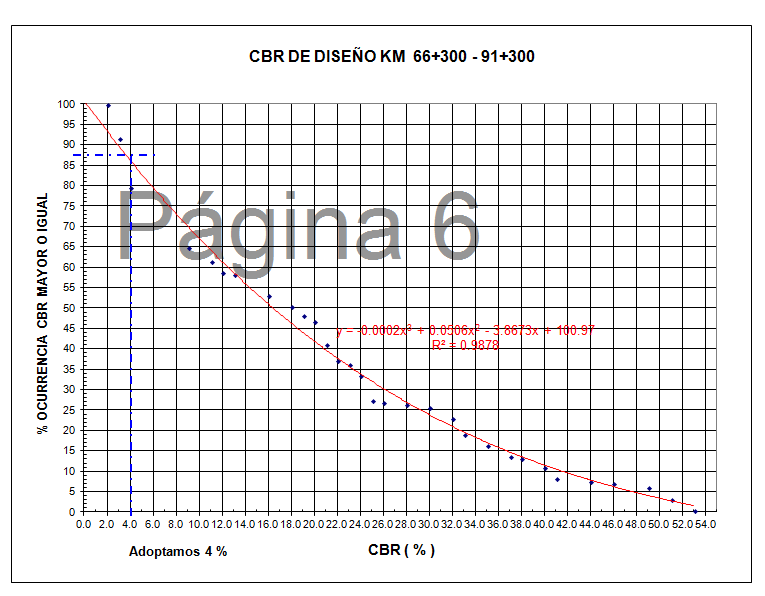
Las calicatas fueron excavadas hasta una profundidad de entre 1.00 a 1.50 metros, con el objetivo de conocer las características de los suelos naturales y su posible aprovechamiento en la conformación de terraplenes.

En cada calicata excavada se identificaron los estratos detectados, obteniéndose muestras de hasta 2 tipos de suelos, identificadas con los números 1 y 2, según la profundidad y el número de estratos existentes.

Dado que en este proyecto el número de Ejes Equivalentes es mayor a un millón en el periodo de análisis, corresponde aplicar el 87.5% del valor percentil según el Instituto del Asfalto A continuación, se presenta el detalle del cálculo y la gráfica del cálculo de selección de CBR de diseño.

Tabla 21 CBR de Diseño

|  | **Cantidad de Ensayos** | | **Porcentaje de Ensayos con CBR mayor o igual** |
| --- | --- | --- | --- |
| **%** | **Igual al CBR** | **Mayor o Igual al CBR (acum)** |
| **CBR** |
| 53.0 | 1 | 1 | 1 |
| 51.0 | 5 | 6 | 3 |
| 49.0 | 5 | 11 | 6 |
| 46.0 | 2 | 13 | 7 |
| 44.0 | 1 | 14 | 8 |
| 41.0 | 1 | 15 | 8 |
| 40.0 | 5 | 20 | 11 |
| 38.0 | 4 | 24 | 13 |
| 37.0 | 1 | 25 | 14 |
| 35.0 | 5 | 30 | 16 |
| 33.0 | 5 | 35 | 19 |
| 32.0 | 7 | 42 | 23 |
| 30.0 | 5 | 47 | 26 |
| 28.0 | 1 | 48 | 26 |
| 26.0 | 1 | 49 | 27 |
| 25.0 | 1 | 50 | 27 |
| 24.0 | 11 | 61 | 34 |
| 23.0 | 5 | 66 | 36 |
| 22.0 | 2 | 68 | 37 |
| 21.0 | 7 | 75 | 41 |
| 20.0 | 10 | 85 | 47 |
| 19.0 | 3 | 88 | 48 |
| 18.0 | 4 | 92 | 51 |
| 16.0 | 5 | 97 | 53 |
| 13.0 | 9 | 106 | 58 |
| 12.0 | 1 | 107 | 59 |
| 11.0 | 5 | 112 | 62 |
| 9.0 | 6 | 118 | 65 |
| 4.0 | 27 | 145 | 80 |
| 3.0 | 22 | 167 | 92 |
| 2.0 | 15 | 182 | 100 |



Debido a la presencia de varios tipos de suelos, se ha adoptado efectuar el diseño de la estructura del pavimento a partir de suelos con valores CBR tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22 Capas que constituyen la Estructura del Pavimento

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **CBR Terreno natural**  **(%)** | **Capas que constituyen la Estructura del Pavimento** | | | |
| **Ultima Capa de Terraplén** | **Sub rasante mejorada**  **mejoradamejorada** | **Capa Subbase** | **Capa Base** |
| CBR < 4 | si | si | si | si |
| 4 < CBR < 10 | no | si | si | si |
| CBR > 10 | no | no | si | si |

* + - 1. **Resumen de la Estructuración del Pavimento**

A continuación se presenta la estructura del pavimento, para la Carretera Nazacara – Hito IV, primer tramo Nazacara - San Andrés (Progresiva 66+300 – 91+300), que se construirá en dos etapas. La etapa inicial corresponde a una estructura de pavimento con una capa de rodadura con Carpeta de Concreto Asfáltico Modificado, diseñada para un periodo de 10 años. La segunda etapa consiste en la colocación de un refuerzo con Carpeta de Concreto Asfáltico Modificado, que permitirá extender la vida útil de la carretera hasta los 20 años.

Tabla 23 Primera Etapa de Construcción

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TERRENO FUNDACION** | **CAPAS REQUERIDAS** | **ESPESOR (cm)** |
| Terreno Natural  (M.R.= 11,143 psi)  C.B.R. = 10 % | Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Terreno Natural  (M.R.= 6,199 psi)  C.B.R. = 4 % | Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Subrasante Mejorada | 35.0 |
| Terreno Natural  (M.R.= 3,978 psi)  C.B.R. < 4 % | Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Subrasante Mejorada | 35.0 |
| Ultima Capa de Terraplén | 45.0 |

Tabla 24 Segunda Etapa de Construcción (Refuerzo)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TERRENO FUNDACION** | **CAPAS REQUERIDAS** | **ESPESOR (cm)** |
| Terreno Natural  (M.R.= 11,143 psi)  C.B.R. = 10 % | Refuerzo Carpeta C. Asfáltico | 6.0 |
| Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Terreno Natural  (M.R.= 6,199 psi)  C.B.R. = 4 % | Refuerzo Carpeta C. Asfáltico | 6.0 |
| Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Subrasante Mejorada | 35.0 |
| Terreno Natural  (M.R.= 3,978 psi)  C.B.R. = 2 % | Refuerzo Carpeta C. Asfáltico | 6.0 |
| Carpeta de Concreto Asfáltico | 7.5 |
| Capa Base | 20.0 |
| Capa Sub base | 30.0 |
| Subrasante Mejorada | 35.0 |
| Ultima Capa de Terraplén | 45.0 |

* + 1. **Estudios de Estabilidad de Taludes**

El estudio y diseño de estabilidad de taludes para el tramo 1 (Nazacara – San Andrés) ha sido realizado para aquellos taludes de corte con alturas superiores a 8 m. y para los taludes de terraplén con alturas mayores a 5 m.

En principio se ha procedido a determinar los taludes críticos, para lo cual, en el caso de los taludes de corte se ha empleado una inclinación preliminar de 1:1 (h:v). De esta manera, se ha establecido que la cantidad de taludes de corte altos es bastante reducida (inferior al 1.5% de la longitud del tramo considerado). En el caso de los taludes de terraplén, se ha establecido una inclinación constructiva de 2:1 (h:v), determinándose que la longitud de terraplenes altos es también muy exigua (inferior a 1%).

La estimación de las propiedades geomecánicas ha tenido en cuenta la información geológica, los estudios geotécnicos de vía y yacimientos, así como las investigaciones expresamente desarrolladas para el presente informe. Las propiedades resistentes estimadas han sido coherentes con el tipo de criterio de rotura empleado. Así, en el caso de suelos y suelos consolidados, el comportamiento mecánico ha sido modelado mediante el criterio de rotura de Mohr-Coulomb; mientras que para el caso de rocas blandas se ha utilizado el criterio de rotura de Hoek-Brown.

El análisis de estabilidad de taludes ha sido realizado mediante el programa geotécnico *Slide v.6.0* que permite efectuar el cálculo considerando un modelo en dos dimensiones (deformación plana) y empleando métodos de equilibrio límite. Se ha considerado que el factor de seguridad requerido, en función de la importancia del proyecto y las probables consecuencias derivadas de eventuales deslizamientos, es de *FS*= 1.30.

Luego de efectuado el análisis de estabilidad de taludes, se ha visto por 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). Además, se debe indicar que en el diseño geométrico no se ha considerado el empleo de banquinas. 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.

En el caso de los taludes de terraplén, los resultados del *FS* para todas las secciones analizadas han sido bastante superiores a 1.30. La justificación de la inclinación de los taludes de terraplén empleados tiene un componente constructivo importante. Así, se ha decidido para el diseño mantener la inclinación de 2:1 (h:v) para todos los taludes de terraplén del tramo 1.

### CANTIDADES DE OBRA

De cada ítem se realiza el cálculo de la cantidad correspondiente, ya sea como reporte del software empleado o en base a criterios matemáticos que se describen en cada caso, en el informe correspondiente

Posteriormente estos datos se centralizan en planillas generales con el listado final de ítems. A estas cantidades se les aplica un redondeo a la decena o centena superior, dependiendo del rubro y en casos muy particulares a algún ítem específico.

A esta cantidad redondeada se le aplica un porcentaje de imprevistos cuyo resultado es la cantidad final que se utiliza para el obtener el monto de construcción.

Se han considerado los siguientes rubros:

1. **Movimiento de Tierras**
2. **Pavimentación**
3. **Obras de Drenaje**
4. **Puentes**
5. **Obras complementarias**
6. **Señalización y Seguridad Vial**
7. **Estaciones de Peaje**
8. **Servicios para el Ingeniero**
9. **Medio Ambiente**
10. **Mantenimiento Vías Alternas**

En la tabla siguiente se muestran las cantidades finales del proyecto, considerando todos los rubros.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **CANTIDADES DE OBRA NAZACARA - HITO IV TRAMO 1** | |  |
|  |  |  | Cantidades |
| Item | **1 Movimiento de Tierras** |  |  |
| 1.1. | Desbroce y Limpieza | [ha] | 88.00 |
| 1.2. | Excavación No Clasificada D =<300 m | [m³] | 305,030.00 |
| 1.3. | Excavación en Fango D =<300 m | [m³] | 9,240.00 |
| 1.4. | Terraplén con Material de Préstamo | [m³] | 206,690.00 |
| 1.5. | Terraplén con Material de Corte | [m³] | 107,910.00 |
| 1.6. | Relleno en Áreas de Depósito | [m³] | 178,640.00 |
| 1.7. | Remoción de Derrumbes | [m³] | 3,850.00 |
| 1.8. | Sobreacarreo para D > 300 m | [m³-km] | 121,330.00 |
| 1.10. | Transporte de Material a Buzones | [m³-km] | 357,280.00 |
| 1.11. | Pedraplén para Estabilización de Plataforma | [m³] | 9,240.00 |
| Item | **2 Pavimentación** |  |  |
| 2.1. | Sub Base de Material Granular | [m³] | 97,902.00 |
| 2.2. | Base de Material Granular | [m³] | 58,453.50 |
| 2.3. | Imprimación - Ejecución | [m²] | 311,461.50 |
| 2.4. | Riego de Liga - Ejecución | [m²] | 62,296.50 |
| 2.5. | Tratamiento Superficial Doble con Material Bituminoso - Emulsión | [m²] | 2,499.00 |
| 2.6. | Carpeta de Concreto Asfáltico en Caliente con Polímero - Ejecución | [m³] | 18,931.50 |
| 2.7. | Suministro de Asf. Diluido/Emulsión p/Imprimación | [lt] | 373,747.50 |
| 2.8. | Suministro de Asf. Diluido/Emulsión p/Riego de Liga | [lt] | 37,380.00 |
| 2.9. | Suministro de Asfalto Diluido - Emulsión para TSD | [lt] | 8,746.50 |
| 2.10. | Suministro de Cemento Asfáltico Modificado c/ Polímeros | [ton] | 2,824.50 |
| 2.11. | Transporte de Material Granular | [m³-km] | 3,531,622.50 |
| Item | **3 Drenaje** |  |  |
| 3.1. | Zanjas de Coronamiento c/Revestimiento Rígido, Incluye Excavación | [m] | 1,197.00 |
| 3.2. | Cuneta en Corte c/Revestimiento Rígido, Incluye Excavación | [m] | 12,684.00 |
| 3.3. | Cuneta de Pie de Terraplén c/Revestimiento Rígido, Incluye Excavación | [m] | 2,719.50 |
| 3.4. | Cuneta de Pie de Terraplén sin revestir | [m] | 14,721.00 |
| 3.6. | Bordillo de Protección de Terraplén (Hº Tipo "B") | [m] | 3,013.50 |
| 3.7. | Armadura de Refuerzo para Obras de Drenaje Menor (fy = 4200 kg/cm²) | [Kg] | 82,603.50 |
| 3.8. | Hormigón Tipo "A" para Obras de Drenaje Menor (fck = 210 Kg/cm²) | [m³] | 976.50 |
| 3.9. | Hormigón Tipo "E" para Obras de Drenaje Menor (fck = 110 Kg/cm²) | [m³] | 136.50 |
| 3.10. | Hormigón Ciclópleo para Obras de Drenaje Menor | [m³] | 367.50 |
| 3.11. | Excavación No Clasificada para Obras de Drenaje Menor | [m³] | 5,607.00 |
| 3.12. | Excavación para Encauces en Obras de Drenaje Menor | [m³] | 451.50 |
| 3.13. | Excavación en Encauces de Ríos y Quebradas | [m³] | 4,200.00 |
| 3.14. | Relleno para Cimentación de Obras de Drenaje Menor | [m³] | 178.50 |
| 3.15. | Relleno Compactado para Obras de Drenaje Menor | [m³] | 3,727.50 |
| 3.16. | Alcantarilla Simple con Tubos de Hormigón Armado ø = 1.0 m | [m] | 714.00 |
| 3.17. | Alcantarilla Simple con Tubos de Hormigón Armado ø = 1.2 m | [m] | 126.00 |
| 3.18. | Manto Geotextil | [m²] | 4,620.00 |
| 3.19. | Sub Dren Longitudinal, Incluye Excavación | [m] | 4,200.00 |
| 3.20. | Sub Dren Transversal, Incluye Excavación | [m] | 472.50 |
| 3.21. | Capa Drenante | [m³] | 409.50 |
| 3.22. | Zampeado de Piedra c/Mortero Cemento (e = 0.20 m) | [m²] | 1,365.00 |
| 3.23. | Escorellado con Piedra Acomodada (e=0.30 m) | [m²] | 1,512.00 |
| 3.24. | Gaviones Tipo Cajon para Obras de Drenaje | [m³] | 42.00 |
| 3.25. | Gaviones Tipo Colchón para Obras de Drenaje | [m³] | 21.00 |
| 3.26. | Junta de Dilatación para Obras de Drenaje | [m] | 441.00 |
| 3.27. | Demolición de Estructuras | [m³] | 588.00 |
| 3.28. | Retiro de Alcantarillas | [m] | 105.00 |
|  | **4 Puentes** |  |  |
| Item | **4.1. Puentes Infraestructura, Viaducto** |  |  |
| 4.1.1. | Excavación Común | [m³] | 378.00 |
| 4.1.2. | Hormigón Tipo A para Infraestructura (fck = 210 kg/cm2) | [m³] | 105.00 |
| 4.1.3. | Hormigón Tipo E para Infraestructura (fck = 110 kg/cm2) | [m³] | 10.50 |
| 4.1.4. | Acero Estructural (fy = 4200 Kg/cm2) | [kg] | 8,662.50 |
| 4.1.5. | Neopreno Compuesto | [dm³] | 31.50 |
| 4.1.6. | Neopreno Simple | [dm³] | 10.50 |
| 4.1.7. | Relleno Compactado para Puentes | [m³] | 315.00 |
| 4.1.8. | Relleno Granular Drenante | [m³] | 42.00 |
| 4.1.9. | Pintura Asfáltica para Fundaciones | [m²] | 273.00 |
| 4.1.10. | Barbacanas | [ml] | 31.50 |
| Item | **4.2. Puentes Superestructura, Viaducto** |  |  |
| 4.2.1. | Hormigón Tipo A para Superestructura (fck = 210 kg/cm2) | [m³] | 94.50 |
| 4.2.2. | Acero Estructural para Superestrutura (fy = 4200 Kg/cm2) | [kg] | 9,691.50 |
| 4.2.3. | Viga Tipo (L= 35.6 m) | [und] | 2.00 |
| 4.2.4. | Drenaje con Tubos Metálicos Galvanizados D=4" | [m] | 10.50 |
| 4.2.5. | Barandado tipo P-3 | [m] | 84.00 |
| 4.2.6. | Junta de Dilatación | [m] | 10.50 |
| Item | **4.3. Puentes Infraestructura, Puente Nazacara** |  |  |
| 4.3.1. | Excavación no Clasificada para Estructuras sin Agotamiento | [m³] | 2,002.850 |
| 4.3.2. | Excavación no Clasificada para Estructuras c/Agotamiento | [m³] | 845.610 |
| 4.3.3. | Relleno para Desvío de Río con Material de Corte | [m³] | 3,260.000 |
| 4.3.4. | H° Tipo AA para Infraestructura (FCK=280 KG/CM2) | [m³] | 456.550 |
| 4.3.5. | H° Tipo A para Infraestructura (FCK=250 KG/CM2) | [m³] | 447.530 |
| 4.3.6. | H° Tipo E, para Infraestructura (FCK=110 KG/CM2) | [m³] | 14.430 |
| 4.3.7. | Acero Estructural (FY=4200 KG/CM2) | [kg] | 56,715.290 |
| 4.3.8, | Neopremo Compuesto | [dm³] | 216.000 |
| 4.3.9. | Neopremo Simple | [dm³] | 249.600 |
| 4.3.10. | Relleno Compactado para Puentes | [m³] | 1,655.860 |
| 4.3.11. | Sondeo Rotativo | [ml] | 120.000 |
| 4.3.12. | Pilotes de HºAº D = 1.20 M | [ml] | 403.680 |
| Item | **4.4. Puentes Superestructura, Puente Nazacara** |  |  |
| 4.4.1. | H° Tipo A para Superestructura (FCK=210 KG/CM2) | [m³] | 296.560 |
| 4.4.2. | H° Tipo E, para Superestructura (FCK=110 KG/CM2) | [m³] | 50.000 |
| 4.4.3. | Acero Estructural para Superestructura (FY=4200 KG/CM2) | [kg] | 31,751.370 |
| 4.4.4. | Barandado TIPO P3 | [ml] | 183.600 |
| 4.4.5. | Drenaje con Tubos Metálicos Galvanizados D=4" | [ml] | 36.300 |
| 4.4.6. | Junta de Dilatación | [ml] | 42.400 |
| 4.4.7. | Viga Postensada L = 25,6 | [pza] | 8.000 |
| 4.4.8. | Viga Postensada L = 40,6 | [pza] | 4.000 |
| Item | **4.5. Electricidad e Iluminación** |  |  |
| 4.5.1. | Electricidad e Iluminación | [gbl] | 1.000 |
| Item | **5 Obras Complementarias** |  |  |
| 5.1. | Excavación No Clasificada para Estructuras de Hormigón y/o Gaviones | [m³] | 42.00 |
| 5.3. | Hormigón Ciclópeo | [m³] | 105.00 |
| 5.5. | Hormigón Tipo E para Obras Complementarias (fck = 110 Kg/cm2) | [m³] | 10.50 |
| 5.6. | Gaviones Tipo Colchón para Obras Complementarias | [m³] | 409.50 |
| 5.7. | Gaviones Tipo Cajón para Obras Complementarias | [m³] | 850.50 |
| 5.8. | Relleno Compactado para Obras Complementarias | [m³] | 31.50 |
| 5.9. | Capa Drenante para Muros de Contención | [m³] | 42.00 |
| 5.10. | Tubos de Drenaje PVC D=6" | [m] | 52.50 |
| 5.11. | Manto Geotextil para Obras Complementarias | [m²] | 210.00 |
| 5.13. | Aceras Areas Urbanas | [m²] | 1,512.00 |
| 5.14. | Jardineras Areas Urbanas | [m] | 514.50 |
| 5.15. | Bordillo de Protección de Terraplén (Hº Tipo "B") | [m] | 1,795.50 |
| Item | **6 Señalización y Seguridad Vial** |  |  |
| 6.1. | Defensas Laterales Metálicas, Incluye Terminales | [m] | 6,423.90 |
| 6.2. | Delineadores de Calzada | [unidad] | 13.00 |
| 6.3. | Delineadores de Curva Horizontal | [unidad] | 71.00 |
| 6.4. | Pintado de la Superficie de Rodadura de 0.12 m de ancho | [m] | 12,715.50 |
| 6.5. | Pintado de la Superficie de Rodadura de 0.15 m de ancho | [m] | 53,319.00 |
| 6.6. | Señalización Horizontal con Simbolos y Letras | [m²] | 429.45 |
| 6.7. | Señal Preventiva Cuadrangular 0.80 x 0.80 m | [unidad] | 66.00 |
| 6.8. | Señal Reglamentaria Octogonal PARE de 0.75 m de altura | [unidad] | 24.00 |
| 6.10. | Señal Reglamentaria 0.75 x 1.10 m | [unidad] | 38.00 |
| 6.12. | Señal Informativa de Destino, 2.20 x 1.10 m | [unidad] | 2.00 |
| 6.15. | Señal Informativa de Destino, 2.80 x 1.10 m | [unidad] | 16.00 |
| 6.16. | Señal Informativa de Destino, 2.20 x 0.60 m | [unidad] | 6.00 |
| 6.17. | Señal Informativa de Destino, 2.40 x 0.60 m | [unidad] | 15.00 |
| 6.21. | Señal Informativa de Destino, 2.60 x 1.60 m | [unidad] | 3.00 |
| 6.22. | Señal Informativa de Destino, 2.80 x 1.60 m | [unidad] | 3.00 |
| 6.24. | Señal Informativa de Identificación de la Obra 4.00 x 2.00 m | [unidad] | 1.00 |
| 6.25. | Señal de Identificación Vial | [unidad] | 5.00 |
| 6.26. | Señal Informativa de servicio , 0.60 x 0.60 m | [unidad] | 6.00 |
| 6.27. | Tachas Reflectivas Bidireccionales | [pzas] | 7,176.00 |
| 6.28. | Mojones de Kilometraje | [pzas] | 29.00 |
| Item | **7 Estación de Peaje** |  |  |
| 7.1. | Area Construida Abierta | [m²] | 325.50 |
| 7.2. | Area Construida Cerrada | [m²] | 126.00 |
| 7.3. | Aceras | [m²] | 52.50 |
| 7.6. | Separador New Jersey | [m] | 31.50 |
| 7.7. | Pavimento Rigido | [m³] | 1,291.50 |
| 7.8. | Suministro de "Cemento Portland" | [kg] | 514,311.00 |
| Item | **8 Servicios para la Fiscalización y Supervisión** |  |  |
| 8.1. | Servicio de Alimentación | [h-dia] | 22,680.00 |
| 8.2. | Provisión de Vagoneta de Doble Tracción | [unidad] | 2.00 |
| 8.3. | Provisión de Camioneta de Doble Tracción, Cabina Doble | [unidad] | 4.00 |
| 8.4. | Mantenimiento, Lubricantes y Combustibles | [v-mes] | 100.80 |
| 8.5. | Campamento Alquiler | [m²-mes] | 6,300.00 |
| Item | **9 Medidas de Mitigación Ambiental** |  |  |
| 9.1. | Programas Sociales | [glb] | 1.00 |
| 9.2. | Programa Monitoreo Arqueológico | [glb] | 1.00 |
| 9.3. | Pasos de Fauna | [glb] | 1.00 |
| 9.4. | Valla de Protección con Postes de Hormigón | [ml] | 2,016.00 |
| Item | **10 Mantenimiento Vías Alternas** |  |  |
| 10.1. | Recubrimiento Localizado con Ripio | [m³] | 7,560.00 |
| 10.2. | Riego con Cisterna | [km] | 504.00 |
| 10.3. | Nivelación de Calzada | [km] | 1,890.00 |

# 

### PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

En lo que se refiere al presupuesto de construcción del Tramo I Nazacara – San Andrés de Machaca, fue elaborado por tipo de actividades con los cómputos métricos y el análisis de precios unitarios correspondientes, de acuerdo a los diseños presentados y elaborados por el Consorcio, de los cuales la característica más importante es el Pavimento de Concreto Asfáltico Modificado con Polímeros y la construcción del puente paralelo sobre el río Desaguadero. Los precios unitarios fueron calculados en el informe 4.2 Análisis de Precios Unitarios.

En la Tabla siguiente se muestra el Presupuesto para la Construcción de la Carretera:

Tabla 25 PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA

|  |  |
| --- | --- |
|  | **CARPETA** |
| **ÍTEMS** | **COSTO ($us)** |
| 1 Movimiento de Tierras | 3.698.486,20 |
| 2 Pavimentación | 13.893.046,09 |
| 3 Drenaje | 1.875.282,44 |
| 4 Puentes |  |
| Puente Viaducto | 187.220,57 |
| Puente Nazacara | 1.615.269,89 |
| 5 Obras Complementarias | 264.667,07 |
| 6 Señalización y Seguridad Vial | 887.813,03 |
| 7 Estación de Peaje | 418.975,39 |
| 8 Servicios para la Fiscalización y Supervisión | 515.417,10 |
| 9 Medidas de Mitigación Ambiental | 756.458,87 |
| 10 Mantenimiento de Vías Alternas | 345.482,55 |
| Total Proyecto | 24.458.119,21 |
| Monto de Aplicación Total del Proyecto | 24.458.120,01 |
|  |  |
| Supervisión | 2.540.553,22 |
| Fiscalización | 661.592,86 |
|  |  |
| TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN | 27.660.266,09 |
|  |  |
| Imprevistos por posibles modificaciones al Contrato (10,8%) | 2.989.486,68 |
| Programa de Reposiciòn de Pèrdidas | 511.328,63 |
| Difusión y Visibilidad del Proyecto | 311.788,00 |
|  |  |
| Total Costos de Inversión Final | 31.472.869,40 |
|  |  |
| Total Proyecto /km | 978.324,80 |
| TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN /km | 1.106.410,64 |
| Total Costos de Inversión Final /km | 1.258.914,78 |

### PROGRAMACIÓN DE OBRA

El Cronograma de Ejecución para el proyecto, fue elaborado a partir de los rendimientos de las actividades principales y complementarias de construcción y de las cantidades de obra. De acuerdo al análisis de precios unitarios, el rendimiento del(os) equipo(s) que comandan la ejecución constituye en el rendimiento de la actividad y, considerando las cantidades de obra provenientes del cálculo de los cómputos métricos de las diferentes actividades, se estima el tiempo de ejecución de cada ítem. Ajustando estos tiempos de cada ítem con los posibles frentes de trabajo y correlacionando las diferentes actividades, se obtiene un cronograma de ejecución de obras.

Por otra parte, en el presente proyecto, las actividades de los rubros de Movimiento de Tierras y Pavimentación constituyen la Ruta Crítica del cronograma, puesto que los restantes rubros, tales como: Puentes, Drenaje, Obras Complementarias, etc. resultan obras relativamente más cortas y cuya ejecución se ajusta dentro el lapso de construcción de los rubros críticos.

De acuerdo a la programación de la ejecución de obras, se obtuvieron los periodos de ejecución que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 26 Resumen de Tiempos de Ejecución

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PROYECTO** | **MOVILIZACIÓN**  **(meses)** | **CONSTRUCCIÓN**  **(meses)** | **PERIODO DE CORRECCIONES**  **(meses)** | **TOTAL**  **(meses)** |
| Construcción Carretera Nazacara – S.A. Machaca | 3 | 18 | 3 | 24 |