

Capítulo 7
Sistema de Base de Datos
para Prevención de Desastres en Carreteras

Capítulo 7 Sistema de Base de Datos para Prevención de Desastres en Carreteras

7.1 Introducción

7.1.1 Contexto del Desarrollo del Sistema de Base de Datos

A fin de formular un plan para la prevención de desastres, es fundamental un análisis de los registros de desastres acumulados y un reconocimiento de los puntos críticos en la Red Vial Fundamental. Sin embargo, la ABC no ha establecido el sistema de base de datos para la prevención de desastres en carreteras. Considerando que este proyecto ya fue comenzado, la discusión sobre el manual de gestión y prevención de desastres en carreteras ha sido realizada entre las organizaciones concernientes. Además, a fin de reflexionar, la formulación del plan de prevención de desastres en carreteras, fue realizada sobre la base de un estudio de campo de la condición actual de los riesgos en carreteras y los resultados del estudio han sido registrados como hojas de diagnóstico por el personal del equipo de Estudio y de la ABC. Por estas actividades en el 1^{er} Estudio de Campo en Bolivia, la necesidad del desarrollo del sistema de base de datos para la prevención de desastres en carreteras ha sido reconocida entre las organizaciones concernientes.

El sistema de base de datos para la planificación y administración de carreteras nacionales, llamado GIAS (Sistema de Análisis e Información Geográfico) fue instalado en la Oficina Central de la ABC en el año 2000 y se ha estado operando. Considerando la posibilidad de integración con el GIAS, la base de datos para la prevención de desastres en carreteras ha sido desarrollada bajo una cooperación cercana dentro del 2^{do} Estudio de Campo en Bolivia. El sistema de base de datos desarrollado también es utilizado como un instrumento para el Desarrollo de Capacidades de la ABC.

7.1.2 Actividades Realizadas

Considerando el contexto de desarrollo del sistema de base de datos, se realizaron las actividades mencionadas a continuación.

(1) Desarrollo de la Base de Datos y de las Hojas de Diagnóstico para Desastres en Carreteras

Las hojas de Diagnóstico incluyendo los registros creados de desastres de carreteras, basados en los resultados del estudio del sitio durante el 1^{er} Estudio en Bolivia, han sido transferidas al formato MS-Access y al GIS (Sistema de Información Geográfico). Esta base de datos es independiente del otro sistema de base de datos llamado “Base de datos del Registro del Desastres en Carreteras” creado en el Estudio.

(2) Desarrollo de la Base de Datos de Registro de Desastres en Carreteras

A fin de mantener, tanto en Oficina Central como en cada Oficina Regional, el registro después de que el desastre de carretera haya ocurrido, incluyendo el resultado del estudio para medidas preventivas, fue desarrollado el sistema de base de datos usando MS-Access. Los datos también pueden ser transferidos al sistema GIS. Esta base de datos será integrada en el sistema de red de información sobre la prevención de desastres en carreteras.

(3) Concepto de Diseño del Sistema de Red de Información de Prevención de Desastres en Carreteras

A fin de tener una utilización eficaz de los archivos de desastres en carreteras para la formulación de la prevención de desastres en la RVF en el futuro, el concepto de diseño para el sistema de red de información de prevención de desastres en carreteras fue examinado basado en los resultados de las discusiones con la contraparte y la parte ejecutiva de la ABC.

7.2 Sistema de Base de Datos Existente

7.2.1 Sistema de Base de Datos en la Oficina Central de ABC

(1) GIAS (Sistema de Análisis e Información Geográfica)

El GIAS fue desarrollado en la base al GIS en el año 2000 y con el propósito de establecer un sistema de apoyo para la planificación del sistema de transporte regional y para la dirección de proyectos de infraestructura en Bolivia. Las funciones del GIAS se detallan a continuación:

- Despliegue y análisis de varios tipos de capas incluyendo. red de transporte, instalación de transporte, áreas protegidas divisorias, ambientales, administrativas, mapas topográficos e imágenes de satélite.
- La administración del SRL (Sistema de Referenciación Lineal), que incluye la capacidad para crear y calibrar rutas, desplegar rutas y secciones de control, corrige y localiza a lo largo de la ruta y realiza la conversión de la distancia en kilómetros según coordenadas geográficas.
- Visualización y análisis de datos alfanuméricos utilizados en la planificación del transporte y en el inventario de la información de ruta así como de la condición de la carretera, accidentes, proyectos y conteo de tránsito.
- Unido con el PMIS (Sistema de Información de Gerencia de Proyectos, no basado en SIG) permite la administración de proyectos y la disponibilidad de la preparación de informes visualizados, bosquejo y fotos aéreas.
- Visualización y generación de mapas
- Acceso a meta data de capa.
- Demostración tridimensional usando Arcview 3.2 y Analista Espacial.

Fuera de estas funciones, los sistemas han sido operados para condiciones de tráfico pasables. La información es básicamente transferida diariamente de cada Oficina Regional a la Oficina Central y es abierta al público en el sitio Web de la ABC (www.abc.gov.bo).

La información geográfica de carreteras, utilizada en el GIAS, tiene algunos errores y presenta deformaciones según el área, ya que los datos han sido creados usando varias fuentes, es decir, a través de medidas con GPS, mapas topográficos con escala de 1:50,000 o 1 a 250,000 y fotografías ortogonales.

(2) SAM (Sistema de Administración y Manejo)

El Sistema de Administración y Mantenimiento (SAM) ha sido introducido en el SNC, actual ABC, en los años 80 y ha sido utilizado para administrar el mantenimiento de carreteras nacionales así como las actividades de las “Micro Empresas” y de otros contratistas. Sin embargo, debido al problema ocurrido en el Año 2000, se ha detenido la operación del sistema obligando a éste se pare. Cada Oficina Regional

transfiere los datos a la Oficina Central, cada mes, por medios digitales y utiliza el SAM en la propia base de la Oficina Regional.

En estas circunstancias, el ABC ha comenzado a desarrollar un otro sistema que será integrado a la base de datos existente GIAS.

(3) Información Geográfica

La información geográfica en Bolivia ha sido conformada usando fotos aéreas tomadas entre los años 60 a los años 70 y administradas por el IGM (Instituto Geográfico Militar). Hasta mediados de los años 90, el Sistema de Coordenadas Geográfico Boliviano “PSAD56” había sido utilizado, a partir de entonces, se ha introducido un sistema de datos, recientemente desarrollado y extensamente usado, el “WGS84 (Sistema Geodésico Mundial de 1984)”. Se trata del Sistema de Coordenadas Geográfico referenciado al centro terrestre, y sirve como el marco para una medida de localización geográfica en todo el mundo.

En cuanto al sistema de coordenadas proyectado, ya que el territorio es ampliado a tres zonas que utiliza UTM (Unidades Transversales de Mercator), hay errores y deformación entre zonas. Por lo tanto, el sistema Cónico Conformal de Lambert, que retrata la forma más exactamente que el de área, es comúnmente utilizado como sistema de coordenadas proyectado en Bolivia.

7.2.2 Sistema de Base de Datos en Oficinas Regionales de ABC

Durante el estudio, las entrevistas al personal de 4 Oficinas Regionales fue realizada a fin de reconocer y evaluar la condición actual de los sistemas de base de datos y la capacidad operacional del sistema. Los resultados de las entrevistas están resumidos en la *Tabla 7.2.1*.

Tabla 7.2.1 Sistema de Base de Datos en las Oficinas Regionales

	Oficina Regional	Base de Datos Existente	Objetivo de la Base de Datos	No. de SE
1	Beni	"MicroBase" (MS-Access)	Administración de "Micro Empresas"	2
2	Santa Cruz	Ninguna	-	1
3	Cochabamba	"Provincial" (MS-Access)	Administración de "Micro Empresas"	2
		Versión Mejorada del "SAM"	Preparación de la Información a ser transferida a la Oficina Central	
4	La Paz	Ninguna	-	1

7.3 Sistema de Base de Datos Desarrollado en el Estudio

7.3.1 Generalidades

Ya que los datos de desastres en carreteras no han sido registrados correctamente en la ABC, como un primer paso para el establecimiento del sistema de una red de información para la prevención de desastres en carreteras, dos bases de datos fueron desarrolladas, es decir, la “Hoja de Diagnóstico de desastres en carreteras” y el “Registro de desastres en carreteras”, y fueron integradas a la “Base de datos del PMRD”. La estructura de la “Base de datos del PMRD” está mostrada en la *Figura 7.3.1*.

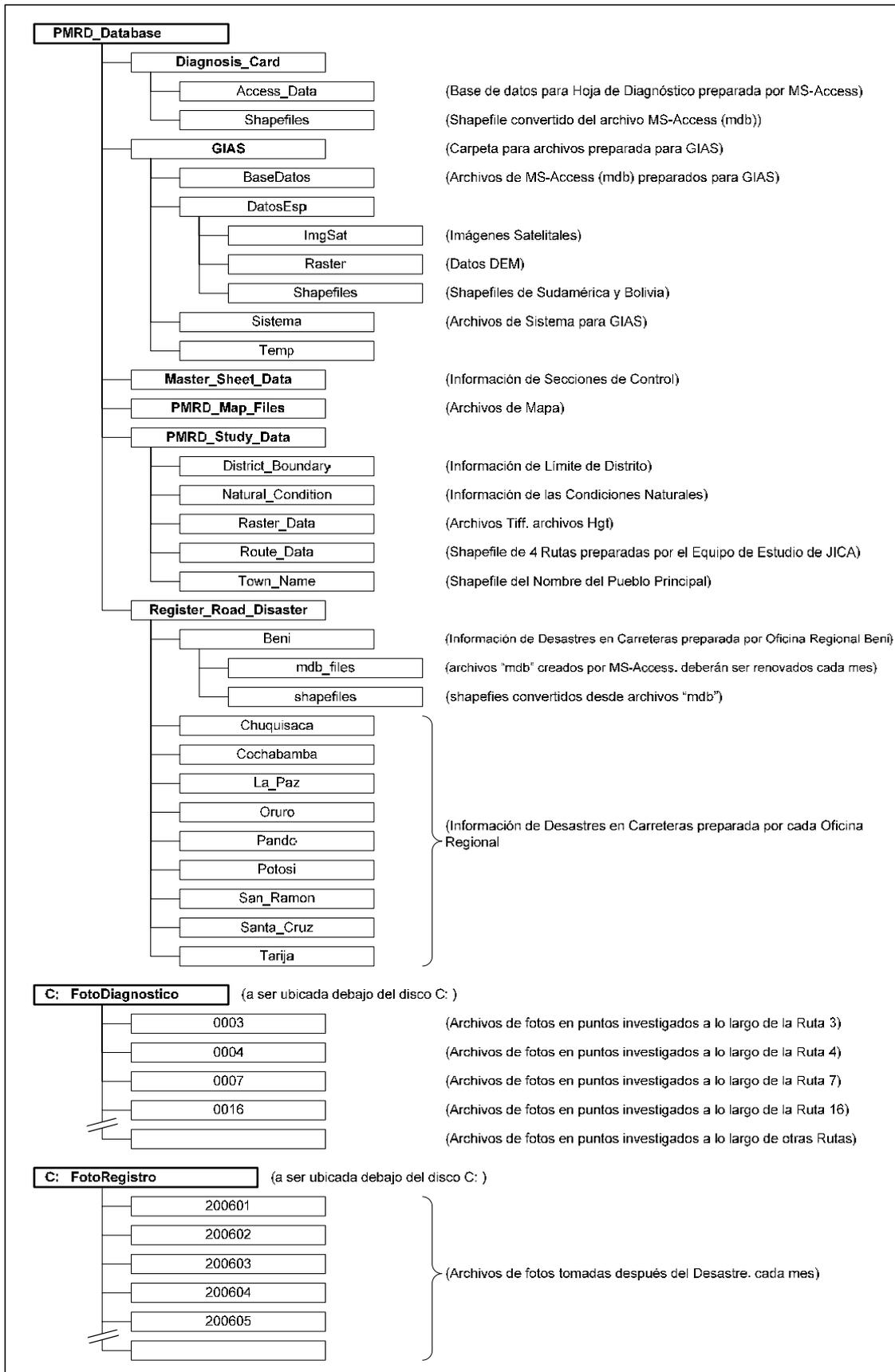


Figura 7.3.1 Estructura de la Base de Datos PMRD

El usuario objetivo de la base de datos del “Registro de desastres en carreteras” es la Oficina Regional, ya que la Oficina Regional es la instancia práctica para realizar actividades tales como investigación y estudio de medidas relacionadas con los desastres en carreteras. Se requiere que la Oficina Central acumule y almacene todos los datos creados por cada Oficina Regional.

Por otro lado el usuario objetivo de la “Base de datos de PMRD” es la Oficina Central, ya que la estructura de la base de datos está diseñada para integrar toda la información relacionada con los desastres en carreteras.

7.3.2 Base de Datos de las Hojas de Diagnóstico

(1) Base de Datos Desarrollada mediante MS-Access

La base de datos está localizada en la carpeta “Access_Data” dentro de la carpeta “Diagnosis_Card” que esta dentro de la carpeta "PMRD_Database" tal como se muestra en la *Figura 7.3.1*. La *Figura 7.3.2* muestra un ejemplo de la forma de entrada de los datos de la Base de Datos en la Hoja de Diagnóstico. Esta base de datos es preferible que sea actualizada por un geólogo de la ABC, ya que el juicio y el punto de vista geológico son requeridos.

La explicación Geotécnica de cada ítem contemplado en esta base de datos está descrita en el *Capítulo 6*.

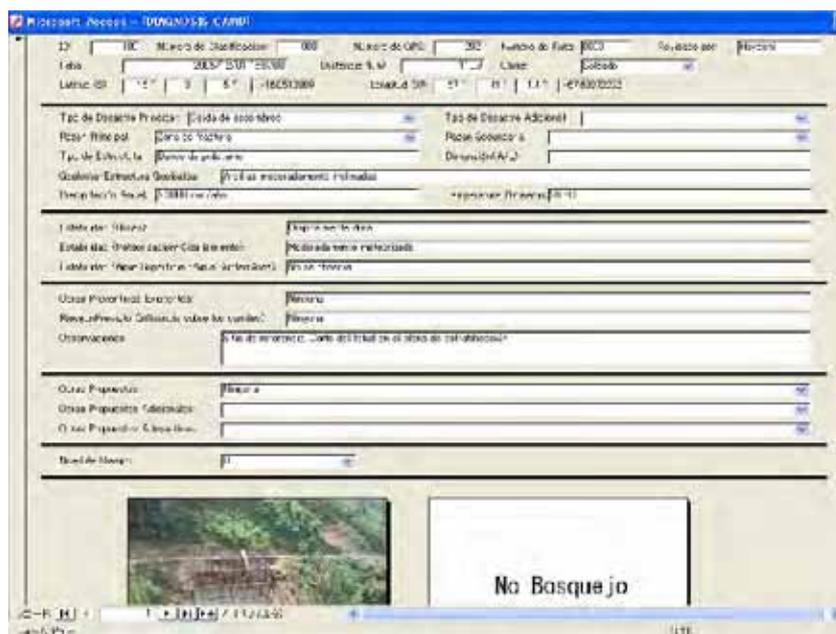


Figura 7.3.2 Ejemplo de la Introducción de Datos en el Formulario de Base de Datos de las Hojas de Diagnóstico

(2) Base de Datos Desarrollada por el Sistema de Información Geográfica (GIS)

Ningún vínculo se ha establecido entre el GIS y el MS-Access. El archivo con extensión “mdb” creado por el MS-Access es convertido a un shapefile en el GIS. El manual para la conversión de datos está encionado en el Apéndice A. El Sistema de Coordenadas Geográfico Aplicado es WGS84. La pantalla de datos del archivo (.mxd) de documentos de mapas "Diagnosis_Card" está localizada en la carpeta “PMRD_Map_Files” dentro de la carpeta “PMRD_Database”. La descripción de cada una de las capas de este archivo de documento de mapa esta mencionada en la *Tabla 7.3.1*.

Tabla 7.3.1 Descripción de las Capas en el Archivo de Documento de Mapa "Diagnosis_Card"

Nombre de la Capa	Descripción	Tipo de Archivo	Fuente
DGCard_06Jun06	Datos de las Hojas de Diagnóstico preparadas por el Equipo de Estudio	Punto	Equipo de Estudio
Bolivia Town	Capital de Departamentos	Punto	ABC
Seccionescontrol_actualCopy	Secciones de Control de las principales carreteras en todo el país	Polilínea	ABC
bolivia	Límite Departamental	Polígono	ESRI
Contour_500m	Línea de contorno con 500m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Contour_100m	Línea de contorno con 100m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Contour_50m	Línea de contorno con 50m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Selected_GPS_Polilínea	Rutas trazadas por GPS	Polilínea	Equipo de Estudio
route_geotiff.tif	Archivo de Geotiff creado de datos SRTM	Trama	Equipo de Estudio

En la pantalla del archivo de documento de mapa de "Diagnosis_Card" (.mxd), están disponibles; el formulario de referencia de la información investigada, incluso las fotos tomadas en el sitio y el análisis de sobre posición de capas con otra información como la condición natural y condiciones ambientales La *Figura 7.3.3* muestra un ejemplo con la ventana abierta de identificación de resultados.

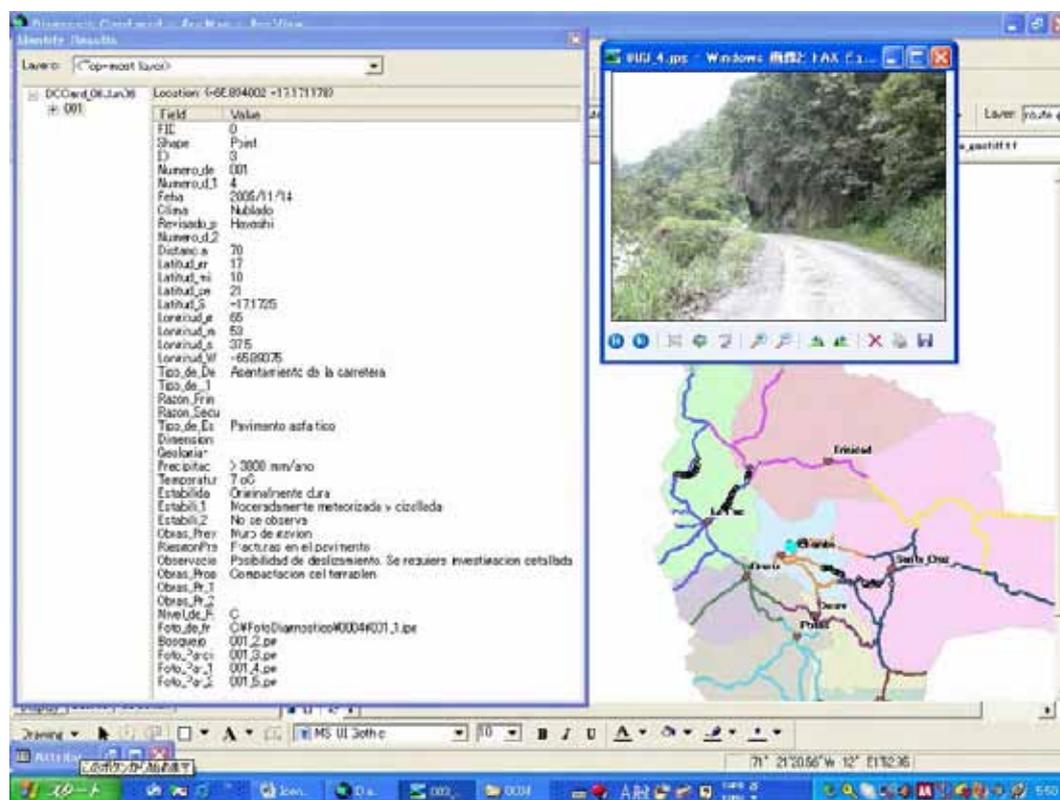


Figura 7.3.3 Ejemplo de la Ventana de Identificación de Resultados

La descripción de cada campo en la Ventana de Identificación de Resultados que se muestran en la *Figura 7.3.3* está listada en la *Tabla 7.3.2*.

Tabla 7.3.2 Descripción de la Ventana de Identificación de Resultados del Archivo de Documentos de Mapa DGCard_06Jun06 en ArcGIS

Campo	Descripción	Tipo de Datos
FID	ID Objeto en ArcGIS	ID Objeto
Shape	Tipo de Shapefile en ArcGIS	Geometría
ID	Número de Ubicación	Doble
Numero_de	Número de Clasificación	Texto
Numero_d_1	Número de GPS	Doble
Fecha	Fecha / Hora	Date
Clima	Estado del Tiempo	Texto
Revisado_p	Registrado por	Texto
Numero_d_2	Número de Ruta	Texto
Distancia	Distancia (km)	Texto
Latitud_gr	Latitud (grados)	Doble
Latitud_mi	Latitud (minutos)	Doble
Latitud_se	Latitud (segundos)	Doble
Latitud_S	Latitud (grados en decimal)	Doble
Longitud_g	Longitud (grados)	Doble
Longitud_m	Longitud (minutos)	Doble
Longitud_s	Longitud (segundos)	Doble
Longitud_W	Longitud (grados in decimal)	Doble
Tipo_de_De	Tipo de Desastre	Texto
Tipo_de_1	Tipo de Estructura	Texto
Razon_Prin	Razón Principal	Texto
Razon_Secu	Razón Secundaria	Texto
Tipo_de_Es	Tipo de Estructura	Texto
Dimension	Dimensión (H/L)	Texto
Geologia	Geología / Estructura Geológica	Texto
Precipitac	Precipitación, mm/año	Texto
Temperatur	Temperatura, °C	Texto
Estabilida	Estabilidad: Rocas	Texto
Estabili_1	Estabilidad: Meteorización / Cizallamiento	Texto
Estabili_2	Estabilidad: Aguas Superficiales / Subterráneas	Texto
Obras_Prev	Obras Preventivas Existentes	Texto
RiesgoPre	Riesgo Previsto	Texto
Observacio	Observaciones	Texto
Obras_Prop	Obras Propuestas	Texto
Obras_Pr_1	Obras Propuestas Adicionales	Texto
Obras_Pr_2	Obras Propuestas Alternativas	Texto
Nivel_de_R	Nivel de Riesgo	Texto
Foto_de_fr	Foto de Frente	Texto
Baqqejo	Bosquejo	Texto
Foto_Parci	Foto Parcial 1	Texto
Foto_Par_1	Foto Parcial 2	Texto
Foto_Par_2	Foto Parcial 3	Texto

7.3.3 Base de Datos para Desastres en Carreteras

Estos datos son introducidos por el personal de cada Oficina Regional al momento de ocurrencia del desastre y es enviado a la Oficina Central cada mes. En la Oficina Central, los datos enviados por la Oficina Regional son guardados en cada carpeta dentro del "Register_Road_Disaster" dentro la carpeta "PMRD_Database", como se muestra en la *Figura 7.3.1*. La *Figura 7.3.4* muestra además un ejemplo de la introducción de datos en el formulario de Base de Datos de Desastres en Carreteras.

Figura 7.3.4 Ejemplo de la Introducción de Datos en el Formulario de Registros de Desastres en Carreteras

La información de los Desastres en Carreteras es transferida al GIS, ESRI ArcGIS 9.2. El archivo "mdb" es convertido a shapefile en el GIS. El manual para la conversión de datos está mencionado en el *Apéndice A*. El archivo de documento de mapa del "Register_Road_Disaster" (.mxd) está localizado en la carpeta "PMRD_Map_Files" dentro la carpeta "PMRD_Database". La descripción de cada una de las capas en este archivo de documento de mapa está mencionada en la *Tabla 7.3.3*.

Tabla 7.3.3 Descripción de las capas en el Archivo de Documento de Mapa "Register_Road_Disaster"

Nombre de la Capa	Descripción	Tipo de Archivo	Fuente
RRD_LaPaz and other Dept.	Datos de Desastre en Carreteras de cada Departamento, que será renovado cada mes	Punto	ABC
Bolivia Town	Capital de Departamentos	Punto	ABC
Seccionesccontrol_actualCopy	Secciones de Control de las principales carreteras en todo el país	Polilínea	ABC
bolivia	Límite Departamental	Polígono	ESRI
Contour_500m	Línea de contorno con 500m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Contour_100m	Línea de contorno con 100m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Contour_50m	Línea de contorno con 50m de intervalo	Polilínea	Equipo de Estudio
Selected_GPS_Polilínea	Rutas trazadas por GPS	Polilínea	Equipo de Estudio
route_geotiff.tif	Archivo de Geotiff creado de datos SRTM	Trama	Equipo de Estudio

7.4 Revisión del Sistema de Red de Información para la Prevención de Desastres en Carreteras

7.4.1 Generalidades

El sistema de base de datos para medidas preventivas contra desastres en carreteras tendrá un acceso fácil para la renovación y la revisión de datos por los usuarios para hacer funcionar el sistema correctamente y sosteniblemente. En este aspecto, la manera apropiada, es el desarrollo del sistema de red usando la modalidad de banda ancha conectando a las Oficinas Regionales y Oficina Central. Como un hecho, las cuatro Oficinas Regionales entrevistadas durante el estudio tienen la capacidad suficiente para realizar el sistema desde un punto de vista técnico. Además, la información en cuanto a desastres en carreteras estará abierta al público, considerando la razón de la existencia de la ABC. Esta sección describe la revisión del sistema de la red de información para la prevención de desastres en carreteras, tomando en consideración la situación actual de campo.

7.4.2 Diseño del Sistema de Base de Datos

La ABC ha hecho funcionar el GIAS. Este administra la red vial y la información relacionada en el sistema de referenciación lineal (SRL) que es apropiado para manejar la estructura de línea. Los desastres en carreteras, en general, ocurren en áreas limitadas que podrían ser consideradas como un Punto. La longitud de la utilización de segmento en GIAS, es demasiado larga, entíendase grande, para analizar las características de un desastre ocurrido puntualmente. Según la ABC, ellos tienen la intención de manejar la información de desastres por georeferencia como longitud y latitud. Considerando las condiciones actuales mencionadas anteriormente, el sistema de base de datos integrado conformado por el sistema de base de datos existente GIAS y la base de datos georeferenciada están diseñados, como se muestra en la *Figura 7.4.1*, como una parte importante del sistema de red de información destinada a la prevención de desastres en carreteras. Los detalles del sistema de base de datos integrado, deberán ser discutidos entre los miembros de la ABC y diseñados paso a paso.

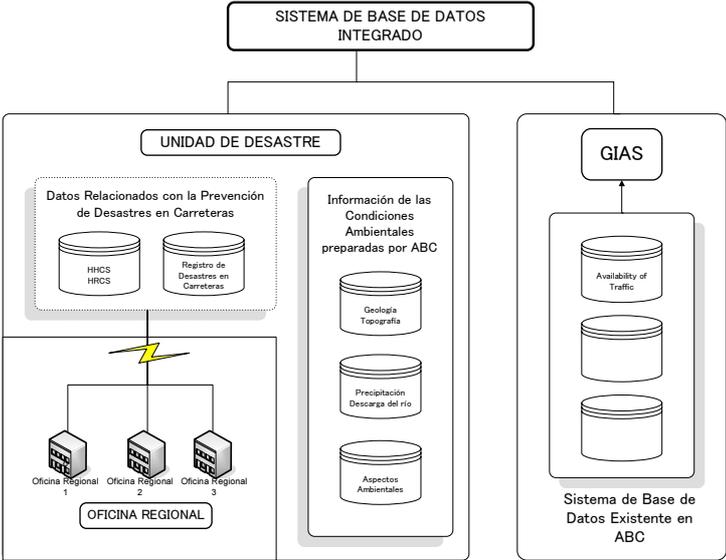


Figura 7.4.1 Perfil del Sistema de Red de Información para Prevención de Desastres en Carreteras

Durante el estudio y para los tramos analizados, se ha desarrollado la base de datos de desastres en carreteras y han sido identificadas las secciones de control de mayor amenaza y las secciones de control

de alto riesgo. Aquellos datos básicos deberán ser renovados periódicamente en principio mediante la transferencia de datos de cada Oficina Regional cada mes y luego dos veces al año. Además, las condiciones naturales y ambientales que constituyen la información básica para el análisis de los mecanismos y la tendencia de los desastres en carreteras, serán adquiridas por la ABC y guardadas en la base de datos. La información ya es manejada por la Unidad de Desastres, la cual se recomienda sea establecida en la Oficina Central de la ABC.

7.4.3 Organización para la Operación del Sistema de Base de Datos

Para la operación efectiva del sistema de base de datos mencionado en la sección anterior, será conveniente organizar una unidad, a tiempo completo, que trabaje en la administración de la prevención de desastres en carreteras en la Oficina Central. La organización de la unidad incluirá a un administrador, un especialista de GIS y un ingeniero de sistemas. Por otra parte, la Oficina Regional designará a una persona responsable para encarar los aspectos inherentes a la prevención de desastres en carreteras.

7.5 Conclusiones y Recomendaciones

(1) Conclusiones

- Las Hojas de Diagnóstico preparadas en el 1^{er} Estudio en Bolivia han sido transferidas a MS-Access y a GIS. La base de datos se desarrolló para que la información de desastres en carreteras sea registrada inmediatamente después de la ocurrencia del desastre. La base de datos será modificada por el personal de ABC, cuando ellos hagan funcionar el sistema.
- Las dos bases de datos mencionadas anteriormente y la información obtenida por el estudio están almacenadas en una base de datos llamada “Base de datos de PRMD”
- El sistema de base de datos integrado, compuesto por la base de datos existente GIAS y la base de datos recién desarrollada; está diseñada considerando su futura utilización.

(2) Recomendaciones

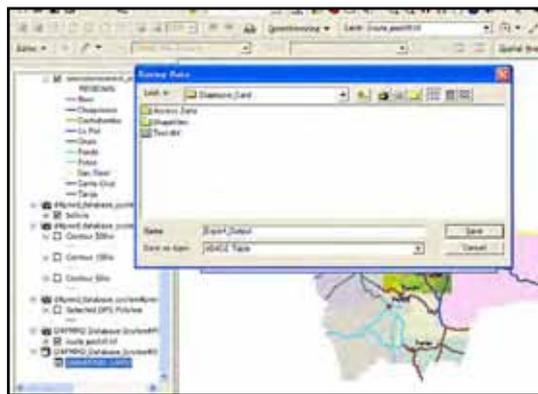
- Para la operación del sistema de base de datos, se requiere que cada Oficina Regional ponga en una lista los aspectos a ser mejorados. Se requiere también que la Oficina Central recolecte aquellas opiniones y trate de mejorar el sistema.
- Se reconoció que la capacidad de los recursos humanos de cada Oficina Regional es suficiente como para establecer la red de información sobre la prevención de desastres en carreteras. Una mayor iniciativa de la Oficina Central permitirá y es requerida para establecer una red apropiada.
- Se recomienda una comunicación interactiva entre las Oficinas Regionales y la Oficina Central, a fin de poseer y manejar la misma información relacionada con la prevención de desastres en carreteras.
- Las discusiones para el desarrollo y operación del sistema de base de datos entre los ingenieros de sistemas de las Oficinas Regionales, deberá ser sostenida bajo un fuerte liderazgo de la Oficina Central.
- Algunas funciones, para absolver preguntas y efectuar análisis dentro del sistema de base de datos para los usuarios internos de la ABC, serán desarrolladas, teniendo en cuenta las necesidades de origen desde el departamento relacionado en la Oficina Central.

< Manual para Conversión de Datos desde MS-Access a GIS >

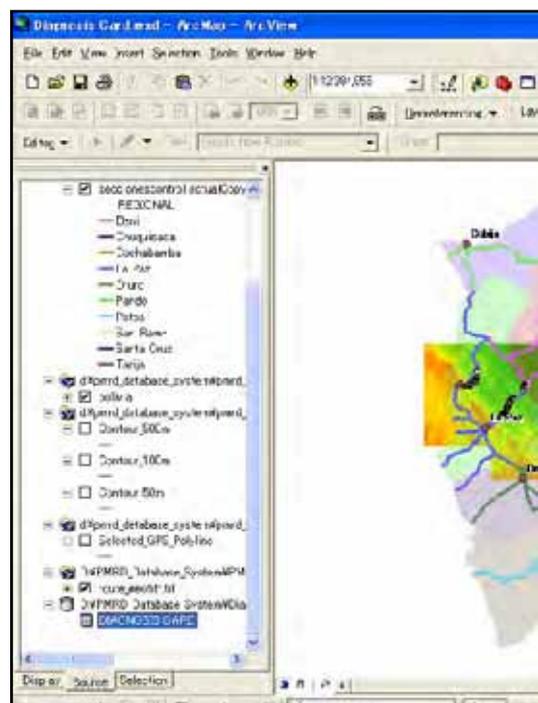
Este manual explica el procedimiento para la transferencia de datos desde archivos “mbd” creados por MS-Access a GIS, ArcGIS 9.0. Se deben tomar dos procedimientos para poder ver los datos en GIS. El primer paso es desde “mbd” a “dbf”, luego desde “dbf” a “shapefile”. El procedimiento detallado es descrito a continuación.

Nota: La parte sombreada en el manual, es decir **DIAGNOSIS CARD-SPANISH.mdb**, debe ser cambiada de acuerdo con el nombre de archivo que usted transfiere a GIS.

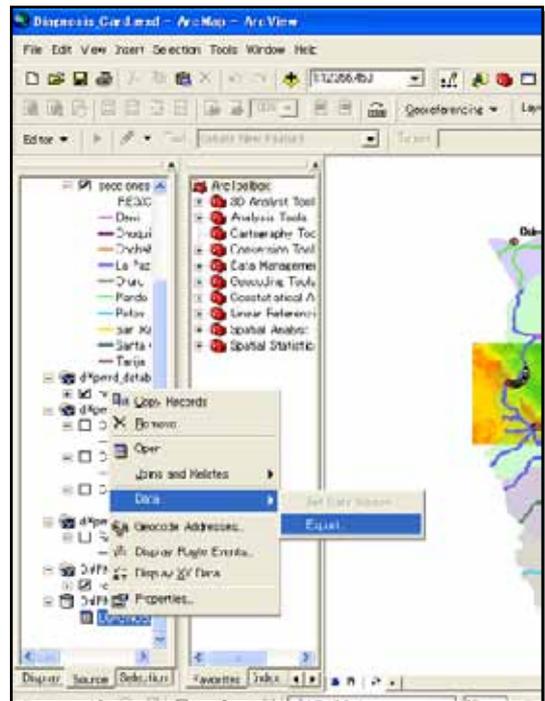
1. Copie el archivo “**DIAGNOSIS CARD-SPANISH.mdb**” y péguelo en la carpeta “Hoja de Diagnóstico” debajo de la carpeta “PMRD_Database_System”.
2. Confirme que la carpeta “FotoDiagnostico” esté ubicada debajo de “C:” y las fotos están clasificadas y guardadas en cada carpeta de cada ruta, es decir “0003”, “0004”, “0007” y “0016”.
3. Comience ArcGIS y abra el archivo del mapa nombrado "Diagnosis_Card.mxd"



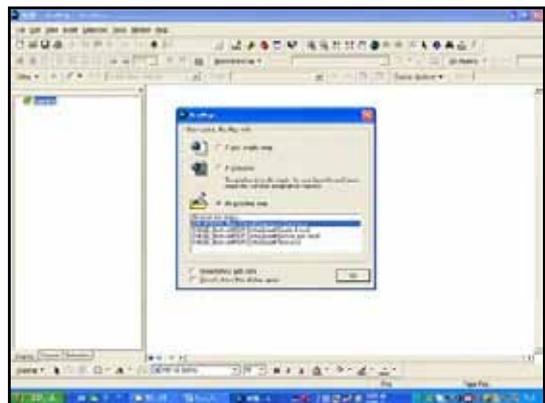
4. Presione el botón “Añadir Datos”. Haga doble clic sobre “**DIAGNOSIS CARD-SPANISH.mdb**” bajo la carpeta “Access_Data” bajo la carpeta “Diagnosis_Card”. Seleccione “DIAGNOSIS CARD”, luego presione el botón "Añadir". Usted puede encontrar la capa llamada “DIAGNOSIS CARD” en el TOC de ArcMap.



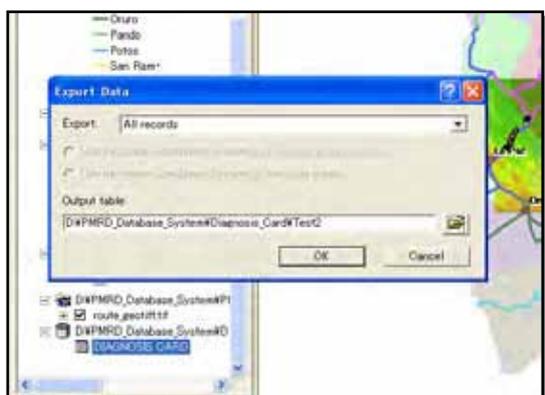
5. Seleccione la capa llamada "DIAGNOSIS CARD" en el TOC de ArcMap.
Click Derecho ⇒ "Datos" ⇒ "Exportación"



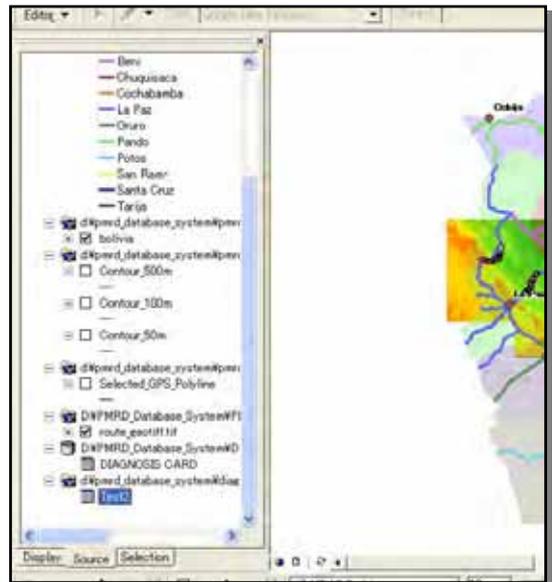
6. Presione el botón "Abrir" en la ventana "Exportar Datos". Abra la carpeta "Diagnosis_Card". Cambie el nombre del archivo a "DGCard_06Jun" de "Export_Output", luego presione el botón "Guardar".



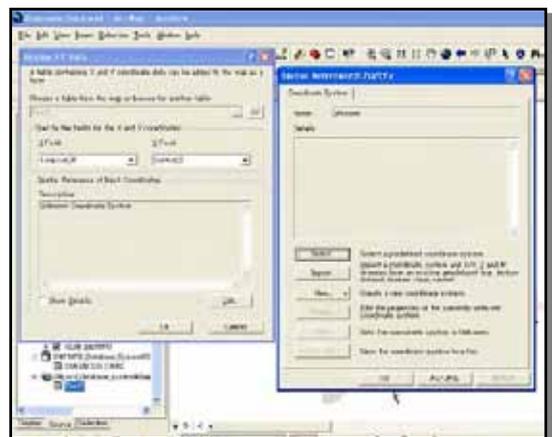
7. Luego presione el botón "OK" en la ventana de "Exportar Datos".



8. Cuando aparezca el mensaje “Quiere aumentar la nueva tabla al mapa actual”, presione el botón “Si”. Usted puede encontrar la capa llamada “DGCard_06Jun” en el TOC.



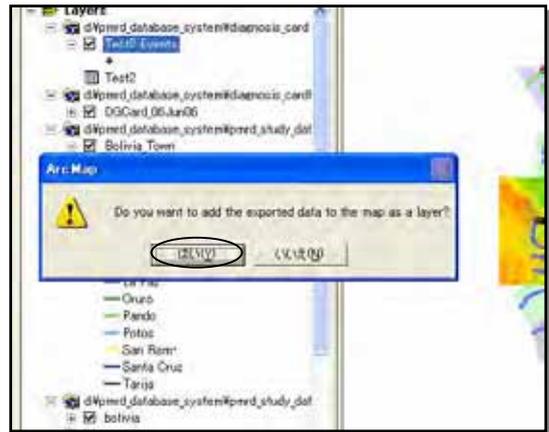
9. En el “TOC”, seleccione “DGCard_06Jun”, click derecho ⇒ ventana “Display XY Data”. Seleccione “Longitud_W” para “X Field”, “Latitud_S” para “Y Field”. Luego presione el botón “Editar” en la ventana “Display XY Data”, luego el botón “Seleccionar”.



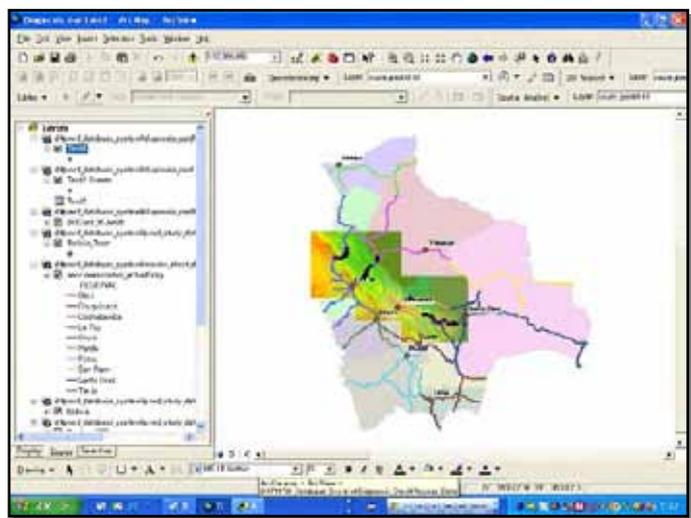
10. Doble click “Sistemas de Coordenadas Geográficas”, luego “Mundo”. Click “WGS 1984.prj”, luego presione el botón “Añadir”.



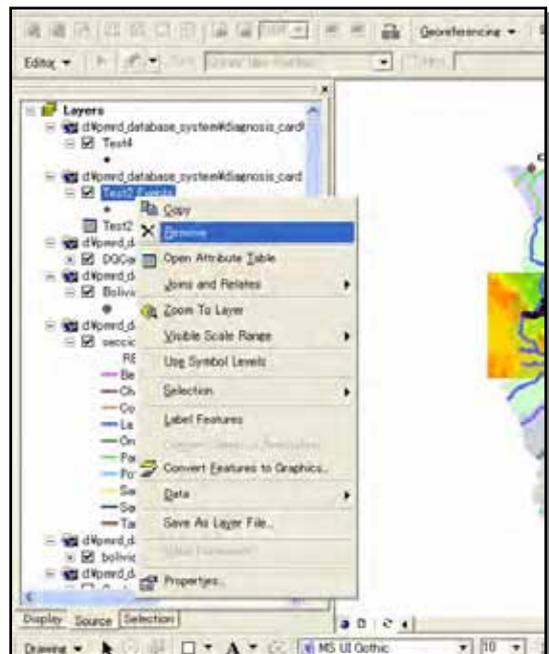
- Aparecerá la ventana con el mensaje “Quiere adicionar los datos exportados al mapa como capa?”, presione “Si”.



- “DGCard_06Jun (shapefile)” en el TOC.



- Seleccione la capa “DGCard_06Jun Events”, clic derecho ⇒ “Quitar”. Seleccione la capa “DGCard_06Jun (tabla de datos)”, clic derecho ⇒ “Quitar”. Luego seleccione “DIAGNOSIS CARD (tabla de datos)”, clic derecho ⇒ “Quitar”.



--- END ---

Capítulo 8
Manual de Prevención de Desastres en Carreteras

Capítulo 8 Manual de Prevención de Desastres en Carreteras

8.1 Manual

8.1.1 Gestión de Desastres

Ciclo de Dirección del Desastres (CGD)

Cuando estudiamos cómo enfrentarnos con desastres, tenemos que considerar el Ciclo de Administración del Desastre (CAD). El CAD tiene tres etapas; medidas de prevención / mitigación, medidas de emergencia y restablecimiento / reconstrucción; tal y como se muestra en la *Figura 8.1.1*. Considerando el CAD, las medidas en caos de desastre, no son transitorias.

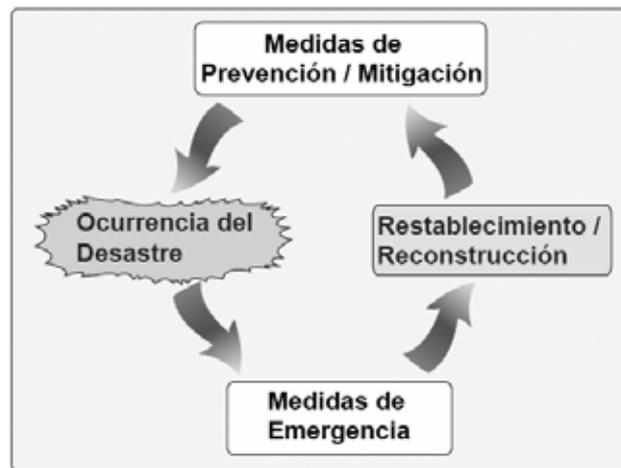


Figura 8.1.1 Ciclo de Administración del Administración (CDD)

El tema principal de este manual es la prevención / mitigación de los desastres, y no se aspectos para el restablecimiento / reconstrucción. Las medidas de prevención / mitigación incluirán operaciones y medidas para tiempo ordinario.

Tres tipos de medidas de prevención

Las siguientes tres medidas, son generalmente tomadas, como las medidas de prevención de desastres básicas.

EVITAR los desastres

Asumir DEFENSA contra desastres

PREDICCIÓN y EVASIÓN de los desastres

Las medidas anteriores corresponden a las siguientes acciones para la prevención de desastres en carreteras.

Tabla 8.1.1 Medidas para Desastres en Carreteras

Medidas Generales	Acciones contra Desastres en Carreteras
EVITAR los desastres	cambiar la alineación de la carretera
DEFENSA contra desastres	obras de prevención
PREDICCIÓN y EVASIÓN de desastres	control de tráfico (solo proteger a vehículos y transeúntes contra los desastres; estructura, no protege las estructuras de la carretera)

Cosas que hay que saber par alas medidas de prevención

Generalmente, cuando se estudian las medidas de prevención de desastres, se deben solucionar las siguientes dudas.

- ¿**DÓNDE** ocurrirán desastres?
- ¿**CUÁNDO** ocurrirán desastres?
- ¿**QUÉ** desastres ocurrirán?
- ¿**CÓMO** ocurrirán los desastres?

Método para saber DÓNDE ocurrirán los desastres

Este manual propone los siguientes tres métodos para saber dónde ocurrirán los desastres.

Inspecciones de talud

Buscar cuidadosamente puntos peligrosos a lo largo de la carretera

Mantenimiento diario

Observar las condiciones de la carretera rutinariamente, y percibir el peligro

Registro de desastres

Los desastres son repetitivos. Una vez que ha ocurrido un desastre, tanto ese punto como los lugares adyacentes se convierten en escenarios peligrosos

Método para saber CUÁNDO ocurrirán los desastres

Este manual propone los siguientes tres métodos para saber cuándo ocurrirán los desastres.

Siempre observar los puntos peligrosos

Siempre observar los lugares de mayor amenaza cuando se han encontrado señales de peligro.

Cuando sea el caso, efectuar el control del progreso del peligro mediante mecanismos de monitoreo.

Establecimiento del nivel de riesgo, basados en la precipitación pluvial

Instalar pluviómetros a lo largo de las carreteras y monitorear de la caída de lluvia.

Es importante el establecer los rangos para definir el inicio de un estado peligroso.

Trabajos de protección basados en el tipo de desastre

El diseño de los trabajos de protección será modificado basado en los tipos de desastre

Pero, para evadirlos, los tipos de desastres no son importantes

8.1.2 Estructura del Manual

Este manual esta apuntado a ser utilizado en todas las carreteras nacionales y en la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras), Agencia de Carreteras Nacionales) que maneja y hace funcionar la Red Vial Fundamental.

El principio de este manual es;

- a. Constituirse en una guía para los cursos de acción de la ABC, la cual pone énfasis en la prevención de desastres.
- b. La prevención de desastres significa el mantener los vehículos y los pasajeros a salvo en un evento de desastres, a pesar de que la carretera haya sido destruida.

- c. La mayoría de este manual excepto el procedimiento IV describe las acciones antes del desastre.

El objeto de este manual es solamente el tratamiento a los deslizamientos de taludes, que incluyen también el flujo de escombros (mazamorras), pero no incluye el tratamiento de inundaciones y desastres en puentes y túneles.

El diagrama de flujo de este manual, con el contenido del mismo, está mostrado en la *Figura 8.1.2*. Este manual está basado en la existencia del sistema de mantenimiento establecido en las carreteras nacionales por parte de la ABC en toda la nación, y que consiste en el trabajo realizado por las Micro-empresas, los Supervisores, las Oficinas Regionales de la ABC y la Oficina Central como se muestra a continuación.

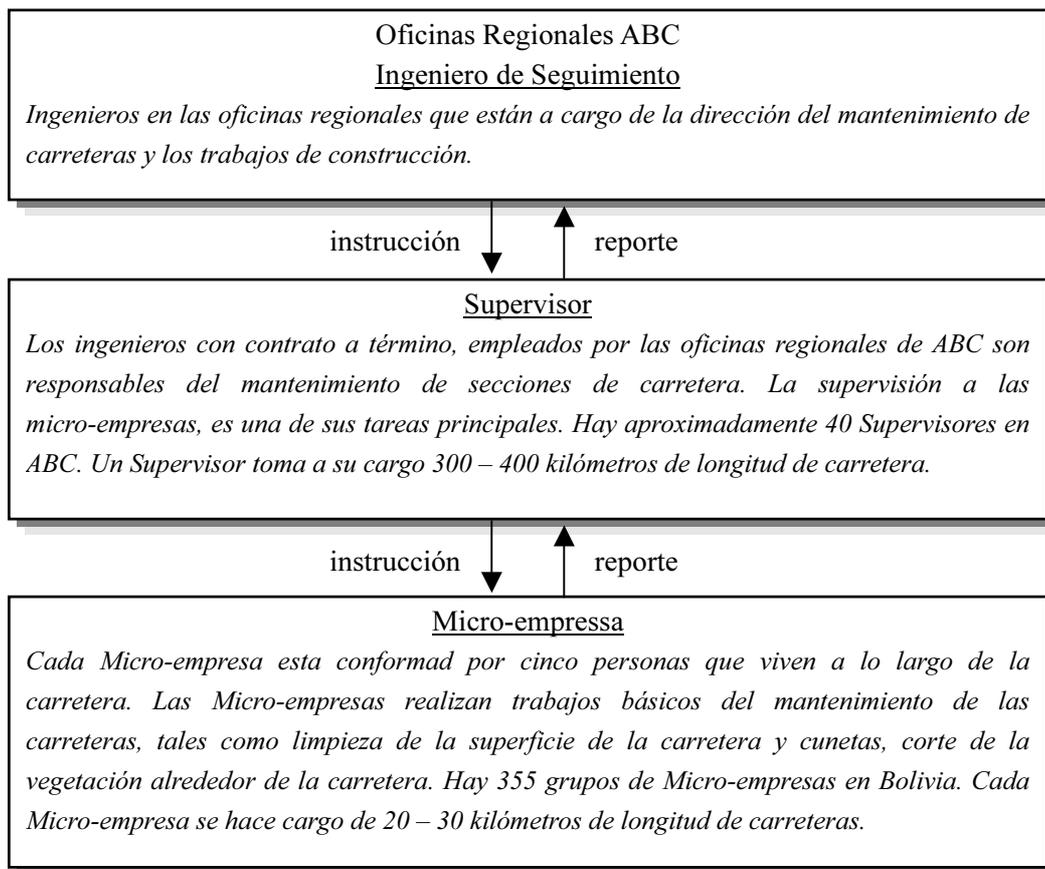


Figura 8.1.2 Organización del Sistema de Mantenimiento de Carreteras Nacionales en Bolivia

Dentro de las medidas para la prevención de desastres, una manera es la de establecer facilidades para la protección del talud (medidas preventivas fuertes), y la otra manera es detener un desastre indirectamente restringiendo la entrada y la utilización de áreas peligrosas a través de divulgación de información (medida preventiva leve). El objetivo de la prevención de desastres es el obtener una carretera en condiciones de uso seguras, mediante la construcción de medidas preventivas a lo largo de la carretera. Sin embargo, para la construcción de medidas preventivas, se requiere una gran cantidad de gastos y mucho tiempo. Nosotros tenemos que poner más énfasis en las medidas leves (soft measures). Aunque las soft measures no pueden prevenir la ocurrencia de desastres, estas minimizan el daño a las personas y a los vehículos. El manual está realizado con este enfoque.

El manual está formado por las siguientes cinco procedimientos.

- Procedimiento I : Determinación de Secciones de Control de Mayor Amenaza
- Procedimiento II : Obras de Prevención de Desastres en Mantenimiento Rutinario
- Procedimiento III : Gestión para Peligro Inminente
- Procedimiento IV : Respuesta a Emergencias
- Procedimiento V : Obras de Prevención de Desastres

* *soft measures* : medidas sin la necesidad de estructuras de gran escala, como ser: control de tráfico, advertencia/evacuación, etc.
 * *hard measures* : medidas con la necesidad de estructuras de gran escala, como ser: dique, muro de contención, etc.

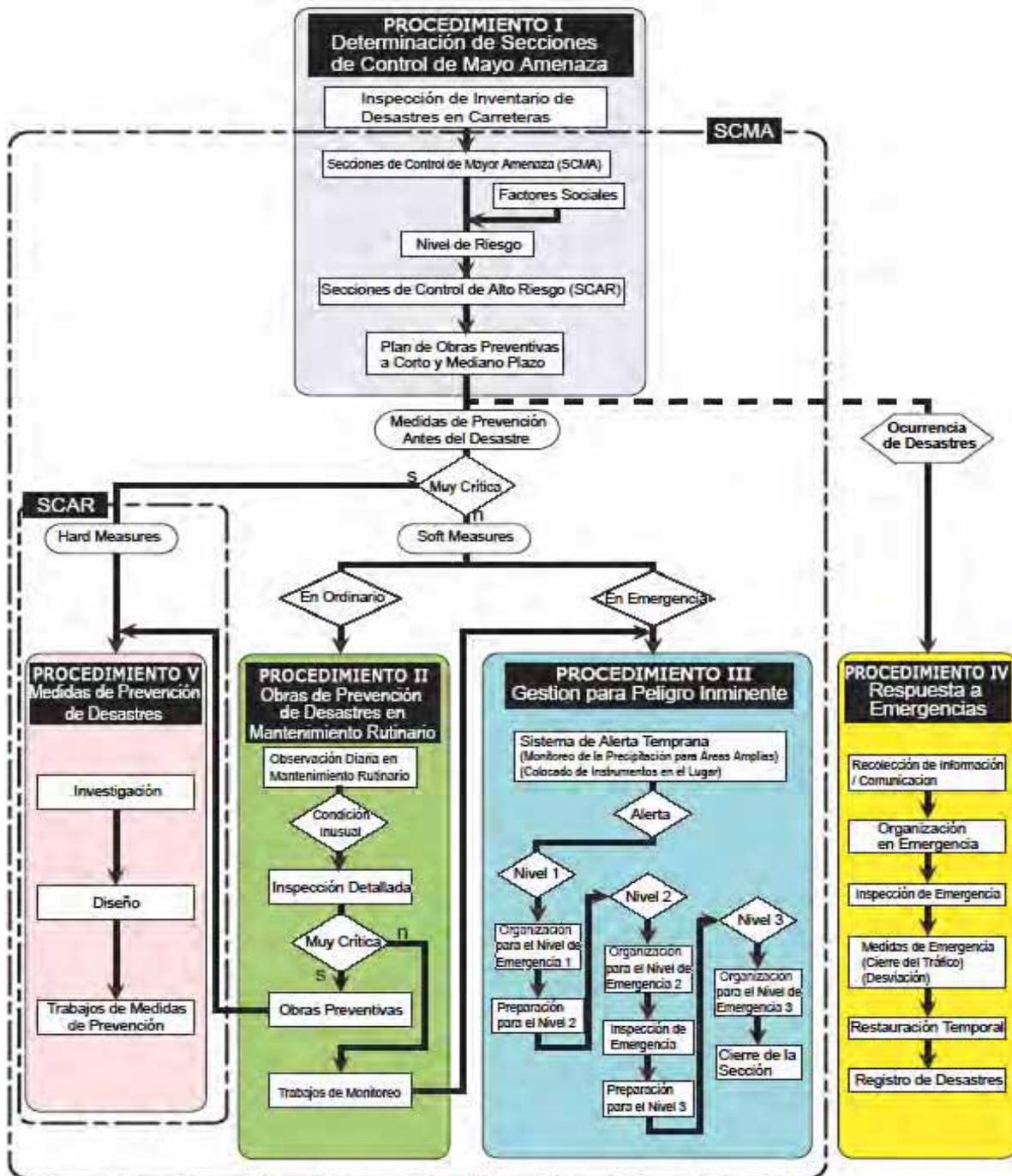


Figura 8.1.3 Diagrama de Flujo de la Gestión de Prevención de Desastres en Carreteras

8.1.3 Contenido de Cada Guía

Procedimiento para la Determinación de Secciones de Control de Mayor Amenaza

Esta es una guía para reconocer los puntos críticos (puntos de mayor amenaza) en las carreteras nacionales de todo el país. El reconocer los puntos críticos significa elaborar mapas de amenazas para el programa de prevención de desastres. Esta información está abierta al público y de este modo la gente puede ubicar el riesgo en las carreteras. Esta inspección detallada para todas las carreteras nacionales, es ejecutada una o dos veces al año en todo el país, seguida de los cinco pasos del programa.

(1) Inspección del Libro Mayor de Desastres en Carreteras

Los Supervisores reconocerán el nivel de amenaza en las carreteras con el objetivo de encontrar los puntos críticos en todas las carreteras nacionales. Esta actividad será incluida dentro del inventario de desastres existente y a cada 50 m a lo largo de las carreteras nacionales y dentro de la operatividad del sistema de mantenimiento de carreteras. La amenaza está clasificada en cuatro niveles desde el A hasta el D y los resultados serán registrados en las tablas de inspección del libro mayor de desastres.

Al principio, no es necesario adentrarse en inspecciones de alto nivel en las carreteras, dentro de los trabajos de inspección realizados por el Supervisor, ya que la capacidad individual de los estos no será la misma. Este procedimiento, especialmente la parte relacionada a la definición de amenaza, debe ser modificada por la ABC, con acciones basadas en las capacidades del Supervisor después del primer año de inspecciones.

(2) Factores Sociales y Nivel de Riesgo

Para obtener el nivel de riesgo a partir del nivel de amenaza en las Inspecciones de inventario para el Libro Mayor de Desastres, se define la importancia de la carretera. La importancia de las carreteras está estimada por el volumen de tráfico, así como por los factores sociales en ese momento; esto debido a que no se pueden encontrar otros valores o datos en Bolivia. Los factores sociales están definidos desde los volúmenes de tráfico en el procedimiento.

El nivel de riesgo se determina para la planificación de las obras preventivas y para la respuesta a las emergencias en todas las carreteras de la nación. El nivel de riesgo está definido con la siguiente fórmula;

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Nivel de Amenaza} \times \text{Factores Sociales}$$

(3) Determinación de las Secciones de Control de Mayor Amenaza (SCMA) / Secciones de Control de Alto Riesgo (SCAR)

Las Oficinas Regionales de la ABC deberán designar las Secciones de Control de Mayor Amenaza donde estén concentrados los lugares con gran amenaza y las Secciones de Control de Alto Riesgo donde estén concentrados los lugares de alto riesgo. Ambas secciones se utilizan para definir el plan de medidas de prevención así como los trabajos de mantenimiento (Procedimientos II y III). Las Oficinas Regionales de la ABC deberán revisar y controlar estos aspectos cada año.

El programa de prevención de desastres será planificado sobre la base del nivel de riesgo. Las secciones de control de alto riesgo tienen generalmente prioridad en el programa de prevención de desastres. Se recomienda que las medidas simples de prevención introducidas en el procedimiento V sean aplicadas para las secciones de control de alto riesgo que tienen gran prioridad.

Procedimiento para Obras de Prevención de Desastres en Mantenimiento Rutinario

Este es un procedimiento que complementa las tareas de mantenimiento rutinario y así, de este modo, poder encontrar la señal de ocurrencia de un desastre en una etapa, lo más temprana posible.

(1) Observación Diaria

La observación diaria se define como el patrullaje normal realizado por las Micro-empresas con atención a las señales de anomalías relacionadas con la estabilidad del talud. Las Micro-empresas son las organizaciones apropiadas para detectar las anomalías en tiempo ordinario, debido a que ellas siempre efectúan labores de mantenimiento en sus secciones asignadas en las carreteras nacionales. Para la Micro-empresas, se ha introducido un simple e instructivo manual (a. que es anomalía, b. métodos de emergencia en caso de detección de anomalías, c. documento de formulario), que facilita estas tareas.

La observación diaria cubrirá solamente las Secciones de Control de Mayor Amenaza (SCMA).

(2) Inspección Detallada

El Supervisor deberá ejecutar una inspección detallada para darse cuenta de las anomalías en las ubicaciones reportadas por las Micro-empresas durante la observación diaria. La inspección detallada deberá ser registrada en las hojas correspondientes, con el formato preparado en el Procedimiento I. si una emergencia es reconocida en ese sitio, el Supervisor deberá comunicarse inmediatamente con la Oficina Regional de la ABC.

Procedimiento para la Gestión en Peligro Inminente

Este es el procedimiento a seguir con reacciones y respuestas en casos de emergencia el cual se aplica antes del desastre. La definición de emergencia es importante en este programa y debe discutirse primeramente todo lo relacionado con la precipitación pluvial y el monitoreo del deslizamiento. Justamente, las respuestas de emergencia están cubiertas en las Secciones de Control de Mayor Amenaza (SCMA).

(1) Alerta Temprana para Áreas Amplias por Precipitación

El sistema de alerta temprana para áreas amplias deberá ser establecido para determinar las emergencias por medio de la observación de la precipitación pluvial a lo largo de las carreteras nacionales. Como un método práctico para Bolivia, el procedimiento introduce la simple medida de lluvia como el dispositivo de disminución. La simple medición de la precipitación pluvial puede ser realizada en un contenedor de forma cilíndrica, con graduación apropiada, e instalado en todas las estaciones previstas a cargo de las Micro-empresas, las mismas que deberán realizar el monitoreo.

(2) Respuesta a Emergencia (Antes del desastre)

Antes del desastre, cuando el monitoreo muestra que la carretera está en un momento crítico, se activa el nivel de emergencia. El nivel de emergencia está clasificado dentro de tres niveles basados en el monitoreo de la precipitación o en el movimiento del terreno. La activación de la emergencia está basada en los niveles de emergencia. El tráfico de la carretera en la sección afectada de la carretera nacional, deberá ser cerrado cuando se encuentra una emergencia en el nivel de amenaza más alto.

Procedimiento para Respuesta a Emergencias

El procedimiento muestra las actividades de recuperación durante y después del desastre, y da una descripción de las obras preventivas provisionales y de los trabajos temporales.

Este procedimiento introduce;-

- Información, recolección y comunicación
- Organización en emergencia
- Inspección de Emergencia
- Medidas de Emergencia
- Restauración Temporal y
- Registro de Desastres,

Cuando el desastre ocurre, mayormente la información sobre el evento podría llegar primeramente a la policía, y esta informar a la Oficina Regional de la ABC.

La Oficina Regional de la ABC establecerá la organización de emergencia encabezada por el Jefe Regional (el jefe de la Oficina Regional de la ABC), y enviará al Supervisor para recolectar la información detallada cuanto antes. Si el Supervisor no pudiera alcanzar el punto inmediatamente, éste solicitará a la micro-empresa realizar la observación y a su vez, ésta elaborará un informe al Supervisor.

Toda la información será concentrada por el Jefe Regional, y este tomará la responsabilidad sobre todas las acciones realizadas por la ABC, el Supervisor y la micro-empresa.

El objetivo de la medida de emergencia y la restauración temporal es mantener un flujo de tráfico seguro cuanto antes. Sin embargo, si es difícil mantener la seguridad de la carretera, el tráfico deberá ser controlado.

Procedimiento para Obras de Prevención de Desastres

Este es un procedimiento para el diseño de medidas de prevención así como para la investigación de soporte para el diseño de medidas de prevención.

(1) Diseño de Medidas de Prevención

En el manual están descritos los métodos principales sobre medidas preventivas. En Bolivia existen muchos desastres de carreteras relacionados con el agua, por lo tanto el drenaje de agua superficial y de agua subterránea es muy importante y recomendable como una medida de prevención efectiva y de bajo costo. La pendiente estándar para cortes de talud y las medidas de prevención simples están incluidas en este procedimiento. Estas medidas de prevención simples son recomendables para las Secciones de Control de Alto Riesgo, en preferencia a otras secciones.

(2) Investigación

La investigación geológica / geotécnica deberá ser ejecutada como prioridad para las obras de prevención a fin de poder diseñar las medidas de prevención adecuadamente y para prevenir situaciones inesperadas durante el periodo de construcción.

8.2 Puesta a Prueba del Manual

8.2.1 Propósito

Para encontrar efectivamente algún defecto en el manual, se ha ejecutado la puesta a prueba del manual en una sección elegida de la Red Vial Fundamental, después de que fuera entregado el Segundo Borrador del Manual en Junio de 2006. En respuesta a la prueba del manual preliminar, este está siendo revisado para que sea aplicable a la actual administración de carreteras de la ABC.

La prueba ha sido ejecutada en una sección de la ruta 3 durante el periodo de Julio 2006 a Abril 2007.

8.2.2 Método de la Puesta a Prueba

(1) Ubicación

Red Vial Fundamental → Ruta 3, Santa Bárbara – Quiquibey, 227 km



Figura 8.2.1 Ubicación de la Puesta a Prueba

(2) Sector y Personas a Cargo

Sector: La Paz, Oficina Regional, ABC

Ingeniero de Seguimiento:

Ing. Gabriel Collao Aguirre

Supervisor (a cargo de Cotapata – Quiquibey, Ruta 3):

Ing. Rene Berazain Carrasco

Ing. Andrés Flores Montano (asistente)

Micro-empresa:

11 grupos

(3) Esencia de la Puesta a Prueba

La esencia de la puesta a prueba está basada en el borrador del Manual como sigue;-

Tabla 8.2.1 Esencia de la Puesta a Prueba

Manual	Esencia de la Prueba	Acción por	Informe
Procedimiento I <i>Determinación de puntos críticos</i>	Inspección en taludes	SV	Hoja de Inventario de Desastre
	Instituir Secciones de Alto Riesgo	FE, JICA	Mapa de ubicación de las Secciones de Mayor Amenaza
Procedimiento II <i>Mantenimiento Rutinario</i>	Descubrimiento de cosas inusuales en el mantenimiento diario de carreteras	ME, SV	Registro de Informes de las Micro-empresas
	Inspección inusual	SV	Registro de Inspección
Procedimiento III <i>Gestión de Peligro Inminente</i>	Instalación de pluviómetros sencillos	ME, SV	Informe de instalación de pluviómetros
	Monitoreo de los pluviómetros	ME	Registro de Informes de Monitoreo de Pluviómetros (informe mensual)
	Alerta de lluvia fuerte	SV, ME	Registro de alertas
Procedimiento IV <i>Respuesta a Emergencias</i>	Respuesta a la ocurrencia del desastre	FE, ME	Registro de Respuestas
Procedimiento V <i>Medidas de Prevención de Desastres</i>	Construcción de Medidas Preventivas basadas en el Manual	FE, ME	Dibujos de los proyectos

FE: Ingeniero de Seguimiento, SV: Supervisor, ME: Micro-empresa, JICA: Equipo de Estudio JICA

(4) Cronograma

El periodo de prueba es desde Julio 2006 hasta Abril 2007.

Los eventos significativos de la puesta a prueba del manual están mostrados a continuación;-

Tabla 8.2.2 Cronograma de la Puesta a Prueba antes de Julio 2006

Fecha	Descripción
Mayo, Junio, Julio 2006 :	Reuniones de sub. comité del Manual (18,25 Mayo, 1, 6, 16, 26 Junio, 1, 7, 13, 20 Julio)
6 Junio 2006 :	Conferencia del Manual, participaron los jefes de las sucursales de la ABC
20 Junio 2006 :	Conferencia del Manual, participó el personal de la ABC, oficina central
28 Junio 2006 :	Reunión con ABC sucursal La Paz durante la prueba
4, 10, 18 Julio 2006 :	Reunión con el Supervisor a cargo de la sección de prueba
7 Julio 2006 :	Instalación de un pluviómetro sencillo como prueba piloto
11 Julio 2006 :	Curso de inducción para las Micro-empresas organizado por el Supervisor en Caranavi (participaron 11 grupos de Micro-empresas)
17-22 Julio 2006 :	Instalación de pluviómetros por las Micro-empresas
17-22 Julio 2006 :	Inspección en taludes por el Supervisor

El cronograma de la puesta a prueba después de Julio 2006 fue como se muestra en la *Figura 8.2.2*.

El tipo de desastres fue revisado, basado en el consejo del Supervisor, como se muestra a continuación. Está basado en la clasificación común en Bolivia.

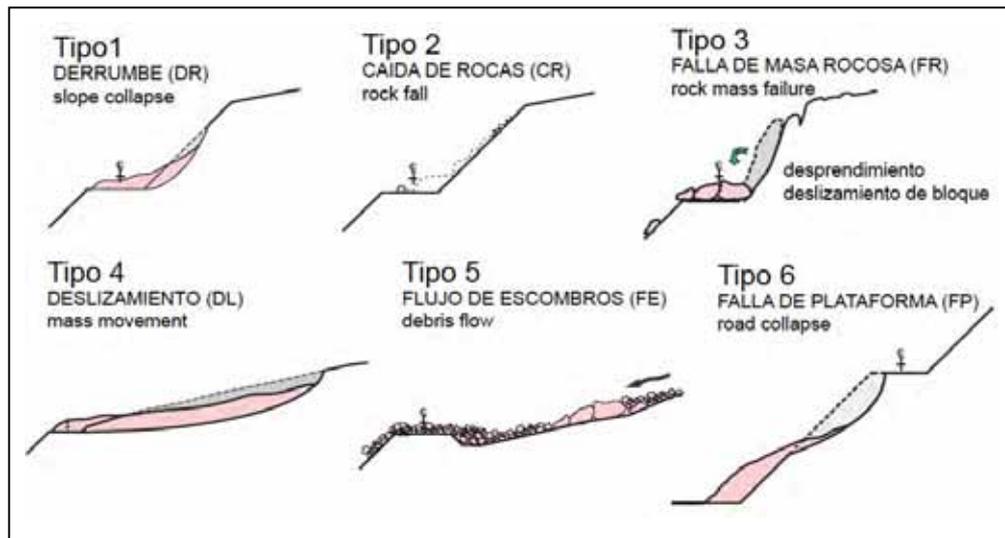


Figura 8.2.4 Tipos de Desastre Clasificados en el Manual

(2) Determinación de las SCMA de Acuerdo al Procedimiento I

En total 58 puntos críticos fueron reconocidos por el Supervisor. Varios tipos de desastres continúan en algunas secciones en la carretera. Las secciones donde los desastres continúan son llamadas Secciones de Control de Mayor Amenaza (SCMA). El número total de SCMA que se muestran en la tabla son seis secciones, de acuerdo a lo siguiente.

1. 96 km – 124 km
2. 137 km – 153 km
3. 163 km – 204 km
4. 218 km – 222 km
5. 263 km – 265 km
6. 276 km – 277 km

Los puntos críticos y las SCMA pueden ser manejados con tablas simples, como la que se muestra en la *Figura 8.2.5*.

CORREDO DE RUTA		CRITICAL SPOTS		SURVEY DATE	
F-001 (LA PAZ - TRINIDAD)				13/06/2007	
TRABAJ REGIONAL		ID (COTAPATA - CRICHERFY)		SURVEYED BY	
LA PAZ				ING. RENE BERAZAN CARRASCO	
0+000	0+000	0+000	0+000	0+000	0+000
0+010	0+010	0+010	0+010	0+010	0+010
0+020	0+020	0+020	0+020	0+020	0+020
0+030	0+030	0+030	0+030	0+030	0+030
0+040	0+040	0+040	0+040	0+040	0+040
0+050	0+050	0+050	0+050	0+050	0+050
0+060	0+060	0+060	0+060	0+060	0+060
0+070	0+070	0+070	0+070	0+070	0+070
0+080	0+080	0+080	0+080	0+080	0+080
0+090	0+090	0+090	0+090	0+090	0+090
0+100	0+100	0+100	0+100	0+100	0+100
0+110	0+110	0+110	0+110	0+110	0+110
0+120	0+120	0+120	0+120	0+120	0+120
0+130	0+130	0+130	0+130	0+130	0+130
0+140	0+140	0+140	0+140	0+140	0+140
0+150	0+150	0+150	0+150	0+150	0+150
0+160	0+160	0+160	0+160	0+160	0+160
0+170	0+170	0+170	0+170	0+170	0+170
0+180	0+180	0+180	0+180	0+180	0+180
0+190	0+190	0+190	0+190	0+190	0+190
0+200	0+200	0+200	0+200	0+200	0+200
0+210	0+210	0+210	0+210	0+210	0+210
0+220	0+220	0+220	0+220	0+220	0+220
0+230	0+230	0+230	0+230	0+230	0+230
0+240	0+240	0+240	0+240	0+240	0+240
0+250	0+250	0+250	0+250	0+250	0+250
0+260	0+260	0+260	0+260	0+260	0+260
0+270	0+270	0+270	0+270	0+270	0+270
0+280	0+280	0+280	0+280	0+280	0+280
0+290	0+290	0+290	0+290	0+290	0+290
0+300	0+300	0+300	0+300	0+300	0+300

Figura 8.2.5 Puntos Críticos y SCMA a lo largo de la Ruta 3

La Figura 8.2.6 muestra la posición y el tipo de desastres visualmente; y es el resultado de la prueba a prueba del manual realizado en el año 2007 a lo largo de la ruta 3. La figura muestra que mayormente existe el tipo de desastre 2 a la izquierda de la vía y los tipos de desastres 1 y 4 a la derecha de la carretera. Esto es porque la carretera se emplaza en un lugar donde las montañas se localizan a la derecha y los barrancos a la izquierda de la carretera. De esta manera, las características de desastres pueden ser clarificadas con figuras simples como esta.

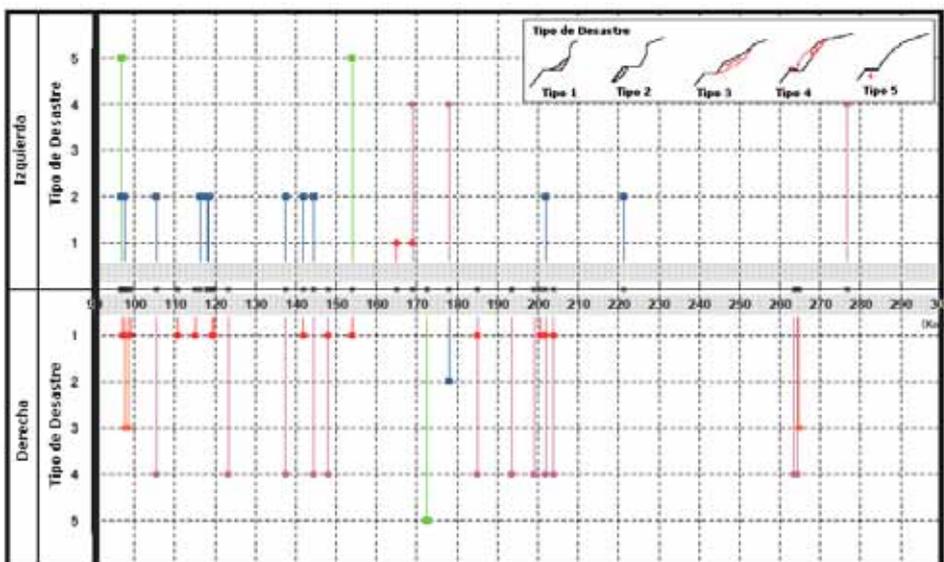


Figura 8.2.6 Ubicación y Tipos de desastres a lo largo de la Ruta 3

La clasificación de desastres no es la misma que la clasificación en el Manual Final

(3) Monitoreo de la Precipitación de acuerdo al Procedimiento III

Para el monitoreo de la precipitación pluvial en la gestión para peligro inminente llevada por las Micro-empresas en el procedimiento III, el Supervisor sostuvo una reunión de orientación sobre el monitoreo de la precipitación con las Micro-empresas, implicado en la puesta a prueba del manual como se muestra en las fotos adjuntas. En la reunión de orientación, fueron distribuidos entre las Micro-empresas pluviómetros sencillos y su manual de uso e instalación. También se distribuyeron a las Micro-empresas las guías de observación de desastres simplificadas, dirigidas a las mismas según el procedimiento III.

Cada Micro-empresas instaló al menos un medidor de lluvia simple (pluviómetro) en su sección, y un total de 22 pluviómetros sencillos fueron instalados en la sección de prueba, desde Caranavi a Quiquibey. La mayor parte de los pluviómetros sencillos parecieron ser instalados satisfactoriamente

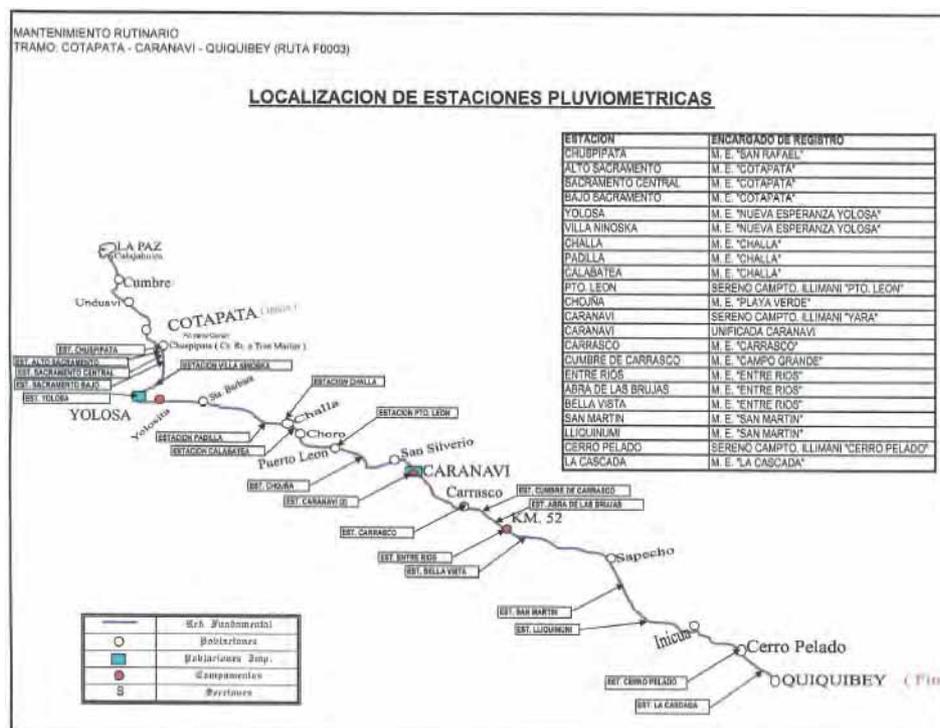


Figura 8.2.7 Ubicación de Pluviómetros Instalados por las Micro-empresas

A pesar de que el procedimiento III de la 3^{er} versión preliminar del Manual indica que los pluviómetros serán monitoreados en intervalos de al menos una hora después de comenzada la precipitación, los pluviómetros fueron monitoreados por las Micro-empresas, sólo después de la precipitación total de cada período habiéndose registrado el tiempo de inicio de cada precipitación, porque era difícil para las Micro-empresas supervisar la precipitación en un intervalo de cada hora. En respuesta a este problema, el procedimiento III fue revisado para hacerlo más utilizable, por ej., registrar el tiempo de inicio de la precipitación y monitorear cada hora después de que la precipitación acumulada haya excedido los 50 mm. El monitoreo de los pluviómetros ha sido previsto para establecer los niveles de alerta y efectuar el pronóstico de desastres, así el continuo monitoreo es importante.

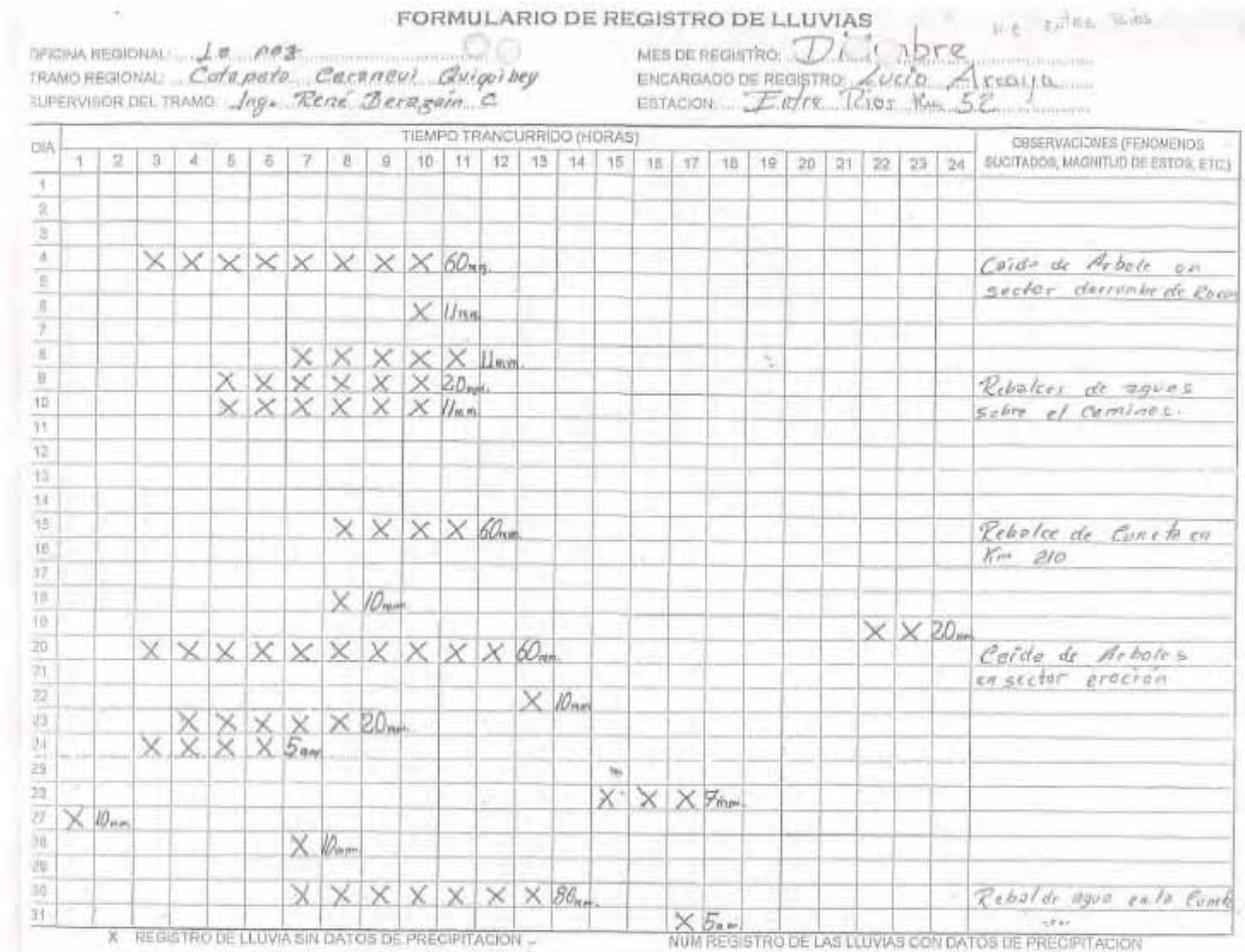


Figura 8.2.8 Formulario de Registro del Monitoreo de la Precipitación

(4) Puesta a Prueba de la Instalación del Nivel de Alerta Mediante el Monitoreo de la Precipitación de Acuerdo al Procedimiento III

Las Figuras 8.2.9 y 8.2.10 muestran relación entre los desastres y la precipitación, con datos que fueron obtenidos por las Micro-empresas usando pluviómetros sencillos. Los gráficos usan los registros de los pluviómetros más cercanos a cada desastre. Los tipos de desastre están basados en lo mostrado en la Figura 8.2.4.

La figura superior muestra la relación entre el tipo de desastre y la precipitación pluvial acumulada y la figura inferior muestra la relación entre el tipo de desastre y la intensidad de la precipitación.

Ambas figuras muestran que los desastres ocurren durante los periodos de poca lluvia. La razón tal vez sea una de las siguientes o todas;

1. Los desastres han sido registrados por las Micro-empresas, las cuales no son expertas en desastres de carreteras, todos los tipos de desastres incluso los pequeños eventos fueron registrados.
2. En Bolivia, la ocurrencia de desastres puede no ser afectada por la acumulación de la precipitación o la intensidad de la misma, pero si por el periodo o duración de la precipitación.

El monitoreo de la precipitación por las Micro-empresas usando pluviómetros sencillos deben continuar, y los datos deben ser acumulados para un análisis futuro.

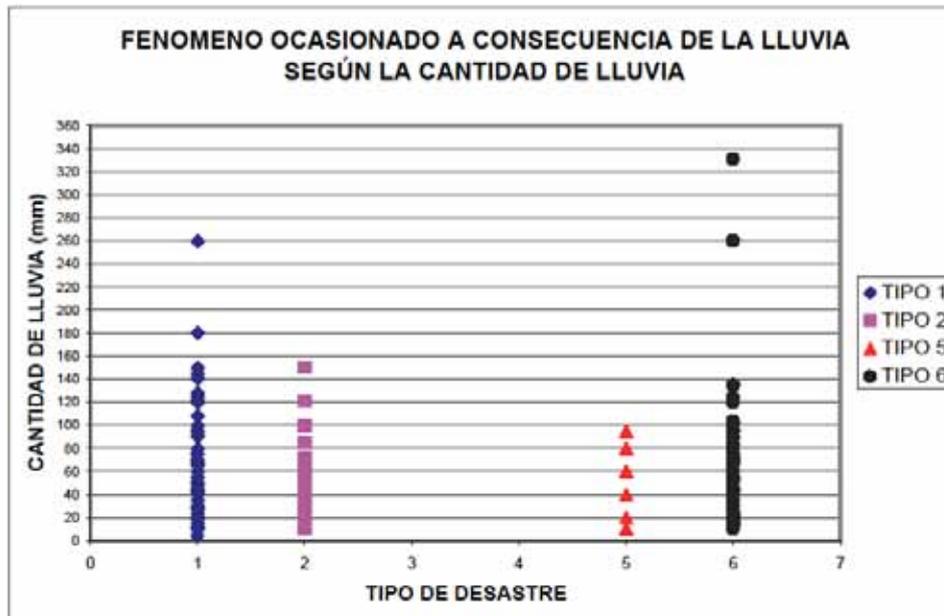


Figura 8.2.9 Tipo de Desastre – Acumulación de Lluvia

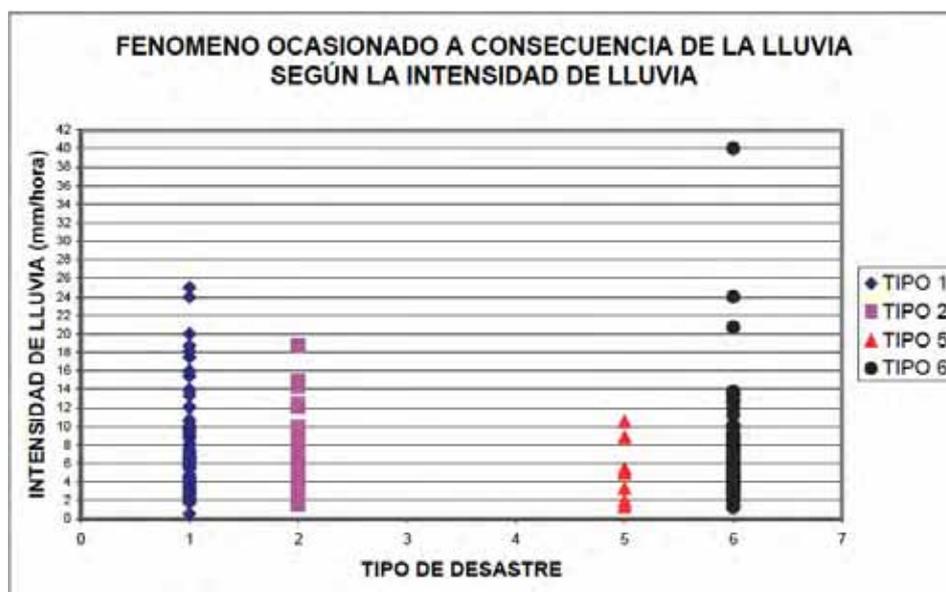


Figura 8.2.10 Tipo de Desastre – Intensidad de Lluvia

(5) Puesta a Prueba de Acuerdo al Procedimiento II

No hay ningún informe de las Micro-empresas sobre alguna anomalía en sus trabajos de mantenimiento diarios efectuados durante el periodo de prueba como se menciona en el procedimiento II.

(6) Puesta a Prueba de Acuerdo al Procedimiento IV

El Supervisor indicó que algunas expresiones que utiliza el procedimiento IV, son términos muy generales y que le fue difícil el tomar alguna acción en la misma línea que el procedimiento IV. El procedimiento IV ha sido revisado sobre la base de las indicaciones realizadas por los Supervisores.

(7) Puesta a Prueba de Acuerdo al Procedimiento V

El Supervisor indicó que el procedimiento V debe mencionar no solamente carreteras pavimentadas sino también, y más abundantemente sobre carreteras no pavimentadas (ripiadas y de tierra).

El procedimiento V no menciona solamente a las carreteras pavimentadas, sin embargo, este procedimiento debe ser leído nuevamente con cuidado desde el punto de vista de incluir a las carreteras no pavimentadas.

(8) Aptitudes de los Supervisores y de las Micro-empresas

El conocimiento del Supervisor y de las Micro-empresas sobre la prevención de desastres en carreteras parece ser muy grande. El Supervisor preparó una interesante presentación para las Micro-empresas en la reunión de entrenamiento, y las Micro-empresas escucharon cuidadosamente la presentación del Supervisor. También las Micro-empresas mostraron sus aptitudes en la instalación de los pluviómetros.



Figura 8.2.11 Fotos de la Reunión de Orientación de Monitoreo de Pluviómetros con las Micro-empresas

(11 de Julio de 2006)

Capítulo 9
Implementación del Proyecto Piloto

Capítulo 9 Implementación del Proyecto Piloto

9.1 Política Básica de las Obras Piloto

El Proyecto Piloto ha sido ejecutado de acuerdo con el plan de desarrollo de capacidades (DC) para apoyar al mismo en el área de la prevención de desastres, la cual es el objetivo de este Estudio.

En el Proyecto Piloto está previsto llevarse a cabo obras piloto seleccionadas en base al Libro Mayor de Desastres en Carreteras (provisional) y al Manual de Prevención de Desastres en Carreteras (provisional), confeccionados en colaboración con la parte boliviana y con el propósito de mejorar la capacidad de control técnico de la contraparte (ABC). El entrenamiento se ejecutó en obra (OJT), para una gestión más eficiente.

Mediante la capacitación en las obras piloto se intentó mejorar las capacidades sobre; estudios para obras preventivas (geología, topografía, meteorología, etc.), su planificación, diseño, cálculo de costos, elaboración de documentos de contrato, realización y evaluación de la licitación, control de ejecución en obra (control de calidad, control del cronograma, atención a emergencias, etc.), e inspección de conclusión de la obra.

Las obras a ejecutarse en el Proyecto Piloto incluyen el contenido apropiado, en aspectos técnicos e institucionales, que correspondan a los procesos mencionados anteriormente. No se da tanta importancia a la magnitud misma de las obras, sino que se busca difundir, a nivel nacional, las obras y medidas preventivas universales frente al patrón representativo del desastre.

9.2 Selección del Sitio de Obras Piloto

Se seleccionó el lugar de entre las 4 rutas objeto del Estudio, enfocándose en el patrón de desastres más impactantes socialmente (como el cierre de tránsito, etc.), que en concreto son; el flujo de mazamoras, falla de terraplén, derrumbe de talud, y tomando en cuenta la efectividad preventiva de las medidas para mostrarlas como obras piloto. Según los resultados del estudio en la primera y segunda fases del trabajo en Bolivia, la ruta 7 de la RVF fue seleccionada como el tramo objeto del Proyecto Piloto, ya que en esta ruta se tienen identificados numerosos puntos críticos con antecedentes de derrumbe de taludes, hechos por corte y relleno, y con alto riesgo de desastres. Por lo tanto, se consideró que aquí la ejecución de las obras preventivas podría aportar una gran efectividad al propósito perseguido.

La selección del sitio de las obras piloto fue definida de acuerdo con el reconocimiento detallado de la ruta 7 de la RVF realizado en la segunda fase de trabajo en Bolivia.

Según el resultado de la segunda fase de estudio, y tomando en consideración la magnitud adecuada de obras que cumpla con la política básica y los aspectos socio-ambientales, y además con la conformidad de la ABC se decidió que se ejecutarían las obras piloto de este Proyecto en dos sitios, N° 1 – Progresiva 399+000 (corte) y N° 2 – Progresiva 426+300 (relleno).

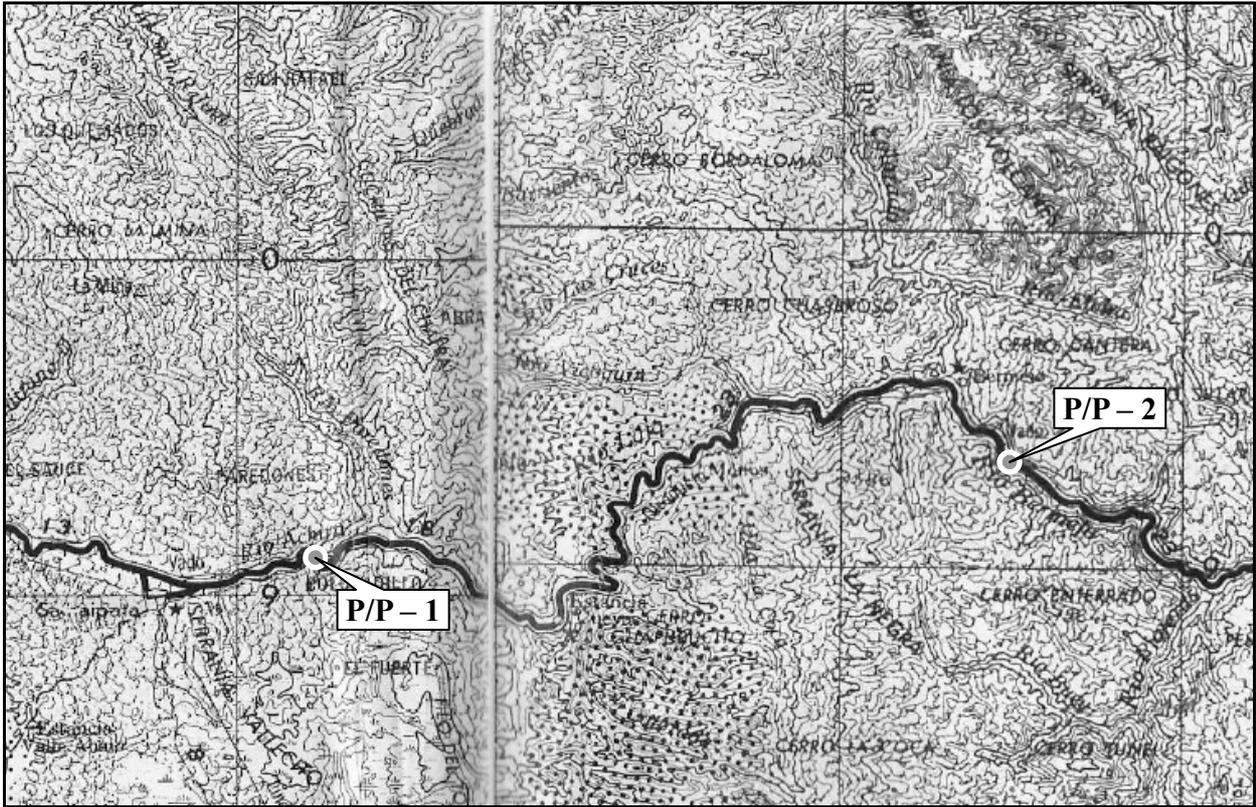


Figura 9.2.1 Mapa de ubicación

9.3 Política de las Obras Preventivas del Proyecto Piloto

Sobre los métodos de obras preventivas a ser empleadas, la Misión y la ABC mantuvieron una serie de debates en la primera fase de trabajo en Bolivia donde se trató acerca de los puntos críticos de desastres en la ruta 7 de la RVF y las obras piloto (provisionales) que podrían incentivar en el futuro la aplicación de medidas de prevención de desastres en carreteras.

Tomando en cuenta los resultados del estudio de la primera fase en Bolivia y aspectos tales como; (1) Método sostenible en Bolivia desde el punto de vista del nivel técnico, (2) Capacidad de los contratistas locales y (3) Magnitud del presupuesto disponible; las siguientes obras preventivas quedaron como objetos iniciales de estudio.

Protección de talud por corte: encribado
Medida contra la falla de terraplén: Protección de orilla, Suelo reforzado, Trabajos contra la caída de rocas

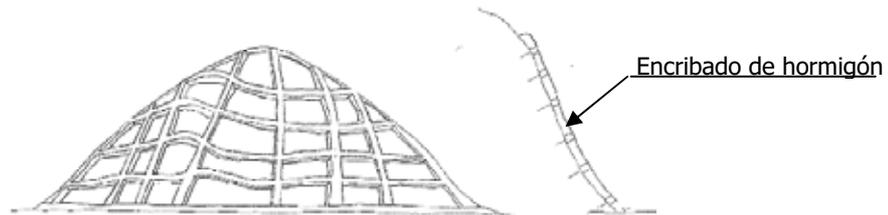


Figura 9.3.1 Encribado

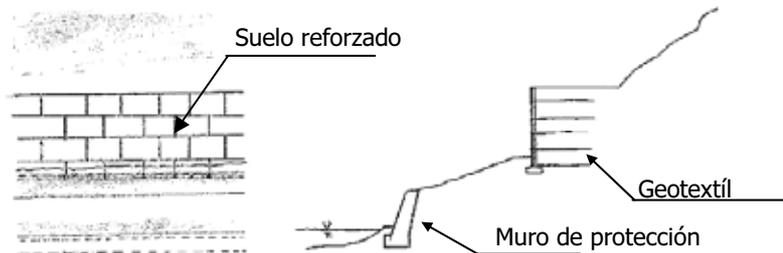


Figura 9.3.2 Protección de Orilla, Suelo Reforzado

Además, de acuerdo con los resultados del estudio geológico y del levantamiento topográfico realizados a través de contratistas locales en la segunda fase de trabajo en Bolivia, la Misión propone las medidas preventivas más apropiadas tomando en consideración los siguientes aspectos metodológicos.

- 1) Método para lograr alta efectividad preventiva
- 2) Metodología de construcción sostenible
- 3) Metodología de construcción que son efectivos para difundir tecnología
- 4) Metodología que provoque menor impacto socio-ambiental
- 5) Metodología para el dimensionamiento razonable de la obra

Tras llegar a un acuerdo entre la Misión y la parte boliviana representada por la ABC se determinó un plan para las obras piloto que cumpla de propósito de incentivar hacia el futuro el empleo de medidas de prevención de desastres en carreteras.

9.5 Estudio (Levantamiento Topográfico y Estudio Geológico)

(1) Generalidades del estudio

Objetivo del estudio: Comprender la situación topográfica y geológica del sitio del Proyecto Piloto y utilizar los hallazgos como referencia para el diseño y ejecución de las obras piloto.

Sitio del estudio: Progresiva 426 + 300, con derrumbe de camino (30m de longitud) en la Ruta 7.

Fecha del estudio: De 6 de junio de 2006 a 21 de junio de 2006

Contratante: JICA

Contratista: SERVICONS Geotecnia

Detalles del estudio:

Levantamiento topográfico

- Lev. Longitudinal de la vía (Una sección, Producto – Largo: 1/200 Ancho: 1/1000 Intervalo: 10m)
- Lev. Longitudinal del río (Una sección, Producto – Largo: 1/200 Ancho: 1/5000 Intervalo: 100m)
- Lev. Transversal del talud (150m × 11 secciones = 1650 m)
- Lev. Planimétrico (150m × 150m = 22500m², Escala: 1/500)

Estudio geológico

- | | | |
|---------------------------------------|------------|-------------------|
| - Perforación | 4 agujeros | Longitud = 56,10m |
| - Prueba de penetración estándar | 4 agujeros | 13 sesiones |
| - Ensayo de suelos en laboratorio | 1 juego | |
| ▪ Muestreo alterado | 3 puntos | |
| ▪ Contenido de humedad (ASTMD2216) | 3 muestras | |
| ▪ Granulometría (ASTMD422) | 3 muestras | |
| ▪ Prueba de compactación (ASTMD4253) | 3 muestras | |
| ▪ Prueba de corte directo (ASTMD3080) | 3 muestras | |
| - Análisis | 1 juego | |

(2) Resultados del Estudio

(a) Levantamiento Topográfico

Los resultados del levantamiento longitudinal de la vía, levantamiento longitudinal del río, levantamiento transversal del talud y levantamiento planimétrico se presentaron en formato digital, los mismos que fueron utilizados como información de base para el estudio geológico y el diseño de obras preventivas.

(b) Estudio Geológico

En la *Figura 9.5.1* se muestra el plano en planta (1:1,000) del estudio geológico. Los resultados del estudio se describen en el informe abajo mencionado, cuyas generalidades se indican a continuación.

<Informe de Investigaciones Geotécnicas y Perforaciones a Diamantina N° 7, km426+300, Junio 2006>

Perforación, ensayo de penetración estándar

- (1) Se realizó la perforación en los cuatro puntos indicados en la *Figura 9.5.1*. Y en la *Figura 9.5.2* se muestra el plano geológico de corte de la sección principal del derrumbe del camino. La geología del sitio estudiado se caracteriza por ser un terraplén con materiales poco compactados y distribuidos con un espesor entre 5 ~ 7m. Es obvio que el derrumbe de la plataforma ocurrió en este estrato.
- (2) En la prueba de penetración estándar del estrato de terraplén, hay lugares que presentan un valor de N entre 1 ~ 6, por lo que se puso de manifiesto que el terraplén estaba conformado con muy poca compactación.
- (3) La roca base está compuesta de arenisca tobácea, cuya formación fue definida por la erosión fluvial. Por consiguiente se supone que su forma puede ser complicada y muy accidentada.
- (4) Cuando se realizó el estudio no se encontró el nivel freático dentro del terraplén. La razón de esto puede deberse a que el estudio se realizó durante la época seca, por lo tanto no había llovido por mucho tiempo, además de que el terraplén tenía alta permeabilidad.

Ensayo de suelos en laboratorio

- (1) Según la granulometría del estrato del terraplén, se evaluó que el terraplén está compuesto de arena con grava, que es un material arenoso (ϕ de un material de poca adhesión). En un terraplén de tales materiales, cuando la compactación no se ejecuta suficientemente y no hay instalaciones disponibles de drenaje del agua lluvia, muy fácilmente se escurren los granos finos debido a las lluvias y es probable que se formen cavidades en el suelo.
- (2) El contenido de humedad natural del estrato del terraplén fue de 2 ~ 6%, la máxima densidad seca por la prueba de compactación fue de 2,0 ~ 2,1g/cc, y el óptimo contenido de humedad es de 7 ~ 9%. Como este suelo contiene pocos materiales de grano fino, para ser utilizados en conformar un terraplén es que se lo evalúa como un material difícil de compactar.
- (3) Según la prueba de corte directo, la adhesión del terraplén fue de 0,04 ~ 0,5kgf/cm².

(3) Evaluación general

De acuerdo con los resultados de las perforaciones y del ensayo de suelos, se presentó la evaluación general de la condición geológica del sitio del Proyecto Piloto y se propusieron recomendaciones para el diseño y ejecución, las cuales se indican a continuación.

- (1) Se supone que el camino se derrumbó por tener un terraplén poco compactado y también debido a la subida drástica del nivel freático provocado por el insuficiente drenaje del agua de lluvia.
- (2) A través de la perforación se identificó una roca fresca a una profundidad de 5 ~ 7m desde la superficie, por lo tanto se comprobó la inexistencia de un deslizamiento de gran escala, que al principio nos tenía preocupados. Si la situación fuera de un deslizamiento de gran escala hubiera sido necesario realizar obras preventivas de considerable envergadura.
- (3) La roca base debajo del terraplén estaba erosionada por el río Pirai, y se previó una formación bastante complicada. Para el diseño y ejecución de las obras fue necesario tomar en cuenta de la variación de la forma de la roca base.
- (4) Según el resultado del ensayo de suelos, se notó que el terraplén estaba compuesto de materiales arenosos que son difíciles de compactar. En caso de tener que reutilizar el mismo material de terraplén, es mejor mezclarlo adecuadamente con materiales de grano fino (arcilla, limo).
- (5) Fue necesario estudiar la estabilidad de la obra preventiva tomando en consideración la subida drástica del nivel freático por el agua lluvia y la reducción de la adhesión aparente.

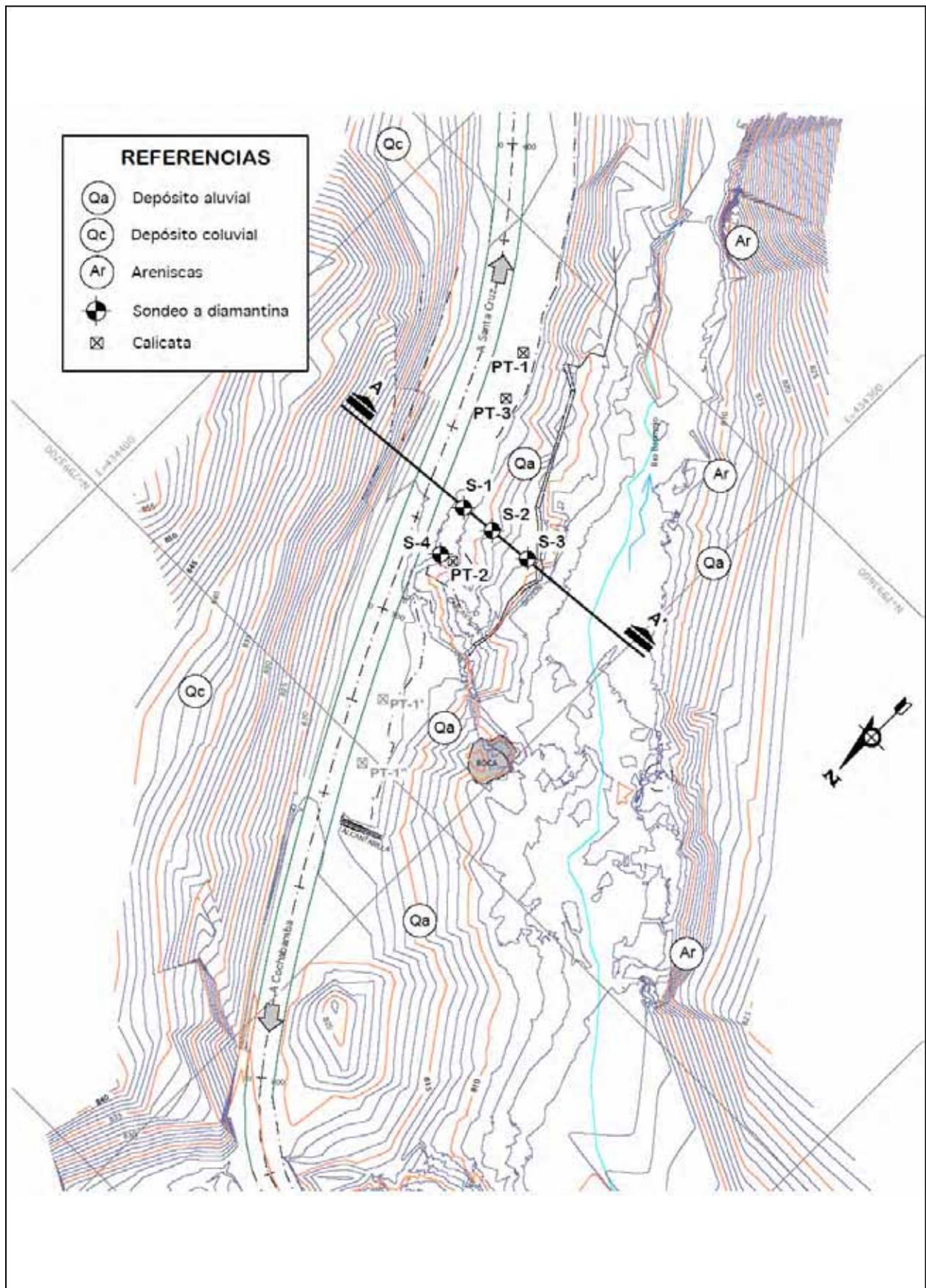


Figura 9.5.1 Plano del Estudio Geológico

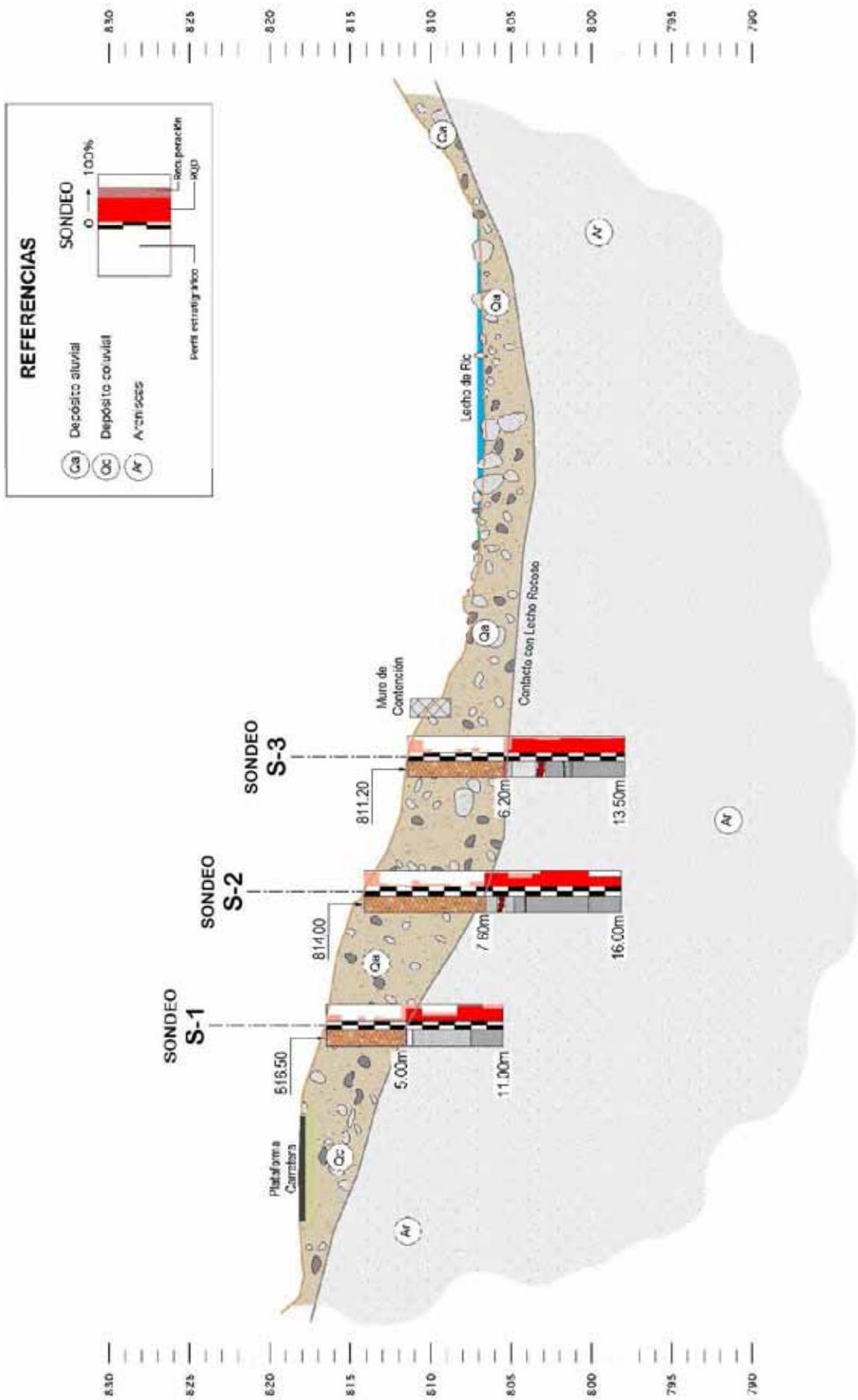


Figura 9.5.2 Plano geológico de corte de la sección

9.6 Diseño • Planificación

El diseño y la planificación de las obras piloto fueron realizados en colaboración con la ABC siguiendo la política establecida para las obras preventivas del Proyecto Piloto, indicada en el apartado 9.4, y tomando en consideración los resultados del estudio, descritos en el apartado 9.6 (Levantamiento y estudio geológico)

El trabajo de diseño fue encargado a una consultora local en base a las especificaciones bolivianas. El trabajo de diseño progresó mientras se verificaba en cada etapa la definición de los ítems de importancia, tal como se demuestra en la *Figura 9.6.1*.

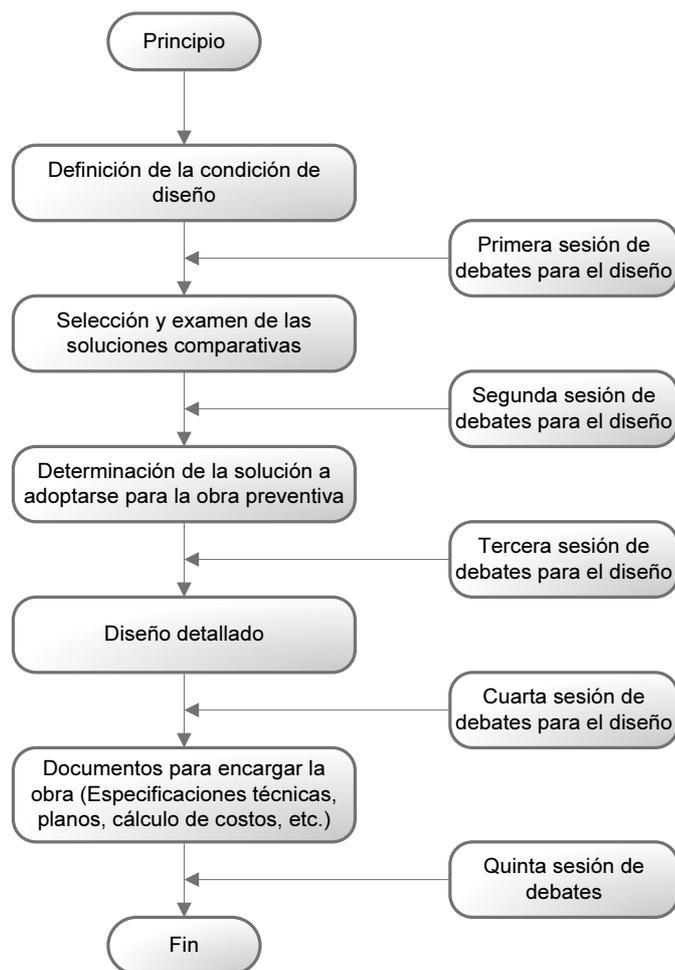


Figura 9.6.1 Diagrama de Flujo de Ejecución del Diseño y Planificación

9.6.1 Condiciones de Diseño

Las obras preventivas a realizarse en este Proyecto, ubicadas en la progresiva 399+000km (corte) y Progresiva 426 + 300km (terraplén), tienen la siguiente condición de diseño.

Progresiva 399+000 km (corte)

Encribado

Se recomendó el encribado como un método preventivo de alto potencial de difusión en el futuro para Bolivia. Antes que nada se comprendieron los procesos a fondo desde la planificación y diseño hasta el programa de ejecución del encribado, y posteriormente se realizó el diseño definiendo la medida más adecuada mediante un análisis estructural.

Altura de talud:	$h = 40\text{m}$
Angulo:	$\theta = 50^\circ$
Coefficiente de seguridad del talud reforzado:	$F_{sp} \geq 1,20$ (permanente (largo plazo))

Progresiva 426+300km (terraplén)

Se recomendó el suelo reforzado como un método preventivo de alto potencial de difusión en el futuro para Bolivia. Antes que nada se comprendieron los procesos a fondo desde la planificación y diseño hasta el programa de ejecución del suelo reforzado, y posteriormente se realizó el diseño definiendo la medida más adecuada mediante un análisis estructural. Por otro lado, en cuanto a las obras de protección de orilla y la defensa contra caída de rocas se realizó un análisis estructural incluyendo los métodos convencionales y de ahí se eligió la solución más óptima.

Protección de orilla

Caudal de diseño:	Un tiempo de retorno probable de 25 años
Altura de la protección de orilla:	$h = 6,3\text{m}$
Longitud de la instalación:	$L = 34\text{m}$

Suelo reforzado

Altura del muro:	$h = 5,3\text{m}$
Longitud de la instalación:	$L = 25\text{m}$

Defensa contra caída de rocas:

Altura del muro:	$h = 3,0\text{m}$
Longitud de la instalación:	$L = 40\text{m}$

9.6.2 Estudio de la Metodología Constructiva de las Obras Preventivas

De acuerdo con la política de las obras preventivas del proyecto piloto, indicada en el apartado 9.4., se realizó un análisis estructural detallado sobre los cuatro métodos de obra, acordados con la parte boliviana como obras preventivas para el Proyecto Piloto que incentivarían el uso de medidas de prevención de desastres en el futuro.

Protección de talud por corte:	Encribado
Medida contra el derrumbe de terraplén:	Protección de orilla, Suelo reforzado
Medida contra la caída de rocas:	Defensa contra caída de rocas

Progresiva 399+000 km (corte)

Mediante la comparación estructural del encribado, resulta que la dimensión más económica es; medida del marco 1,5m x 1,5m; altura del marco 0,15m x 0,15m. Para más detalles ver la *Tabla 9.6.1*. Tabla del análisis estructural del encribado.

Progresiva 426+300km (terraplén)

Protección de orilla

Se efectuó la comparación estructural entre; muro de contención tipo T con hormigón armado, protección con gaviones, y protección con piedras naturales. Resulta que aunque la protección con gaviones, el método más difundido en Bolivia, tiene ventajas económicas, se considera peor que otras soluciones con respecto a la durabilidad tomando en cuenta la granulometría de los materiales del fondo del río y la posible velocidad del flujo en caso de inundación. Por ende, se eligió el muro de contención tipo T invertida de hormigón armado, que es el mejor desde el punto de vista integral incluyendo la durabilidad. Para más detalles ver la *Tabla 9.6.2*. Tabla del análisis estructural de la protección de orilla.

Suelo reforzado

Se hizo la comparación entre tres materiales de pared, que son; losas prefabricadas de hormigón, bloques, y mallas de vegetación. Resulta que las losas prefabricadas de hormigón son lo mejor desde el punto de vista integral incluyendo el aspecto económico. Para más detalles ver la *Tabla 9.6.3*. Tabla del análisis estructural del suelo reforzado.

Defensa contra la caída de rocas

Se hizo la comparación entre dos soluciones, que son; el muro de contención y los gaviones. Desde el punto de vista económico los gaviones son mejores. Sin embargo considerando la difusión del nuevo método en Bolivia y la intención de aligerar la tarea de mantenimiento posterior, se adoptó la defensa contra caída de rocas del tipo muro de contención. Para más detalles ver la *Tabla 9.6.4*. Tabla del análisis estructural de la defensa contra caída de rocas.

Tabla 9.6.1 Tabla del Análisis Estructural del Encribado

TABLA N° 3: CUADRO COMPARATIVO DE LAS OBRAS PARA LA GEORILLA (FREE FRAME)

SISTEMA	F150 x F150 (1.15m x 1.15m)	F200 x F200 (1.5m x 1.5m)	F300 x F300 (2.0m x 2.0m)																																																																																																																																																																																																																																										
ESQUEMA																																																																																																																																																																																																																																													
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	<p>El sistema de georillas continuas pueden ser usado en forma independiente como sistema de protección para protección de taludes contra la erosión o como estructura de soporte para estabilizar taludes. La estructura básica es un reticulado en forma de malla de acero y adicionalmente requiere de armadura de refuerzo. El reticulado es construido en nodulos y es colocado sobre el talud, sujetados por pernos de sujeción en algunos casos o por un sistema de anclajes cuando sea necesario. Para el colocado de los anclajes se colocan previamente tubos guía antes de armarse la georilla, principalmente se perna a través del interior a</p>	<p>El trabajo requerirá para el colocado del anclaje c. del perno, posteriormente es lanzado contra la geomalla que sirve como cabezal de anclaje. Por último se protegen los pernos/anclajes con fundas contra la corrosión. Posteriormente se prepara el hormigón con cemento Portland para utilizarse en el concreto lanzado. El sistema utilizado es el concreto proyectado por vía húmeda, que permite darle homogeneidad, calidad y alta trabajabilidad al hormigón. El requerimiento de resistencia a la compresión para esas estructuras está dentro del orden de las 15MPa a 25MPa</p>	<p>El trabajo comprende inicialmente una limpieza de la corona de talud mediante un trabajo manual. Se debe armar las celdas incorporando armadura de refuerzo y los pernos en los cruces y por tantos otros dcs. Adicionalmente se debe incorporar una malla de refuerzo en todo el talud para posteriormente una vez fijada, quedar iniciarse con la aplicación del hormigón lanzado. En el caso de talud y coincidente a la vía se ha previsto la construcción de un muro de retención, el que nos permitirá mantener limpia la vía. Por otra parte está previsto una celda de paramentamiento a lo largo del talud</p>																																																																																																																																																																																																																																										
CANTIDADES	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Item</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Hormigón lanzado en seco</td><td>m³</td><td>25.32</td><td>160.37</td><td>4,060.42</td></tr> <tr><td>2</td><td>Hormigón lanzado en celdas</td><td>m³</td><td>55.98</td><td>164.31</td><td>9,197.01</td></tr> <tr><td>3</td><td>Barra de acero #10 en 1m</td><td>kg</td><td>275.25</td><td>8.70</td><td>2,394.75</td></tr> <tr><td>4</td><td>Barra de acero #12 en 1m</td><td>kg</td><td>52.75</td><td>8.70</td><td>458.83</td></tr> <tr><td>5</td><td>Clave #16 en 1m</td><td>kg</td><td>25.32</td><td>13.00</td><td>329.16</td></tr> <tr><td>6</td><td>Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m</td><td>m</td><td>11.00</td><td>0.17</td><td>1.87</td></tr> <tr><td>7</td><td>Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m</td><td>m</td><td>11.00</td><td>0.17</td><td>1.87</td></tr> <tr><td>8</td><td>Malla (Estructo Vertical) #2.0mm</td><td>m²</td><td>24,962.4</td><td>0.17</td><td>4,243.61</td></tr> <tr><td>9</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm</td><td>m²</td><td>24,962.4</td><td>0.17</td><td>4,243.61</td></tr> <tr><td>10</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm</td><td>m²</td><td>873.24</td><td>2.30</td><td>2,000.45</td></tr> <tr><td>11</td><td>Impresión de corona de talud</td><td>gl/m²</td><td>1.37</td><td>1,000.00</td><td>1,370.00</td></tr> <tr><td>TOTALES</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10,163.60</td></tr> </tbody> </table>	N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	1	Hormigón lanzado en seco	m ³	25.32	160.37	4,060.42	2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	55.98	164.31	9,197.01	3	Barra de acero #10 en 1m	kg	275.25	8.70	2,394.75	4	Barra de acero #12 en 1m	kg	52.75	8.70	458.83	5	Clave #16 en 1m	kg	25.32	13.00	329.16	6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	11.00	0.17	1.87	7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	11.00	0.17	1.87	8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	24,962.4	0.17	4,243.61	9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	24,962.4	0.17	4,243.61	10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	873.24	2.30	2,000.45	11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.37	1,000.00	1,370.00	TOTALES					10,163.60	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Item</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Hormigón lanzado en seco</td><td>m³</td><td>40.24</td><td>164.31</td><td>6,612.07</td></tr> <tr><td>2</td><td>Hormigón lanzado en celdas</td><td>m³</td><td>85.24</td><td>164.31</td><td>14,006.58</td></tr> <tr><td>3</td><td>Barra de acero #10 en 1m</td><td>kg</td><td>382.00</td><td>8.70</td><td>3,312.60</td></tr> <tr><td>4</td><td>Barra de acero #12 en 1m</td><td>kg</td><td>70.25</td><td>8.70</td><td>611.18</td></tr> <tr><td>5</td><td>Clave #16 en 1m</td><td>kg</td><td>22.18</td><td>13.00</td><td>288.34</td></tr> <tr><td>6</td><td>Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m</td><td>m</td><td>2,027.21</td><td>0.77</td><td>1,561.05</td></tr> <tr><td>7</td><td>Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m</td><td>m</td><td>2,027.21</td><td>0.77</td><td>1,561.05</td></tr> <tr><td>8</td><td>Malla (Estructo Vertical) #2.0mm</td><td>m²</td><td>17,192.80</td><td>0.77</td><td>13,249.46</td></tr> <tr><td>9</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm</td><td>m²</td><td>22,328.80</td><td>0.77</td><td>17,192.80</td></tr> <tr><td>10</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm</td><td>m²</td><td>4,842.8</td><td>3.90</td><td>18,886.92</td></tr> <tr><td>11</td><td>Impresión de corona de talud</td><td>gl/m²</td><td>1.37</td><td>1,000.00</td><td>1,370.00</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>21,299.87</td></tr> </tbody> </table>	N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	1	Hormigón lanzado en seco	m ³	40.24	164.31	6,612.07	2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	85.24	164.31	14,006.58	3	Barra de acero #10 en 1m	kg	382.00	8.70	3,312.60	4	Barra de acero #12 en 1m	kg	70.25	8.70	611.18	5	Clave #16 en 1m	kg	22.18	13.00	288.34	6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	2,027.21	0.77	1,561.05	7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	2,027.21	0.77	1,561.05	8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	17,192.80	0.77	13,249.46	9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	22,328.80	0.77	17,192.80	10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	4,842.8	3.90	18,886.92	11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.37	1,000.00	1,370.00	TOTAL					21,299.87	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Item</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Hormigón lanzado en seco</td><td>m³</td><td>67.42</td><td>164.31</td><td>11,077.77</td></tr> <tr><td>2</td><td>Hormigón lanzado en celdas</td><td>m³</td><td>148.61</td><td>164.31</td><td>24,412.74</td></tr> <tr><td>3</td><td>Barra de acero #10 en 1m</td><td>kg</td><td>678.00</td><td>21.82</td><td>14,781.96</td></tr> <tr><td>4</td><td>Barra de acero #12 en 1m</td><td>kg</td><td>129.25</td><td>21.82</td><td>2,800.43</td></tr> <tr><td>5</td><td>Clave #16 en 1m</td><td>kg</td><td>39.83</td><td>21.82</td><td>868.87</td></tr> <tr><td>6</td><td>Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m</td><td>m</td><td>2,580.00</td><td>3.17</td><td>8,177.10</td></tr> <tr><td>7</td><td>Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m</td><td>m</td><td>2,580.00</td><td>3.17</td><td>8,177.10</td></tr> <tr><td>8</td><td>Malla (Estructo Vertical) #2.0mm</td><td>m²</td><td>12,151.2</td><td>3.17</td><td>38,519.31</td></tr> <tr><td>9</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm</td><td>m²</td><td>22,152.4</td><td>3.17</td><td>70,233.11</td></tr> <tr><td>10</td><td>Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm</td><td>m²</td><td>9,160.0</td><td>2.32</td><td>21,250.40</td></tr> <tr><td>11</td><td>Impresión de corona de talud</td><td>gl/m²</td><td>1.00</td><td>1,000.00</td><td>1,000.00</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>202,779.81</td></tr> </tbody> </table>	N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	1	Hormigón lanzado en seco	m ³	67.42	164.31	11,077.77	2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	148.61	164.31	24,412.74	3	Barra de acero #10 en 1m	kg	678.00	21.82	14,781.96	4	Barra de acero #12 en 1m	kg	129.25	21.82	2,800.43	5	Clave #16 en 1m	kg	39.83	21.82	868.87	6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	2,580.00	3.17	8,177.10	7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	2,580.00	3.17	8,177.10	8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	12,151.2	3.17	38,519.31	9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	22,152.4	3.17	70,233.11	10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	9,160.0	2.32	21,250.40	11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.00	1,000.00	1,000.00	TOTAL					202,779.81
N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																																																																																																																																																																								
1	Hormigón lanzado en seco	m ³	25.32	160.37	4,060.42																																																																																																																																																																																																																																								
2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	55.98	164.31	9,197.01																																																																																																																																																																																																																																								
3	Barra de acero #10 en 1m	kg	275.25	8.70	2,394.75																																																																																																																																																																																																																																								
4	Barra de acero #12 en 1m	kg	52.75	8.70	458.83																																																																																																																																																																																																																																								
5	Clave #16 en 1m	kg	25.32	13.00	329.16																																																																																																																																																																																																																																								
6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	11.00	0.17	1.87																																																																																																																																																																																																																																								
7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	11.00	0.17	1.87																																																																																																																																																																																																																																								
8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	24,962.4	0.17	4,243.61																																																																																																																																																																																																																																								
9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	24,962.4	0.17	4,243.61																																																																																																																																																																																																																																								
10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	873.24	2.30	2,000.45																																																																																																																																																																																																																																								
11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.37	1,000.00	1,370.00																																																																																																																																																																																																																																								
TOTALES					10,163.60																																																																																																																																																																																																																																								
N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																																																																																																																																																																								
1	Hormigón lanzado en seco	m ³	40.24	164.31	6,612.07																																																																																																																																																																																																																																								
2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	85.24	164.31	14,006.58																																																																																																																																																																																																																																								
3	Barra de acero #10 en 1m	kg	382.00	8.70	3,312.60																																																																																																																																																																																																																																								
4	Barra de acero #12 en 1m	kg	70.25	8.70	611.18																																																																																																																																																																																																																																								
5	Clave #16 en 1m	kg	22.18	13.00	288.34																																																																																																																																																																																																																																								
6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	2,027.21	0.77	1,561.05																																																																																																																																																																																																																																								
7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	2,027.21	0.77	1,561.05																																																																																																																																																																																																																																								
8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	17,192.80	0.77	13,249.46																																																																																																																																																																																																																																								
9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	22,328.80	0.77	17,192.80																																																																																																																																																																																																																																								
10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	4,842.8	3.90	18,886.92																																																																																																																																																																																																																																								
11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.37	1,000.00	1,370.00																																																																																																																																																																																																																																								
TOTAL					21,299.87																																																																																																																																																																																																																																								
N°	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																																																																																																																																																																								
1	Hormigón lanzado en seco	m ³	67.42	164.31	11,077.77																																																																																																																																																																																																																																								
2	Hormigón lanzado en celdas	m ³	148.61	164.31	24,412.74																																																																																																																																																																																																																																								
3	Barra de acero #10 en 1m	kg	678.00	21.82	14,781.96																																																																																																																																																																																																																																								
4	Barra de acero #12 en 1m	kg	129.25	21.82	2,800.43																																																																																																																																																																																																																																								
5	Clave #16 en 1m	kg	39.83	21.82	868.87																																																																																																																																																																																																																																								
6	Separador (Barra de 10mm) #10 en 2.0m	m	2,580.00	3.17	8,177.10																																																																																																																																																																																																																																								
7	Separador (Barra de 10mm) #12 en 2.0m	m	2,580.00	3.17	8,177.10																																																																																																																																																																																																																																								
8	Malla (Estructo Vertical) #2.0mm	m ²	12,151.2	3.17	38,519.31																																																																																																																																																																																																																																								
9	Malla (Estructo Horizontal) #2.0mm	m ²	22,152.4	3.17	70,233.11																																																																																																																																																																																																																																								
10	Malla (Estructo Horizontal) #3.0mm	m ²	9,160.0	2.32	21,250.40																																																																																																																																																																																																																																								
11	Impresión de corona de talud	gl/m ²	1.00	1,000.00	1,000.00																																																																																																																																																																																																																																								
TOTAL					202,779.81																																																																																																																																																																																																																																								
TIEMPO DE EJECUCIÓN	180 días calendario	180 días calendario	180 días calendario																																																																																																																																																																																																																																										
CONSUMO UNITARIO Y PRESUPUESTO TOTAL	<table border="1"> <tbody> <tr><td>TOTAL CANTIDADES</td><td>9,163.60</td></tr> <tr><td>TOTAL MANTENIMIENTO</td><td>116.24</td></tr> <tr><td>TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</td><td>254.80</td></tr> <tr><td>TOTAL RECURSOS</td><td>90.75</td></tr> <tr><td>TOTAL GASTOS OPERACIONALES</td><td>1,963.94</td></tr> <tr><td>TOTAL UTILIDAD</td><td>706.9</td></tr> <tr><td>IMPUESTO TRANSACCIONES 3%</td><td>242.448</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>14,448.68</td></tr> </tbody> </table>	TOTAL CANTIDADES	9,163.60	TOTAL MANTENIMIENTO	116.24	TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80	TOTAL RECURSOS	90.75	TOTAL GASTOS OPERACIONALES	1,963.94	TOTAL UTILIDAD	706.9	IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	242.448	TOTAL	14,448.68	<table border="1"> <tbody> <tr><td>TOTAL CANTIDADES</td><td>21,299.87</td></tr> <tr><td>TOTAL MANTENIMIENTO</td><td>116.24</td></tr> <tr><td>TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</td><td>254.80</td></tr> <tr><td>TOTAL RECURSOS</td><td>93.75</td></tr> <tr><td>TOTAL GASTOS OPERACIONALES</td><td>2,168.87</td></tr> <tr><td>TOTAL UTILIDAD</td><td>713.96</td></tr> <tr><td>IMPUESTO TRANSACCIONES 3%</td><td>644.97</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>26,038.07</td></tr> </tbody> </table>	TOTAL CANTIDADES	21,299.87	TOTAL MANTENIMIENTO	116.24	TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80	TOTAL RECURSOS	93.75	TOTAL GASTOS OPERACIONALES	2,168.87	TOTAL UTILIDAD	713.96	IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	644.97	TOTAL	26,038.07	<table border="1"> <tbody> <tr><td>TOTAL CANTIDADES</td><td>202,779.81</td></tr> <tr><td>TOTAL MANTENIMIENTO</td><td>116.24</td></tr> <tr><td>TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</td><td>254.80</td></tr> <tr><td>TOTAL RECURSOS</td><td>31.75</td></tr> <tr><td>TOTAL GASTOS OPERACIONALES</td><td>2,844.87</td></tr> <tr><td>TOTAL UTILIDAD</td><td>7,844.81</td></tr> <tr><td>IMPUESTO TRANSACCIONES 3%</td><td>1,012.56</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>35,925.25</td></tr> </tbody> </table>	TOTAL CANTIDADES	202,779.81	TOTAL MANTENIMIENTO	116.24	TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80	TOTAL RECURSOS	31.75	TOTAL GASTOS OPERACIONALES	2,844.87	TOTAL UTILIDAD	7,844.81	IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	1,012.56	TOTAL	35,925.25																																																																																																																																																																																										
TOTAL CANTIDADES	9,163.60																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL MANTENIMIENTO	116.24																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL RECURSOS	90.75																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL GASTOS OPERACIONALES	1,963.94																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL UTILIDAD	706.9																																																																																																																																																																																																																																												
IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	242.448																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL	14,448.68																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL CANTIDADES	21,299.87																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL MANTENIMIENTO	116.24																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL RECURSOS	93.75																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL GASTOS OPERACIONALES	2,168.87																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL UTILIDAD	713.96																																																																																																																																																																																																																																												
IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	644.97																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL	26,038.07																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL CANTIDADES	202,779.81																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL MANTENIMIENTO	116.24																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL EQUIPOS MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	254.80																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL RECURSOS	31.75																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL GASTOS OPERACIONALES	2,844.87																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL UTILIDAD	7,844.81																																																																																																																																																																																																																																												
IMPUESTO TRANSACCIONES 3%	1,012.56																																																																																																																																																																																																																																												
TOTAL	35,925.25																																																																																																																																																																																																																																												
EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA	<p>El trabajo a ser implementado en el presente contrato. Los costos presentados son referenciales, debido a que la construcción de la malla que sirve como encofrado para el concreto según especificaciones japonesas es de menor diámetro al existente en el mercado, por ejemplo</p>	<p>El trabajo con hormigón lanzado requiere de mano de obra y equipo especializado, por lo que pocas empresas pueden dar este servicio. Deben considerarse los costos de articulación y envío para poder ejecutar el presente trabajo, fundamentado en la presencia de la maquinaria para ejecutar el hormigón proyectado</p>	<p>El trabajo con hormigón lanzado requiere de mano de obra y equipo especializado, por lo que pocas empresas pueden dar este servicio. Deben considerarse los costos de articulación y envío para poder ejecutar el presente trabajo, fundamentado en la presencia de la maquinaria para ejecutar el hormigón proyectado</p>																																																																																																																																																																																																																																										

Tabla 9.6.4 Tabla del Análisis Estructural de la Defensa Contra Caída de Rocas

TABLA N° 2: CUADRO COMPARATIVO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA LA CAÍDA DE BLOQUES Y MATERIAL DESLIZADO

KM 426+300 – L = 60m

SISTEMA	MURO DE HORMIGÓN CICLOPEO	MURO DE CONTENCIÓN DE GAVIONES																																																																																				
ESQUEMA																																																																																						
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	Los muros de hormigón ciclopeo son básicamente estructuras que trabajan por peso propio. Las verificaciones que deben realizarse para su correspondiente prediseño son la relacionadas a la estabilidad al volcamiento, al deslizamiento, la verificación de la fatiga de fundación o en el caso de taludes la verificación global del sistema muro-talud. En el caso presente deberá considerarse inicialmente un hormigón pobre de nivelación de 15cm en la cara de fundación. La construcción de una base de 1,5m con una altura de muro libre de 3m y una corona de 0,5m. Importante es considerar una inclinación de 15° a 30° de la base. Adicionalmente deberá considerarse un relleno a media altura de material granular de un diámetro no mayor a 3" en el trasdós del muro. Deberá a manera de drenaje prolongarse al hormigón pobre conformando con él talud una cuneta revestida.	Los muros de gaviones permiten la construcción de estructuras monolíticas, flexibles, permeables, de bajo impacto ambiental resistentes y que se integran fácilmente al medio circundante. El muro de gaviones ha sido construido sobre una base de 2,5m de ancho, la misma que está apoyada en hormigón pobre de nivelación de 0,15m, la misma que forma una cuneta interna para desalojo de aguas subterráneas que se introducen en el trasdós del muro. La altura prevista del muro es de 3,0m y está con un espesor de fundación equivalente a 0,3m. En el trasdós se ha previsto material drenante hasta mediana altura con pendiente continua de manera que sirva como estructura de impacto y de depósito de material que haya deslizado. Adicionalmente se las caras que están adyacentes a las cunetas se deberán revestir con hormigón pobre.																																																																																				
CANTIDADES	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Item</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Trabajo y Replanteo</td> <td>m</td> <td>70,00</td> <td>1,50</td> <td>106,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Excavación</td> <td>m³</td> <td>50,88</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Capa de hormigón pobre 0,15m</td> <td>m³</td> <td>25,84</td> <td>57,38</td> <td>1.482,70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Muro de 14" C"</td> <td>m³</td> <td>194,75</td> <td>47,74</td> <td>3.178,37</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Material drenante 6" tamaño Hasta 10mm</td> <td>m³</td> <td>137,55</td> <td>6,51</td> <td>895,45</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TOTALS</td> <td>\$US</td> <td>11.524,52</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	1	Trabajo y Replanteo	m	70,00	1,50	106,00	2	Excavación	m³	50,88	-	-	3	Capa de hormigón pobre 0,15m	m³	25,84	57,38	1.482,70	4	Muro de 14" C"	m³	194,75	47,74	3.178,37	5	Material drenante 6" tamaño Hasta 10mm	m³	137,55	6,51	895,45	TOTALS				\$US	11.524,52	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Item</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Trabajo y Replanteo</td> <td>m</td> <td>70,00</td> <td>1,50</td> <td>106,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Excavación</td> <td>m³</td> <td>71,89</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Capa de hormigón pobre 0,15m</td> <td>m³</td> <td>35,98</td> <td>57,38</td> <td>2.054,63</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Muro de gaviones de 14"2</td> <td>m³</td> <td>350,00</td> <td>33,10</td> <td>11.585,00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Material drenante</td> <td>m³</td> <td>99,75</td> <td>6,51</td> <td>648,59</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TOTALS</td> <td>\$US</td> <td>14.276,12</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	1	Trabajo y Replanteo	m	70,00	1,50	106,00	2	Excavación	m³	71,89	-	-	3	Capa de hormigón pobre 0,15m	m³	35,98	57,38	2.054,63	4	Muro de gaviones de 14"2	m³	350,00	33,10	11.585,00	5	Material drenante	m³	99,75	6,51	648,59	TOTALS				\$US	14.276,12
No.	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																	
1	Trabajo y Replanteo	m	70,00	1,50	106,00																																																																																	
2	Excavación	m³	50,88	-	-																																																																																	
3	Capa de hormigón pobre 0,15m	m³	25,84	57,38	1.482,70																																																																																	
4	Muro de 14" C"	m³	194,75	47,74	3.178,37																																																																																	
5	Material drenante 6" tamaño Hasta 10mm	m³	137,55	6,51	895,45																																																																																	
TOTALS				\$US	11.524,52																																																																																	
No.	Item	Unidad	Cantidad Total	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																	
1	Trabajo y Replanteo	m	70,00	1,50	106,00																																																																																	
2	Excavación	m³	71,89	-	-																																																																																	
3	Capa de hormigón pobre 0,15m	m³	35,98	57,38	2.054,63																																																																																	
4	Muro de gaviones de 14"2	m³	350,00	33,10	11.585,00																																																																																	
5	Material drenante	m³	99,75	6,51	648,59																																																																																	
TOTALS				\$US	14.276,12																																																																																	
TIEMPO DE EJECUCIÓN	120 días calendario	120 días calendario																																																																																				
COSTO UNITARIO Y PRESUPUESTO TOTAL	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Cantidad</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TOTAL CANTIDADES</td> <td></td> <td></td> <td>11.524,52</td> </tr> <tr> <td>TOTAL MANO DE OBRERA</td> <td></td> <td></td> <td>4.586,30</td> </tr> <tr> <td>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</td> <td></td> <td></td> <td>188,62</td> </tr> <tr> <td>TOTAL RECURSOS</td> <td></td> <td></td> <td>5.561,71</td> </tr> <tr> <td>TOTAL GASTOS GENERALES</td> <td></td> <td></td> <td>1.630,74</td> </tr> <tr> <td>TOTAL UTILIDAD</td> <td></td> <td></td> <td>1.630,74</td> </tr> <tr> <td>IMPUESTO TRANSACCIONES 3%</td> <td></td> <td></td> <td>693,92</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>\$US</td> <td>20.824,99</td> </tr> </tbody> </table>	Item	Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	TOTAL CANTIDADES			11.524,52	TOTAL MANO DE OBRERA			4.586,30	TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			188,62	TOTAL RECURSOS			5.561,71	TOTAL GASTOS GENERALES			1.630,74	TOTAL UTILIDAD			1.630,74	IMPUESTO TRANSACCIONES 3%			693,92	TOTAL		\$US	20.824,99	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Cantidad</th> <th>Precio Unitario [Bs]</th> <th>Precio Total [Bs]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TOTAL CANTIDADES</td> <td></td> <td></td> <td>14.276,12</td> </tr> <tr> <td>TOTAL MANO DE OBRERA</td> <td></td> <td></td> <td>2.617,38</td> </tr> <tr> <td>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</td> <td></td> <td></td> <td>108,20</td> </tr> <tr> <td>TOTAL RECURSOS</td> <td></td> <td></td> <td>1.570,12</td> </tr> <tr> <td>TOTAL GASTOS GENERALES</td> <td></td> <td></td> <td>1.648,53</td> </tr> <tr> <td>TOTAL UTILIDAD</td> <td></td> <td></td> <td>1.648,53</td> </tr> <tr> <td>IMPUESTO TRANSACCIONES 3%</td> <td></td> <td></td> <td>610,87</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>\$US</td> <td>21.893,08</td> </tr> </tbody> </table>	Item	Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]	TOTAL CANTIDADES			14.276,12	TOTAL MANO DE OBRERA			2.617,38	TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			108,20	TOTAL RECURSOS			1.570,12	TOTAL GASTOS GENERALES			1.648,53	TOTAL UTILIDAD			1.648,53	IMPUESTO TRANSACCIONES 3%			610,87	TOTAL		\$US	21.893,08												
Item	Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																			
TOTAL CANTIDADES			11.524,52																																																																																			
TOTAL MANO DE OBRERA			4.586,30																																																																																			
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			188,62																																																																																			
TOTAL RECURSOS			5.561,71																																																																																			
TOTAL GASTOS GENERALES			1.630,74																																																																																			
TOTAL UTILIDAD			1.630,74																																																																																			
IMPUESTO TRANSACCIONES 3%			693,92																																																																																			
TOTAL		\$US	20.824,99																																																																																			
Item	Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Precio Total [Bs]																																																																																			
TOTAL CANTIDADES			14.276,12																																																																																			
TOTAL MANO DE OBRERA			2.617,38																																																																																			
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			108,20																																																																																			
TOTAL RECURSOS			1.570,12																																																																																			
TOTAL GASTOS GENERALES			1.648,53																																																																																			
TOTAL UTILIDAD			1.648,53																																																																																			
IMPUESTO TRANSACCIONES 3%			610,87																																																																																			
TOTAL		\$US	21.893,08																																																																																			
EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA	<ul style="list-style-type: none"> Los costos comparados con el muro de gaviones son casi similares, considerando además que se tiene piedra de las anteriores obras realizadas que pueden ser utilizadas. Se ha considerado la construcción de un relleno de material granular a manera de filtro en el trasdós del muro de manera que permita evacuar inmediatamente las aguas a la cuneta Para el relleno en el trasdós deberán preverse mantenimiento y limpieza permanente 	<ul style="list-style-type: none"> Se ha considerado la construcción de un relleno de material granular a manera de filtro en el trasdós del muro de manera que permita evacuar inmediatamente las aguas a la cuneta Para el relleno en el trasdós deberán preverse mantenimiento y limpieza permanente 																																																																																				

9.6.3 Definición de los Métodos de Obras Preventivas

Según el resultado del examen de la metodología de las obras preventivas, indicado en el apartado 9.6.2, en los sitios definidos del Proyecto Piloto ubicados en las progresivas 399 + 000 km (corte) y 426 + 300 km (terraplén), se adoptaron los métodos indicados en los planos de diseño detallado en las *Figuras 9.6.2 y 9.6.3*, que son el Encribado, Protección de orilla, Suelo reforzado, y Defensa contra caída de rocas

