

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL DE LA  
CARRETERA DE PENETRACIÓN ÓLMOS – CORRAL  
QUEMADO – RÍO NIEVA  
INFLUENCIA DEL MEDIO FÍSICO EXTERNO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**FERNANDO NESTOR GUERRA ALVARADO**

**Lima- Perú**

**2011**

**A Dios, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valórate cada día más.**

**A mis padres y hermanos, con mucho amor y cariño por los consejos, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional. Gracias por la confianza y amistad que siempre nos hemos tenido.**

<b>ÍNDICE</b>	
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	5
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	6
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....	9
1.1 Antecedentes .....	9
1.2 Ubicación de la carretera.....	10
1.3 Características de la carretera.....	12
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE</b> .....	15
2.1 Marco teórico.....	15
2.1.1 Sistema de Información Geográfica (SIG) .....	15
2.1.2 Carretera de penetración .....	16
2.1.3 Rentabilidad social .....	16
2.1.4 Mapas temáticos.....	16
2.2 Estado del arte .....	16
<b>CAPÍTULO III: PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS</b> .....	19
3.1 Movimientos de ladera.....	19
3.1.1 Deslizamientos .....	19
3.1.2 Desprendimientos.....	21
3.1.3 Flujos.....	22
3.1.4 Avalanchas.....	22
3.2 Factores que favorecen los movimientos de ladera .....	23
3.3 Hundimientos .....	23
3.4 Reptación .....	24
3.5 Erosión .....	24
3.6 Sedimentación.....	24
<b>CAPÍTULO IV: ACUÍFEROS Y TIPOS DE SUELOS</b> .....	26
4.1 Acuíferos .....	26
4.2 Recarga de acuíferos subterráneos.....	27
4.3 Tipos de suelos .....	29
4.4 Clases agrícolas .....	31

<b>CAPÍTULO V: PATRIMONIO GEOLÓGICO Y RECURSOS NATURALES .....</b>	<b>32</b>
5.1 Patrimonio geológico .....	32
5.2 Recursos naturales.....	32
Recursos renovables .....	32
Recursos no renovables .....	33
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO EXTERNO .....</b>	<b>34</b>
6.1 Mapeo de actores.....	34
6.2 Matriz de sinergias y conflictos.....	35
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
7.1 Conclusiones .....	37
7.2 Recomendaciones .....	38
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## RESUMEN

El fin de una carretera de penetración es interconectar las regiones para lograr el desarrollo de las mismas. Son muy importantes, porque propician la reducción de los costos de transporte de materias primas e insumos industriales que se producen como consecuencia del comercio.

El presente informe de suficiencia contiene la evaluación de la Influencia de los actores del Medio Físico Externo En la Rentabilidad Social para la Carretera de Penetración Olmos – Corral Quemado – Río Nieva.

Este informe se estructura en 07 capítulos:

**Capítulo I:** Este capítulo trata de una forma general los antecedentes, ubicación y las características de la carretera de penetración Olmos – Corral Quemado – Río Nieva.

**Capítulo II:** Refiere a una introducción teórica de los términos usados para el desarrollo del presente informe y a una breve reseña del desarrollo, importancia y aplicación de los sistemas de información geográfica.

**Capítulo III:** Se realiza una descripción de los procesos geodinámicos externos, los cuales se complementan con las imágenes mostradas en el panel fotográfico anexo, en forma general se puede mencionar que para la ocurrencia de estos procesos son necesarios otros factores que alteren su condición inicial, al considerar la prevención para la no ocurrencia de dichos factores ayudará a mantener la carretera en condiciones de adecuada conservación.

**Capítulo IV:** En este capítulo se realizó la descripción de los acuíferos subterráneos y de los tipos de suelos, definiendo los tipos y modos de conservación.

**Capítulo V:** El presente capítulo trata de los patrimonios geológicos y de los recursos naturales. Los patrimonios geológicos no están declarados en la zona de estudio. Por razones de estudio este tema tiene mayor relación con los estudios de la Influencia del Medio Paisajista y del Medio Biótico.

En el cuarto capítulo, se ha determinado el área de influencia, Identificación de los actores del medio biótico y elaboración de mapas temáticos

**Capítulo VI:** En este capítulo se realiza el análisis del medio físico externo, para lo cual se hace uso de los datos obtenidos en los capítulos anteriores, para ello se hace uso del mapeo de actores y de la matriz de sinergias y conflictos.

**Capítulo VII:** El presente capítulo trata de las conclusiones y recomendaciones del presente informe, basados en los mapas temáticos realizados, visita de campo y material bibliográfico revisado referente al tema.

Finalmente la importancia de este informe radica en que la evaluación de la rentabilidad, teniendo en cuenta el medio físico externo, de una carretera de penetración puede permitir la toma de decisiones, desde el punto de vista social, para proyectos de inversión pública.

## LISTA DE CUADROS

Tabla 1.1:	Cuadro de Departamentos, Provincias y Distritos.....	11
Tabla 3.1:	Mapeo de procesos geodinámicos externos (actores).....	25
Tabla 6.1:	Mapeo de Actores del Medio Físico Externo.....	33
Tabla 6.2:	Matriz de actores de la carretera Olmos – Corral Quemado – Río Nieva.....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1:	Deslizamiento traslacionales en un macizo rocoso.....	19
Figura 3.2:	Deslizamiento en forma de cuña.....	20
Figura 3.3:	Derrumbe rotacional.....	21
Figura 3.4:	Desprendimiento de bloques.....	22
Figura 3.5:	Volcadura de bloques.....	22
Figura 4.1:	Tipos de acuíferos.....	27
Figura 4.2:	Flujo de agua subterránea.....	28



## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

IIRSA:	Iniciativa de Integración Regional Sudamérica.....	10
UTM:	Universal Transversal Mercator.....	10
SIG:	Sistema de Información Geográfica.....	15
CAD:	Diseño Asistido por Computador.....	17
OO:	Orientación a Objetos.....	17
DMA:	Defense Map Agency.....	17
MINAG:	Ministerio de Agricultura.....	29
LIGs:	Lugares de Interés Geológico.....	32
PIGs:	Puntos de Interés Geológico.....	32
GUINOT:	Guía Nacional de Ordenamiento Territorial.....	33

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe de suficiencia, se ha investigado la influencia del medio físico externo de la carretera de penetración Olmos Corral – Quemado – Río Nieva, haciendo uso de sistemas de información geográfica, tales como el ArcGis Versión 10.0 y Google Earth determinando actores y representándolos en mapas temáticos, para evaluar los sectores críticos que se han logrado determinar en el área de influencia directa por donde se desarrolla la carretera en estudio.

Los mapas temáticos nos permiten analizar el grado de importancia e influencia de los actores, a su vez es posible agrupar a varios actores en un solo mapa temático representativo y realizar un análisis del conjunto y a partir de estos verificar que un proyecto vial no necesariamente para ser viable tiene que ser analizado económicamente, sino que puede tener mayor rentabilidad socialmente, cuando se toma en cuenta los elementos del medio físico externo.

Las carreteras de penetración de nuestro país atraviesan zonas muy variables desde la Costa, atravesando la Sierra y la Selva, por ende el clima, altitudes, precipitaciones, suelos, vegetación, fauna, etc. son muy diversos; todas estas condiciones se deben tener en cuenta en el diseño y en la evaluación de la rentabilidad social.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Antecedentes**

A inicios del Siglo XX el lambayecano Manuel Antonio Mesones Muro se atrevió a soñar con una ruta increíble, inimaginable hasta entonces, que en pocos días podía unir la costa inmensa y árida de Lambayeque con la Amazonía. Emprendió un viaje de exploración que sirvió para demostrar, entre otras cosas, que el paso de Porculla, a 2,144 metros sobre el nivel del mar, era el más adecuado para trazar el camino del progreso hacia la cálida cuenca del Marañón, el principal afluente del Amazonas.

En el año 1966 la Consultora CPS de Ingeniería S.A. – Gago Tonin S.A. Servicios de Ingeniería Asociados, realizaron los estudios de Ingeniería de la carretera Corral Quemado-Río Nieva, tramo I Corral Quemado – Pedro Ruiz; por encargo del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, en el marco general de rehabilitación de carreteras, programadas por el Proyecto Especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes.

La obra correspondiente a la construcción de la carretera en mención fue ejecutada por la Empresa Camargo – Correa Contratistas durante los años de 1996-1999, y supervisada por la empresa SALZGITTER-DIWI-LAGESA Asociados.

En el año 1978, el Consorcio de Consultores Viales, efectuó el Estudio Definitivo para la carretera Olmos - Corral Quemado, el cual fue dividido en cinco tramos para efectos de la licitación y ejecución de obra; de acuerdo al siguiente detalle:

Tramo I: Km.00+000 al Km.40+000

Cía. COSAPI S.A. - MASSA SCRL;  
ASOCIADOS (concluido en 1984)

Tramo II: Km.40+000 al Km.72+000

Cía. C.Tizon P. S.A. Ingenieros  
(Concluido en 1986)

Tramo III: Km.72+000 al Km.112+000

Cía. Constructora UPACA S.A.

(Concluido en 1984)

Tramo IV: Km.112+000 al Km.156+000

Cía. Cáceres Contratistas S.A. - Constructora Bionselva S.A.;

ASOCIADOS (Concluido en 1987)

Tramo V: Km.156+000 al Km.196+000

Cía Constructora Villasol S.A.

(Concluido en 1987)

La Buena Pro fue otorgada a las cinco empresas constructoras indicadas, cuya labor se desarrolló bajo la Supervisión del Consorcio de Consultores Viales, ejecutándose las obras en los años indicados en cada tramo.

Actualmente la vía es transitable en su totalidad pero en época de lluvias el tránsito vehicular es interrumpido en algunos sitios como Olmos, Huarmaca, Naranjitos, La Caldera, Magunchal, Aserradero y El Ñul (ver Tabla 3.1 - Pag. 25) debido a derrumbes, deslizamientos, hundimientos o la presencia de zonas inundables que obstaculizan el flujo vehicular, por las dificultades que tienen para atravesar áreas con problemas geodinámicos o de drenaje.

Es importante mencionar que esta vía forma parte de la Iniciativa de Integración Regional Sudamericana (IIRSA).

## 1.2 Ubicación de la carretera

La carretera de penetración en estudio se desarrolla en los departamentos de Lambayeque, Piura, Cajamarca y Amazonas hasta el límite con el departamento de San Martín.

### **Inicio Olmos (Desvío Olmos):**

Coordenadas UTM: 639,194.60 m E, 9'337,159.54 m S

**Elevación:** 857.00 msnm.

### **Fin Río Nieva (Puente. Nieva):**

Coordenadas UTM: 189,359.70 m E, 9'369,711.35 m S

**Elevación:** 2,099 msnm.

Longitud Total: 380.00 Km.

A Continuación se muestra el cuadro del área de influencia definida por el paso de la carretera.

Tabla 1.1: Cuadro de Departamentos, Provincias y Distritos.

<b>Departamentos</b>	<b>Provincias</b>	<b>Distritos</b>	
Lambayeque	Lambayeque	Olmos	
		Salas	
Piura	Huancabamba	Huamarca	
Cajamarca	Jaen	San Felipe	
		Pomahuaca	
		Pucará	
		Colasay	
		Jaen	
		Bellavista	
	Cutervo	Querocotillo	
		Callayuc	
		Santa Cruz	
		Pinpingos	
		Choros	
	Amazonas	Utcubamba	Cumba
			El Milagro
Bagua Grande			
Cajaruro			
Jamalca			
Bagua		La Peca	
		Copallín	
Luya		San Jerónimo	
Bongara		Pedro Ruíz Gallo	
		Shipasbamba	
		Jazán	
		Florida	
		Cuispes	
		Yambrasbamba	

Fuente: Elaboración Propia.

### 1.3 Características de la carretera

La carretera Olmos – Corral Quemado – Río Nieva se encuentra en los departamentos de Lambayeque, Piura, Cajamarca y Amazonas. A través de esta carretera se logra la comunicación entre la costa y la selva en la parte norte del país. A continuación se presentan los datos de la vía:

Longitud: 380 Km.

Ancho de superficie de rodadura: 7.20 m.

Bermas: 0.75 m – 1.20 m a cada lado.

Tipo de pavimento: Carpeta asfáltica en caliente de espesor variable entre 2" y 3".

Bombeo: 2.0 %.

Velocidad directriz: 60 Km/h (siendo velocidad mínima de 35 Km/h).

Tipo de terreno: Ondulado.

Se presenta una breve descripción de la geología a la largo de la vía estudiada, así como de los problemas geotécnicos que esta área presenta en sus diversos tramos.

La geología de la región por la que atraviesa la carretera Olmos - Corral Quemado – Río Nieva está conformada en su mayor parte por rocas sedimentarias cuyas edades varían desde el paleozoico hasta antes del cuaternario, cubiertas parcialmente por depósitos aluviales y coluviales del cuaternario.

Estructuralmente la región ha sido afectada por movimientos tectónicos que han ocasionado la formación de plegamientos y fallamientos observables en los diferentes afloramientos rocosos.

En términos geológicos, la carretera se puede subdividir en cinco tramos principales muy definidos:

#### **Tramo 1: Olmos – Corral Quemado (Km. 0+000 – Km. 196+875)**

Este tramo enlaza la vertiente del Pacífico con el Valle del Río Huancabamba, Chamaya y Marañón. En el kilómetro 50 de esta carretera se cruza el paso denominado **Abra de Porculla**, a una altitud de 2,144 msnm.

En el kilómetro 96, en la margen derecho del Río Huancabamba, se ubica el portal de entrada del túnel trasandino de Olmos del Proyecto Hidro-Energético Olmos.

## **Tramo 2: Corral Quemado-Pedro Ruiz (Km 196+875 – Km 303+207)**

Los primeros 60 Km de este tramo se encuentra sobre terreno de topografía plana, conformada en su primera parte por la amplia terraza del Río Marañón y a continuación por la extensa llanura de la margen izquierda del curso inferior del Río Utcubamaba.

A continuación, el curso del Río Utcubamba se vuelve encañonado y la carretera se emplaza en la margen izquierda de este río. En la parte plana de este tramo la geología corresponde a depósitos cuaternarios no consolidados (terrazas aluviales), en tanto que en la parte encañonada se tienen potentes exposiciones de calizas, así como areniscas, lutitas, limonitas y conglomerado.

Los problemas geotectónicos que se identifican son derrumbes de talud, fallas de plataforma y fallas compuestas. Los derrumbes de talud han sido asociados a la presencia de arcillas plásticas que son saturadas por lluvias intensas provocando la inestabilidad.

Las fallas de la plataforma están asociadas al accionar erosivo de las aguas del Río Utcubamba que afectan al talud inferior. Las fallas compuestas tienen su origen en la acción combinada de taludes superiores inestables y la acción erosiva del río en el talud inferior.

## **Tramo 3: Pedro Ruiz – Pomacochas (Km 315+000 – Km 332+000)**

En este tramo, el relieve topográfico es accidentado, con taludes de regular a fuerte inclinación; geológicamente estos están conformados por areniscas con intercalaciones de lutitas y limolitas.

En el sector de Pomacochas un tramo de 11 Km (315+000 al 326+000), donde las condiciones de cimentación son de muy mala calidad, presentándose suelos arcillosos.

Se observan derrumbes de los taludes, fallas de plataforma, fallas compuestas y áreas inestables. Existe una zona crítica (Km 330+300 a 331+400), donde ocurre el fenómeno de reptación, el que genera fracturas, asentamientos, derrumbes y deformaciones de la plataforma.

## **Tramo 4: Pomacochas – Río Imaza (Km 332+000 – Km 342+000)**

La geología de esta zona está conformada por calizas grises que se alternan con lutitas grises y marrones y areniscas blanquecinas. El tramo encañonado está compuesto por potentes estratos de calizas, y el pueblo de Pomacochas se ubica sobre material aluvial de naturaleza calcáreo-arcillosa.

Se identificaron principalmente fallas de plataforma y un caso compuesto derrumbe de talud y falla de plataforma. Las fallas de plataforma se manifiestan como asentamientos y hundimientos debido a la mala calidad del terreno, y como colapsos debido a deslizamientos provocados por la acción erosiva del río.

**Tramo 5: Río Imaza – Río Nieva (Km 342+000 – Km 371+446)**

Se distinguen dos sectores, uno con cerros de muy poca altura con taludes poco empinados (hasta la localidad de Progreso), donde se presentan principalmente fallas de plataforma.

El otro sector es el que corresponde al tramo de Progreso a Río Nieva, de topografía más accidentada con cerros de mayor altura e inclinación, donde se detectaron fallas compuestas y la ocurrencia de huaycos.

(Fuente: Métodos de Estabilización de Taludes Mediante Estructuras de Suelo Reforzado - Tesis - UNI-FIC).



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Marco teórico**

Para el desarrollo del presente informe de suficiencia se debe tener en cuenta los siguientes términos:

#### **2.1.1 Sistema de Información Geográfica (SIG)**

El SIG individualiza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.

En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para la captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico esta íntimamente relacionada con la capacidad que posee de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

La construcción de modelos o modelos de simulación como se llaman, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias y así poder lograr establecer los diferentes factores influyentes.

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opere, desarrolle y administre el sistema; y que establezca planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

Se dice que un objeto en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño, es decir, que presenta una dimensión física (alto – ancho – largo) y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.

### **2.1.2 Carretera de penetración**

Las carreteras de penetración son aquellas que, partiendo de algún puerto del litoral o de alguna ciudad costeña, ascienden a la Cordillera de los Andes, la atraviesan en algún paso o abra y prosiguen en su descenso, en el flanco oriental de los Andes, hasta alguna ciudad amazónica, uniendo a las grandes regiones naturales del Perú. Son éstas las verdaderas carreteras de integración nacional que han roto con la barrera aislacionista de los Andes y acercan a los pueblos de las diferentes regiones.

### **2.1.3 Rentabilidad social**

La rentabilidad social es muy utilizada en el planeamiento de infraestructuras.

Una actividad es rentable socialmente cuando provee de más beneficios que pérdidas a la sociedad en general, independientemente de si es rentable económicamente para su promotor.

### **2.1.4 Mapas temáticos**

Los mapas temáticos, consiste en la representación cartográfica de una variable geográfica. Esta representación en un mapa de la variable puede llevarse a cabo mediante símbolos y colores que pongan de manifiesto el valor de una variable en cada una de las unidades geográficas consideradas (países, regiones, etc.). Debe utilizarse un color/símbolo diferente para cada valor o para cada intervalo de valores de la variable.

## **2.2 Estado del arte**

En el año 1962, en Canadá, se diseñó el primer sistema (formal) de información geográfica para el mundo de recursos naturales a escala mundial.

En el Reino Unido se empezó a trabajar en la unidad de cartografía experimental. No fue hasta la época de los 80's cuando surgió la comercialización SIG.

Durante los años 60's y 70's se empezó a aplicar la tecnología del computador digital al desarrollo de la tecnología automatizada. Excluyendo cambios estructurales en el manejo de la información, la mayoría de programas estuvieron dirigidos hacia la automatización del trabajo cartográfico; algunos pocos exploraron nuevos métodos para el manejo de información espacial, y se siguieron básicamente dos tendencias:

- Producción automática de dibujos con un alto nivel de calidad pictórica.
- Producción de información basada en el análisis espacial pero con el costo de una baja calidad gráfica.

La producción automática de dibujo se basó en la tecnología de diseño asistido por computador (CAD). El CAD se utilizó en la cartografía para aumentar la productividad en la generación y actualización de mapas. El modelo de base CAD maneja la información espacial como dibujos electrónicos compuestos por entidades gráficas organizadas en planos de visualización o capas. Cada capa contiene información de los puntos en la pantalla (o píxeles) que debe encender para la representación por pantalla. Estos conjuntos de puntos organizados por planos de visualización se guardan en un formato vectorial.

Las bases de datos incluyen funciones gráficas primitivas que se emplean para contribuir nuevos conjuntos de puntos o líneas en nuevas capas y definir un símbolo imaginado por el usuario.

El desarrollo paralelo de las disciplinas que incluyen la captura, análisis y la representación de los datos en un contexto de áreas afines como catastro, cartografía, ingeniería civil, geografía, planeación urbana y rural, servicios públicos, entre otros, ha implicado duplicidad de esfuerzos. Hoy en día se ha logrado reunir el trabajo en el área de sistemas de información geográfica multipropósito, en la medida en que se superan los problemas técnicos y conceptuales inherentes al proceso.

En los años ochenta se vio la expansión de uso de los SIG, facilitado por la comercialización simultánea de un gran número de herramientas de dibujo y diseño asistido por ordenador (con siglas en inglés CAD y CADD), así como la generalización de uso de microordenadores y estaciones de trabajo en la industria y la aparición y consolidación de las Bases de Datos relacionales, junto a las primeras modelizaciones de las relaciones espaciales o topología. En este sentido la aparición y consolidación de productos como ARC-INFO en el ámbito del SIG o IGDS en el ámbito del CAD fue determinante para lanzar un nuevo mercado con una rapidísima expansión. La aparición de la Orientación a Objetos (OO) en los SIG (como el Tigris de Intergraph), inicialmente aplicado en el ámbito militar (Defense Map Agency – DMA) (OO) permite nuevas concepciones de los SIG donde se integra todo lo referido a cada entidad (simbología,

geometría, topología, atribución). Pronto los SIG se comienzan a utilizar en cualquier disciplina que necesite la combinación de planos cartográficos y bases de datos como: Ingeniería Civil: diseño de carreteras, presas y embalses. Estudios medioambientales. Estudios socioeconómicos y demográficos. Planificación de líneas de comunicación. Ordenamiento del territorio. Estudios geológicos y geofísicos. Prospección y explotación de minas, entre otros.

Los años noventa se caracterizan por la madurez en el uso de estas tecnologías en los ámbitos tradicionales mencionados y por su expansión a nuevos campos (SIG en los negocios), propiciada por la generalización en el uso de los ordenadores de gran potencia y sin embargo muy asequibles, la enorme expansión de las comunicaciones y en especial de Internet y el Word Wide Web, la aparición de sistemas distribuidos (DCOM, COBRA) y la fuerte tendencia a la unificación de formatos de intercambio de datos geográficos propician la aparición de una oferta proveedora (Open Gis) que suministra datos a un enorme mercado de creación de nuevas formas de programación de sistemas distribuidos, de esta manera aparecen los agentes móviles que tratan de solucionar el tráfico excesivo que hoy en día se encuentra en internet. Los agentes móviles utilizan la innovación de métodos remotos y la serialización de objetos de Java para lograr transportar la computación y los datos. Nace aquí un nuevo paradigma para el acceso a consultas y recopilación de datos en los sistemas de información geográfica, cuyos mayores beneficios se esperan obtener en los siguientes años. (Fuente: Henry Pantigoso Loza).

## CAPÍTULO III: PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS

### 3.1 Movimientos de ladera

Son movimientos de materiales a favor de la gravedad. Están asociados a la presencia de pendientes y a la presencia de agua. Se pueden agrupar para su estudio en cuatro grupos:

#### 3.1.1 Deslizamientos

Movimientos a favor de una superficie de fractura. En función de cuál sea esta superficie se distinguen 2 tipos:

##### Deslizamientos traslacionales

Los deslizamientos traslacionales consisten en el movimiento de un bloque o bloques de suelo o roca a lo largo de una superficie de falla plana bien definida. Estos deslizamientos pueden ocurrir lenta o rápidamente.

Los deslizamientos traslacionales en macizos rocosos consisten en el deslizamiento como una unidad o unidades (bloques) talud abajo, a lo largo de una o más superficies planas (figura 3.1). También se puede generar una falla de cuña a lo largo de la intersección de dos planos, consistente de uno o varios bloques de pequeño a gran tamaño (figura 3.2). Los deslizamientos en bloque pueden ser destructivos especialmente en regiones montañosas donde los deslizamientos masivos de roca resultan desastrosos y en muchos casos no pueden ser prevenidos.

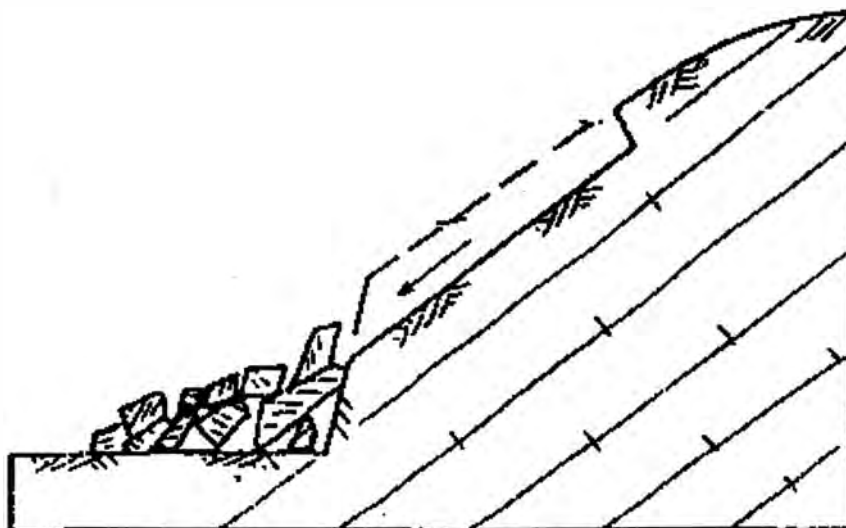


Figura 3.1: Deslizamientos traslacionales en un macizo rocoso.

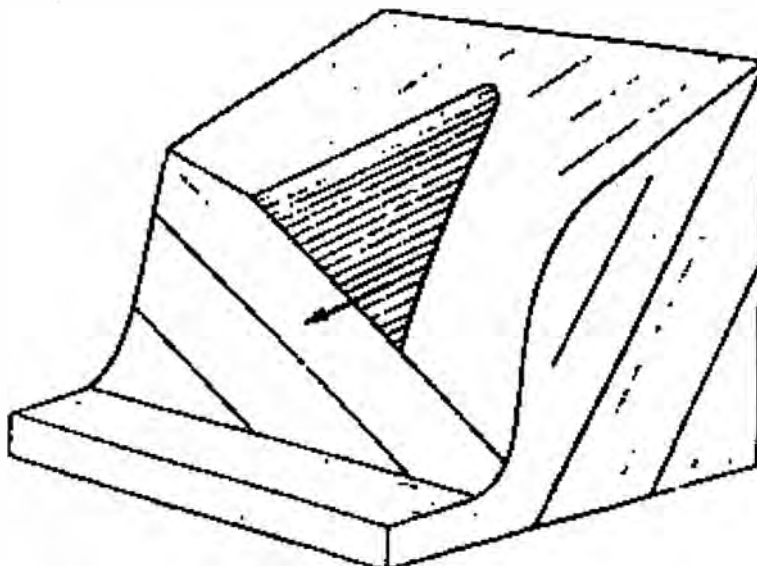


Figura 3.2: Deslizamiento en forma de cuña.

Los deslizamientos traslacionales suelen ocurrir en:

- Rocas sedimentarias que tengan un buzamiento similar o menor a la inclinación de la cara del talud.
- Discontinuidades, tales como fallas, foliaciones o diaclasas que forman largos y continuos planos de debilidad que interceptan la superficie del talud.
- Intersección de diaclasas o discontinuidades que dan como resultado la falla de un bloque en forma de cuña.

En general, durante los períodos iniciales de la falla se generan grietas de tracción con un pequeño desplazamiento, luego se pueden observar escarpes frescos que dejan los bloques con posterioridad al movimiento. En algunos casos, este movimiento deja sin vegetación la zona deslizada y los escombros quedan expuestos al pie del talud.

### **Deslizamientos rotacionales (slump)**

Los deslizamientos rotacionales tienden a ocurrir lentamente en forma de cuchara y el material comienza a fallar por rotación a lo largo de una superficie cilíndrica; aparecen grietas en la cresta del área inestable y abombamientos al pie de la masa deslizante (figura 3.3). Suelen darse en materiales poco cohesivos y laderas escarpadas.

Al finalizar, la masa se desplaza sustancialmente y deja un escarpe en la cresta.



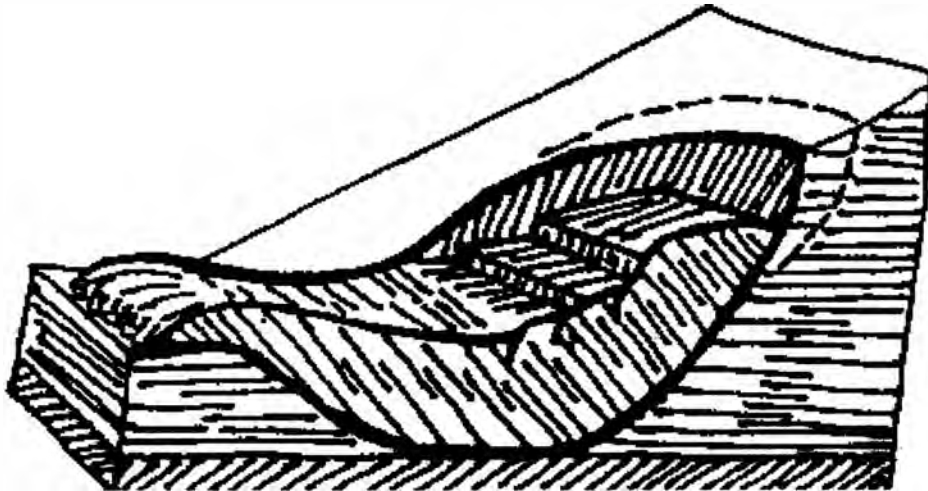


Figura 3.3: Derrumbe rotacional.

La principal causa de este tipo de falla es el incremento de la inclinación del talud, meteorización y fuerzas de filtración; sus consecuencias no son catastróficas, a pesar de que el movimiento puede causar severos daños a estructuras que se encuentren en la masa deslizante o sus alrededores. Cuando se presentan algunos signos tempranos de falla los taludes pueden ser estabilizados.

En las etapas tempranas del deslizamiento se forman grietas de tensión, luego de la falla parcial se genera una serie de pequeños hundimientos y escarpes, y al momento de la falla total se pueden apreciar varios escarpes en la superficie además de grietas de tensión concéntrica y profunda, así como una gran masa de material incoherente al pie del talud.

### 3.1.2 Desprendimientos

Los desprendimientos o caídas son relevantes desde el punto de vista de la ingeniería porque la caída de uno o varios bloques puede ocasionar daños a estructuras o a otros taludes que se encuentren en la parte inferior y podría originar una destrucción masiva.

Los desprendimientos se producen comúnmente en taludes verticales o casi verticales en suelos débiles a moderadamente fuertes y en macizos rocosos fracturados. Generalmente, antes de la falla ocurre un desplazamiento, el cual puede ser identificado por la presencia de grietas de tensión.

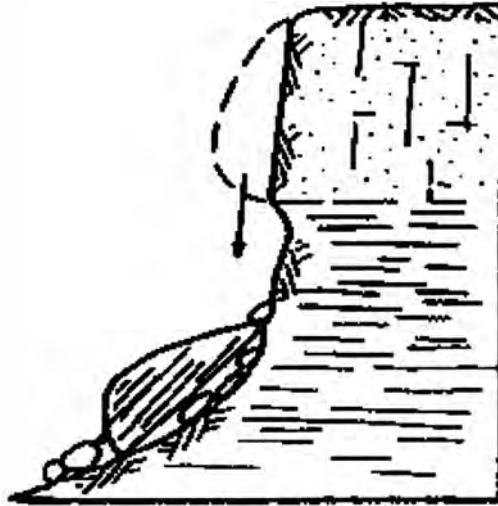


Figura 3.4: Desprendimiento de bloques.

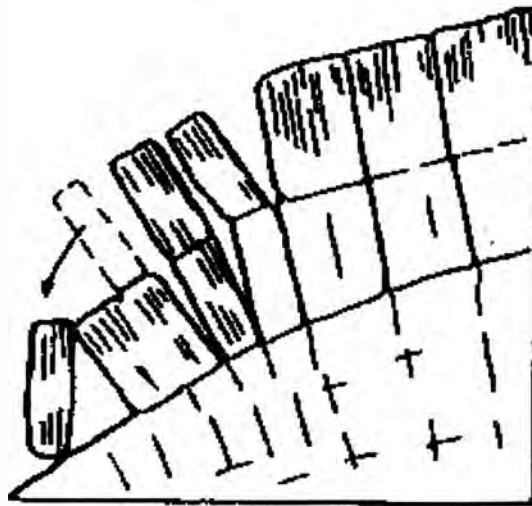


Figura 3.5: Volcadura de bloques.

Caída de bloques de rocas desde los escarpes, puede deberse a:

- La socavación del escarpe.
- Presencia de fracturas y/o planos de estratificación que individualizan bloques de roca.

### 3.1.3 Flujos

Los flujos son movimientos de materiales sueltos que se comportan como fluido cuando se mezclan con agua (los materiales arcillosos son los más comunes).

### 3.1.4 Avalanchas

Las avalanchas son movimientos rápidos de escombros, de suelo o de roca. Materiales mal clasificados (hay materiales de todos los tamaños mezclados) y



sueltos, puede o no comenzar con la ruptura a lo largo de una superficie de falla. Toda la vegetación, el suelo y la roca suelta pueden ser arrastrados. Alcanzar grandes velocidades. Son facilitados por la presencia de agua y materiales arcillosos. La actividad volcánica y sísmica suele actuar como desencadenante. Las principales causas de avalanchas son las altas fuerzas de filtración, alta pluviosidad, derretimiento de nieve, sismos o deslizamiento gradual de los estratos de roca. Las avalanchas ocurren de manera brusca sin previo aviso y generalmente son impredecibles. Los efectos pueden ser desastrosos y pueden sepultar extensas áreas al pie del talud.

Las avalanchas son características de zonas montañosas con pendientes muy inclinadas en suelos residuales donde la topografía causa concentración de la escorrentía. También se puede presentar en zonas de roca muy fracturada.

### **3.2 Factores que favorecen los movimientos de ladera**

- Fuerte pendiente.
- Presencia de agua. El agua hace que los materiales cambien su comportamiento (ejem. Arcillas).
- Ausencia de vegetación. La vegetación absorbe parte del agua de lluvia, evita la escorrentía vegetal, sujeción del terreno.
- Alternancia de estratos de diferente permeabilidad.  
Presencia de materiales alterados.
- Estratificación paralela a la pendiente.
- Presencia de fracturas, diaclasas o fallas.

### **3.3 Hundimientos**

Un hundimiento de tierra es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas acinales o de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

Si el movimiento vertical es lento o muy lento (metros o centímetros / año) y afecta a una superficie amplia ( $\text{km}^2$ ) con frecuencia se habla de subsidencia. Si el movimiento es muy rápido (m/s) se suele hablar de colapso.

### **3.4 Reptación**

El repteo se define como un movimiento lento e imperceptible talud abajo de una masa de suelo o suelo-roca o deformación del material de un talud frente a bajos niveles de esfuerzos que generalmente afectan a las porciones más superficiales del talud, aunque también puede afectar a porciones profundas cuando existe un estrato poco resistente. El repteo es el resultado de la acción de fuerzas de filtración o gravitacionales y es un indicador de condiciones favorables para el deslizamiento.

El repteo es característico en materiales cohesivos y rocas blandas como lutitas y sales, en taludes moderadamente empinados a empinados.

Los rasgos característicos de la reptación son la presencia de crestas paralelas y transversales a la máxima pendiente del talud y postes de cerca inclinados.

### **3.5 Erosión**

La erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros. Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse.

### **3.6 Sedimentación**

La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión.

El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

Tabla 3.1: Mapeo de procesos geodinámicos externos (actores).

<b>TRAMOS CRÍTICOS</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Sector</b>	<b>Litología</b>	<b>Tipificación</b>
1	11+950 – 12+000	Olmos	Depositos aluviales	Sedimentación
2	45+200 – 45+500	Huarmaca	Roca meteorizada y depósitos coluviales	Desprendimiento y Deslizamiento rotacional
3	57+100 – 57+150	Huarmaca	Roca meteorizada, intensamente fracturada	Derrumbes
4	260+640 – 260+940	Naranjitos	Depósitos de la Formación Celendín	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
5	266+120 – 266+440	La Caldera	Depósitos de la Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
6	272+960 – 273+100	Magunchal	Depósitos de la Formación Chúlec	Deslizamiento Rotacional
7	275+460 – 275+740	Aserradero	Depósitos coluviales y Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
8	276+000 – 276+160	Aserradero	Depósitos coluviales y Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
9	289+670 – 289+920	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
10	290+110 – 290+480	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
11	294+630 – 294+980	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
12	294+980 – 295+485	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
13	295+485 – 295+850	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
14	296+740 – 296+810	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Derrumbe

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV: ACUÍFEROS Y TIPOS DE SUELOS

### 4.1 Acuíferos

Un acuífero es un depósito subterráneo de agua. El agua de lluvia es absorbida por el suelo y llena los espacios entre piedras, la arena, y grava. Continúa a hundirse más profundamente con la gravedad hasta que es retenido por una capa del suelo impermeable.

Esta agua retenida llena el área de la arena, grava, arcilla, y de la piedra donde se almacena. Se mueve muy lentamente mientras es subterráneo. Con una velocidad de uno a tres pulgadas al día. El agua no solo satura esta capa y se asienta. La gravedad la hace fluir lentamente hasta que alcanza otra masa de agua u otra capa impermeable.

Utilizamos agua de acuíferos cuando realizamos excavaciones para pozos. Una cosa realmente importante de recordar es que cuando se realiza la explotación de acuíferos mediante pozos, no se puede sacar más agua que el acuífero pueda reemplazar.

En un pozo normal, las bombas succionan el agua a la superficie. En la excavación de un pozo en un acuífero delimitado por dos capas impermeables, a veces no se necesita una bomba porque la presión empuja el agua hasta la cima del pozo por sí misma. Esto se llama a un pozo artesiano.

Desde el punto de vista de su estructura, ya se ha visto que se pueden distinguir los acuíferos libres y los acuíferos confinados.

En la figura 4.1 se ilustran los dos tipos de acuíferos:

- Río o lago (a), en este caso es la fuente de recarga de ambos acuíferos.
- Suelo poroso no saturado (b).
- Suelo poroso saturado (c), en el cual existe una camada de terreno impermeable (d), formado, por ejemplo por arcilla, este estrato impermeable confina el acuífero a cotas inferiores.
- Suelo impermeable (d).
- Acuífero no confinado (e).
- Manantial (f);
- Pozo que capta agua del acuífero no confinado (g).
- Pozo que alcanza el acuífero confinado, frecuentemente el agua brota como en un surtidor o fuente, llamado pozo artesiano (h).

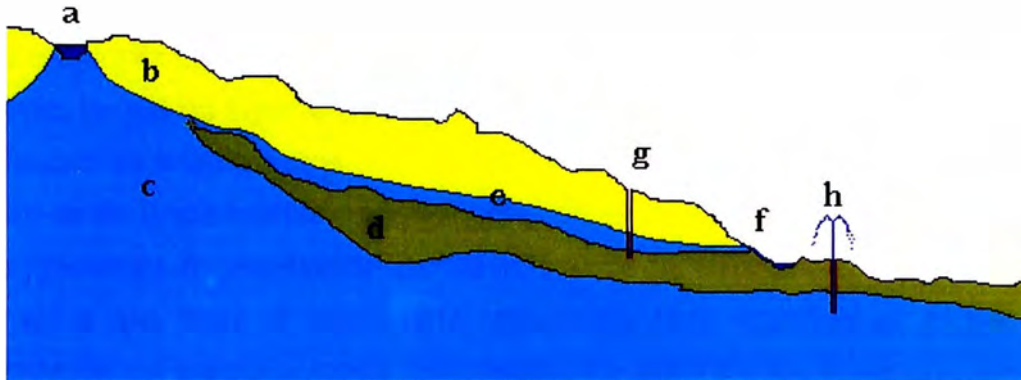


Figura 4.1: Tipos de acuíferos

#### 4.2 Recarga de acuíferos subterráneos

El agua del suelo se renueva en general por procesos activos de recarga desde la superficie. La renovación se produce lentamente cuando la comparamos con la de los depósitos superficiales, como los lagos, y los cursos de agua. El tiempo de residencia (el periodo necesario para renovar por completo un depósito a su tasa de renovación normal) es muy largo. En algunos casos la renovación está interrumpida por la impermeabilidad de las formaciones geológicas superiores (acuitardos), o por circunstancias climáticas sobrevenidas de aridez.

En ciertos casos se habla de acuíferos fósiles, estos son bolsones de agua subterránea, formados en épocas geológicas pasadas, y que, a causa de variaciones climáticas ya no tienen actualmente recarga.

El agua de las precipitaciones (lluvia, nieve, etc.) puede tener distintos destinos una vez alcanza el suelo. Se reparte en tres fracciones. Se llama escorrentía a la parte que se desliza por la superficie del terreno, primero como arroyada difusa y luego como agua encauzada, formando arroyos y ríos. Otra parte del agua se evapora desde las capas superficiales del suelo o pasa a la atmósfera con la transpiración de los organismos, especialmente las plantas; nos referimos a esta parte como evapotranspiración. Por último, otra parte se infiltra en el terreno y pasa a ser agua subterránea.

La proporción de infiltración respecto al total de las precipitaciones depende de varios factores:

La litología (la naturaleza del material geológico que aflora a la superficie) influye a través de su permeabilidad, la cual depende de la porosidad, del diaclasamiento (agrietamiento) y de la mineralogía del sustrato. Por ejemplo, los minerales arcillosos se hidratan fácilmente, hinchándose siempre en algún grado, lo que da lugar a una reducción de la porosidad que termina por hacer al sustrato impermeable.

- Otro factor desfavorable para la infiltración es una pendiente marcada. La presencia de vegetación densa influye de forma compleja, porque reduce el agua que llega al suelo (interceptación), pero extiende en el tiempo el efecto de las precipitaciones, desprendiendo poco a poco el agua que moja el follaje, reduciendo así la fracción de escorrentía y aumentando la de infiltración. Otro efecto favorable de la vegetación tiene que ver con las raíces, especialmente las raíces densas y superficiales de muchas plantas herbáceas, y con la formación de suelo, generalmente más permeable que la mayoría de las rocas frescas.

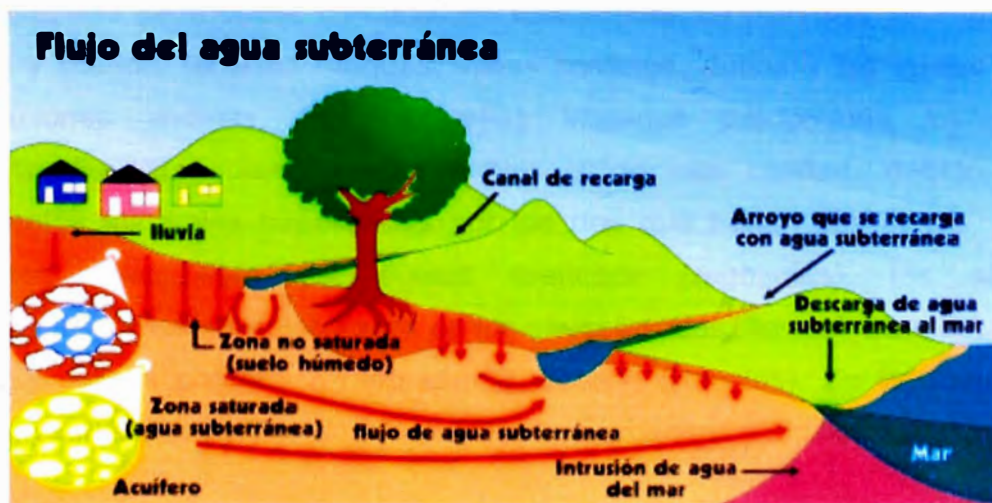


Figura 4.2: Flujo de agua subterránea.

La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen de los intersticios (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos. Los dos principales parámetros de que depende la permeabilidad. Los acuíferos suelen ser materiales sedimentarios de grano relativamente grueso (gravas, arenas, limos, etc.). Si los poros son suficientemente amplios, una parte del agua circula libremente a través de ellos impulsada por la gravedad, pero otra queda fijada por las fuerzas de la capilaridad y otras motivadas por interacciones entre ella y las moléculas minerales.



En algunas situaciones especiales se ha logrado la recarga artificial de los acuíferos, pero este no es un procedimiento generalizado, y no siempre es posible. Antes de poder plantearse la conveniencia de proponer la recarga artificial de un acuífero es necesario tener un conocimiento muy profundo y detallado de la hidrogeología de la región donde se encuentra el acuífero en cuestión por un lado y por otro disponer del volumen de agua necesario para tal operación.

### **4.3 Tipos de suelos**

El suelo es definido como la delgada capa de materiales orgánicos e inorgánicos que cubre la corteza del planeta y que permite el desarrollo de plantas. Al poseer características renovables y no renovables se le considera un recurso natural semi - renovable. A continuación veamos las clases de suelos que podemos encontrar en el área de estudio (tomado del portal del MINAG).

#### **Región yermosólica:**

Es el desierto de la costa, con grandes extensiones de planicies sedimentarias, cerros y colinas, terrazas marinas, valles costeros, dunas y los inicios de las estribaciones andinas. En los valles irrigados predominan los suelos denominados "fluvisoles", suelos fértiles y de alta calidad, debido a los sedimentos minerales depositados por los ríos que bañan sus tierras. En los desiertos predominan los suelos arenosos (regosoles), los salobres (solonchaks), y los aluviales secos en los cauces secos (fluvisoles secos). En los cerros y colinas predominan los suelos rocosos (litosoles). En la Costa norte (Lambayeque, Piura y Tumbes) los suelos son arcillosos y alcalinos (vertisoles).

#### **Región litosólica:**

Constituida por las vertientes occidentales de la cordillera de los Andes entre los 1000 y 5000 msnm, con un relieve de gran pendiente y muy agreste. Predominan los "litosoles", que son suelos superficiales sobre rocas y también la roca expuesta. En las partes bajas se encuentran suelos arenosos o "regosoles" y áridos con calcio en el subsuelo, llamados "yermosoles cálcicos". En la parte Este e intermedia, se ubican los suelos "yermosoleslúvicos" que contienen arcilla y cal; los "xerosoles", que poseen una capa oscura y cal, y los "kastanozems" o suelos pardos.

### **Región paramosólica o andosólica:**

Ubicada en la zona alto Andina entre los 4000 y 5000 msnm, cuyo relieve es suave debido a haber sido glacial. Predominan los “paramosoles”, que son suelos ácidos y ricos en materia orgánica. Los “páramo andosoles” son suelos similares, pero derivados de rocas volcánicas arcillosas. También existen los suelos con predominancia rocosa (litosoles), calcárea (rendzinas) y suelos neutros arcillosos oscuros (chernozems). Cerca de lagunas y zonas pantanosas se encuentran suelos con muy alto contenido de materia orgánica, denominados “histosoles”. La agricultura es muy limitada en estas zonas por las bajas temperaturas, salvo para algunas especies como la Maca. Estas zonas tienen un buen potencial para pastos, aprovechados con la actividad pecuaria de camélidos y ovinos.

### **Región kastanosólica:**

Referida a los valles interandinos altos y zonas intermedias, ubicada entre los 2200 y 4000 msnm. Existen diversos tipos de suelos, principalmente los “kastanozems cálcicos”, de textura media, alcalinos y de color rojizo ó pardo rojizo. Los “kastanozemslúvicos”, similares pero arcillosos; así como suelos profundos y de textura fina (phaeozems). En las zonas de alta pendiente, predominan los suelos rocosos y calcáreos. En las mesetas y grandes planicies, como las del Titicaca, predominan los suelos originados de lagos (planosoles) y suelos con mal drenaje (gleisoles). También están compuestas por suelos volcánicos. Esta región es un área agrícola tradicional, con un uso intensivo hace miles de años, cultivándose principalmente cereales, tubérculos, leguminosas y algunas hortalizas. Las partes altas de pastizales son usadas con fines pecuarios y las partes bajas a cultivos permanentes como frutales.

### **Región líto-cambisólica:**

Ubicada en la parte superior de la selva alta, entre los 2200 y 3600 msnm, abarca una gran extensión de la vertiente oriental andina. El terreno es muy disectado y con pendiente muy escarpada, con suelos pobres y expuestos a la erosión de las fuertes lluvias. Caracterizada por suelos superficiales y de desarrollo reciente, con un horizonte superficial amarillento, denominados “cambisoles”.



### **Región acrisólica:**

También se ubica en la selva alta, entre los 500 y 2200 msnm, con un relieve escarpado pero con ciertos valles. Los suelos provienen de la región litocambisólica, pero son más profundos. Es una zona con una fuerte meteorización o descomposición del material parental y de reacción ácida. Predominan los suelos profundos, de tonalidad amarilla y rojiza, ácidos y de buen drenaje, llamados "acrisoles" ó "rojo amarillo podsólicos"; arcillosos profundos (nitosoles). En la zona cercana a la selva baja se encuentran suelos arcillosos con hierro (acrisoles plínticos). En los valles los fluvisoles, gleisoles y suelos con arcillas expandibles (vertisoles).

### **Región acrisólica ondulada:**

La región geoedáfica más extensa abarca la selva baja peruana, que generalmente se encuentra debajo de los 500 msnm. Predominan los suelos ácidos con baja fertilidad, que dependiendo de su grado de drenaje, pueden ser fluvisoles o gleisoles. Los "podzoles húmicos", son suelos arenosos con materia orgánica y fierro, se encuentran alejados de los ríos.

## **4.4 Clases agrícolas**

En la Costa, la agricultura se lleva a cabo en dos subregiones:

- En los valles fértiles y regables de los ríos de la vertiente occidental de los Andes.
- En las laderas de las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes.

Desde tiempos muy remotos, las civilizaciones indígenas, han utilizado las tierras fértiles de los terrenos aluviales, cultivando intensamente con riego, utilizando las aguas de los ríos de esta vertiente occidental. Para mantener, y si es posible, aumentar la productividad agraria, es necesario entender y resolver los problemas en conservación de manera integral. La erosión del suelo es uno de los problemas más graves de la región, que se origina debido a una despiadada extracción de leña y sobre pastoreo en las laderas.

En la Sierra, casi la totalidad de los terrenos de mayor calidad y extensión para la agricultura en limpio se ubican en las planicies de los valles interandinos. El cultivo en limpio en laderas muy inclinadas constituye una de las prácticas más destructivas. Uno de los problemas graves al igual que en la Costa es la erosión causada por la escorrentía acelerada debido a que la vegetación natural ha sido eliminada por los leñadores, por el sobre pastoreo y por el cultivo en limpio.

## **CAPÍTULO V: PATRIMONIO GEOLÓGICO Y RECURSOS NATURALES**

### **5.1 Patrimonio geológico**

Son recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo y/o de interés paisajístico o recreativo, ya sean formaciones rocosas, estructuras, geoformas, acumulaciones sedimentarias, ocurrencias minerales, paleontológicas y otras, que permitan reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica de la tierra y los procesos que lo han modelado.

En el área de influencia directa de la carretera en estudio no cuenta con Lugares de Interés Geológico (LIGs) o Puntos de Interés Geológico (PIGs), inventariados o catalogados como tal, y los que podrían considerarse a futuro serían los estudiados en el informe de – Influencia del Medio Paisajista y en el informe de – Influencia del Medio Biótico.

### **5.2 Recursos naturales**

Se denominan recursos naturales a aquellos bienes materiales y servicios que proporciona la naturaleza sin alteración por parte del ser humano; y que son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su bienestar y desarrollo de manera directa (materias primas, minerales, alimentos) o indirecta (servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida en el planeta).

#### **Recursos renovables**

Los recursos renovables son aquellos recursos que no se agotan con su utilización, debido a que vuelven a su estado original o se regeneran a una tasa mayor a la tasa con que los recursos disminuyen mediante su utilización. Esto significa que ciertos recursos renovables pueden dejar de serlo si su tasa de utilización es tan alta que evite su renovación.

Algunos de los recursos renovables son: el bosque, el agua, el viento, los peces, radiación solar, energía hidráulica, madera, energía eólica, las mareas y productos de la agricultura.

Algunos recursos renovables como la energía geotérmica, el agua dulce, madera y biomasa deben ser manejados cuidadosamente para evitar exceder la capacidad regeneradora. Es necesario estimar la capacidad de renovación (sostenibilidad) de tales recursos.

## **Recursos no renovables**

Un recurso natural es considerado como un recurso no renovable si no puede ser producido, cultivado, regenerado o reutilizado a una escala tal que pueda sostener su tasa de consumo. Estos recursos frecuentemente existen en cantidades fijas o son consumidos mucho más rápido de lo que la naturaleza puede recrearlos.

## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO EXTERNO

### 6.1 Mapeo de actores

Para tener una comprensión global de los actores involucrados y estimar en qué medida interactúan estos con la carretera, se realiza un mapeo de los actores. Con esto no solo se busca tener un listado de los actores sino conocer las relaciones predominantes que existen entre ellos y el nivel de poder que ejercen. Para la elaboración del mapeo de actores físicos que se toman en este informe, se utilizará como criterio cualitativo el daño a la carretera y el tiempo de espera hasta que este nuevamente en servicio luego de ocurrido uno de estos eventos.

Tabla. 6.1 Mapeo de Actores del Medio Físico Externo

Interesados	A Favor	En Contra	Neutrales
1. Geodinámica Externa			
1.1. Deslizamiento		A	
1.2. Desprendimiento		A	
1.3. Flujos		M	
1.4. Avalanchas		B	
1.5. Hundimientos		A	
1.6. Reptación		B	
1.7. Erosión		M	
1.8. Sedimentación		B	

Fuente: Elaboración Propia

Descripción:

A: Alto.- predomina una alta influencia sobre los demás

B: Bajo.- La influencia es medianamente aceptada

M: Medio.- No hay influencia sobre los demás actores

Esta metodología ha sido planteada por Antonio Pozo Solís (Lima 2007) para el mapeo de actores sociales, y tomada como referencia en la metodología empleada en la Guía Nacional de Ordenamiento Territorial (GUINOT) elaborada por el MINAM (Lima-Perú, Agosto 2009).

## 6.2 Matriz de sinergias y conflictos

Es un instrumento de Análisis, mediante el cual se analiza en primer término la posición relativa en el espacio entre los actores que son materia de diagnóstico. La sinergia que existe entre dos o más actores se define como el “trabajo en conjunto” que estos realizan para obtener un efecto mayor al que se esperaría de ambos si realizaran las actividades por separados.

En segundo término se analizan los impactos que esta interacción genera, identificándose si son de naturaleza Conflictiva o Sinérgica.

Basado en los resultados anteriores la matriz resultante está dividida en dos campos, en la parte superior se ubica a los resultados de la interacción de los mismos al ser confrontados (relación de adyacencia, intersección, superposición y distancia). En la parte inferior se colocarán las sinergias y conflictos que causan cada uno de los actores al confrontarse.

Tabla. 6.2 Matriz de actores de la carretera Olmos – Corral Quemado – Río Nieva.

MATRIZ DE ACTORES DE LA CARRETERA OLMOS – CORRAL QUEMADO – RÍO NIEVA											
Item	ACTORES	Geodinámica Externa	Deslizamiento	Desprendimiento	Flujos	Avalanchas	Hundimientos	Reptación	Erosión	Sedimentación	Carretera
		1.0	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	NO
1.0	<b>Geodinámica Externa</b>										
1.01	Deslizamiento		S	A	A	A	M	A	M	I	
1.02	Desprendimiento			A	A	S	M	A	M	I	
1.03	Flujos				M	M	M	S	S	I	
1.04	Avalanchas					A	M	S	S	I	
1.05	Hundimientos						S	M	M	I	
1.06	Reptación							M	M	I	
1.07	Erosión								A	I	
1.08	Sedimentación									I	
2.0	<b>Carretera</b>		C	C	C	C	C	C	C	C	

Fuente: Elaboración Propia.

**Descripción:**

- S :** Relación de superposición.
- A :** Relación de Adyacencia.
- I :** Relación de Intersección.
- M :** Medio.- No hay influencia sobre los demás actores.
- C :** Conflictos.

Se aprecia en el análisis que la carretera está en conflicto con los actores de este medio, esto se debe al daño que causa en la infraestructura de vía con la interacción con los medios físicos mencionados.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

1. Los Sistemas de Información Geográfica son una nueva tecnología que permite gestionar, analizar y evaluar la información espacial, e incluso capturar, intercambiar, almacenar, y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos, de este modo evita de la duplicidad de trabajos.
2. Se concluye en base al mapeo de zonas afectadas por hundimientos en la carretera Olmos – Corral Quemado – Río Nieva y contrastadas con los mapas geológicos y de pendientes, que la ocurrencia es directamente proporcional a los valores críticos asignados
3. El desarrollo de la carretera se encuentra asociada a por lo menos uno de los actores que afectan su conservación tales como los hundimientos, deslizamientos, erosión y pendientes agrestes. No habiendo forma de mitigar la acción de un actor sin incrementar el efecto de otro, (corte y relleno o encontrar suelo firme, sin comprometer las zonas superiores a derrumbes o deslizamientos).
4. Habiendo realizado el análisis de la rentabilidad social de la carretera en estudio basados en la información cartográfica de hundimientos, deslizamiento y pendientes se puede concluir que es rentable, porque constituye un importante eje de integración, disminución de tiempos de viaje, generador de actividades diversas como el intercambio y comercialización de productos agrícolas.
5. Es importante señalar que la utilización del suelo por parte del hombre está ocasionando la degradación de este recurso, es decir, se está reduciendo la capacidad actual y potencial del suelo para producir. El uso racional del suelo será determinante para la supervivencia de la especie humana. El suelo nos brinda el mayor número de productos que empleamos en nuestra dieta diaria.
6. Debido a los constantes trabajos de mantenimiento y rehabilitación se posterga los trabajos de estabilidad de taludes y obras de drenaje.

## 7.2 Recomendaciones

1. Condicionar morfológicamente las áreas intervenidas, construir cunetas de coronación dándoles una pendiente mínima hacia el cauce más próximo.
2. Para mantener la estabilidad de los taludes y terraplenes se debe mantener con vegetación los taludes de cortes y terraplenes. Las especies a utilizarse deberán ser gramíneas de porte rastrero y arbustivo y estar de acuerdo con las características ecológicas del ecosistema a regenerar.
3. La extracción de agregados de los cauces de los ríos y en cortes a tajo abierto en los cerros, debe ser controlada, para evitar abrir nuevos cauces y respetar, la morfología original.
4. Guardar la capa superficial de materia orgánica que se retira de las canteras, para después de usar el material en las obras, pueda volver a cubrirse la superficie de extracción con ella facilitando la regeneración de la vegetación.
5. Para minimizar las interferencias de los flujos de agua subterránea o de infiltración, se instalarán drenes en lugares necesarios.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Ale Veliz, José Daniel, **Métodos de Estabilización de Taludes Mediante Estructuras de Suelo Reforzado**, Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2007.
- 2.- Aliga Chavez Manuel Jesús, **Estudio geológico – geotécnico para la rehabilitación de la carretera Corral Quemado – Río Nieva Tramo I: Puerto Naranjitos – Pedro Ruiz**, Tesis para optar el título profesional de ingeniero geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2003.
- 3.- Bazo Rodríguez Alfredo, Delgado Rosado Vitaliano, **Eje Multimodal Amazonas**, Proyecto profesional para optar título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2003.
- 4.- Cámara de Comercio y Producción de Lambayeque, **Anatomía Económica del Sub Espacio del Norte Base de la Macro Región Norte**, Perú 2010.
- 5.- Gobierno Regional del Departamento de Amazonas, MTC - PROVIAS DEPARTAMENTAL, Corporación Andina de Fomento, **Planificación Vial Departamental Participativo Amazonas**, Perú, 2005.
- 6.- Pantigoso Loza Henry, **Manual de ArcGIS**, Grupo Megabyte, Segunda Edición, Perú, 2009.
- 7.- Rivera Mantilla Hugo, **Geología General**, Primera Edición, Perú, 2001.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Panel fotográfico.

Anexo 2: Mapas temáticos.

Anexo 2.1: Mapa de ubicación de la carretera.

Anexo 2.2: Mapa temático de pendientes.

Anexo 2.3: Mapa temático de altitudes.

Anexo 2.4: Mapa temático de procesos geodinámicos.

## **Anexo 1: Panel fotográfico**



Foto 01: Km. 00 Inicio de la carretera de penetración Olmos – Corral Quemado - Río Nieva (inicio de estudio).



Foto 02: Desde el inicio del recorrido de la carretera en estudio se aprecian señales informativas como "NO TALAR VEGETACIÓN DE LADERAS".





Foto 03: Km. 12 Vista aguas arriba de un río seco afluente al río Olmos, donde se observa un antiguo puente dañado.



Foto 04: Km. 12 Vista del nuevo puente construido a 50 m aguas abajo del anterior (Foto 03), donde se aprecia la construcción de muros de gaviones para encausar las aguas en temporadas de lluvias y evitar la socavación en las alas del puente.



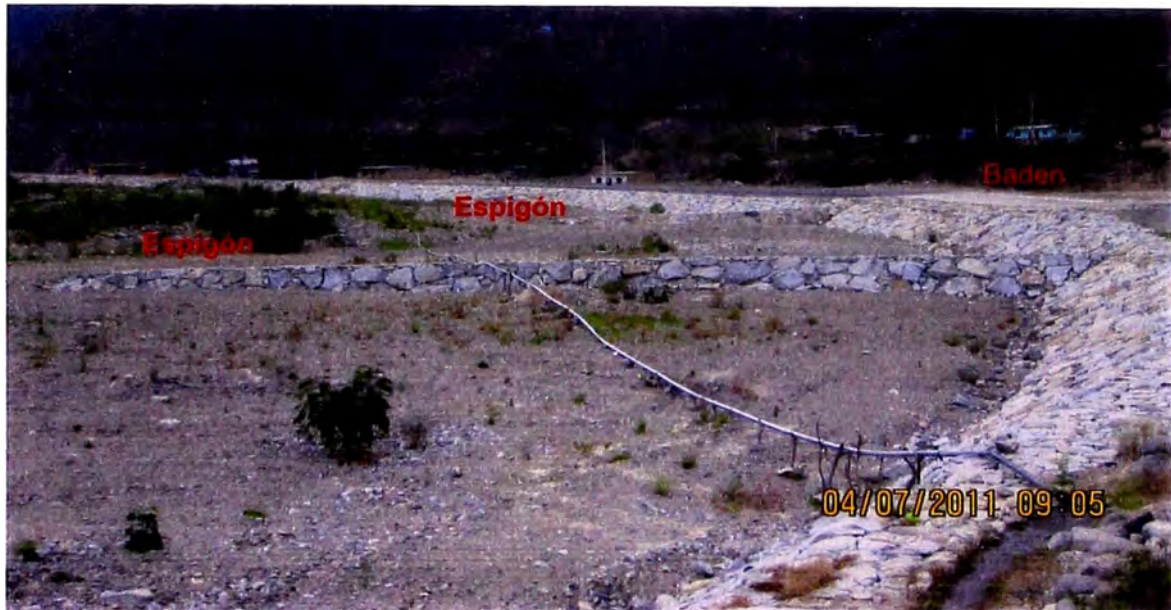


Foto 05: Km 13 Río Olmos, se observa el cauce del río a escasos metros de desnivel de la carretera. Para la protección de la vía se construyó espigones y un enrocado de una longitud aproximada de 200 m. También se observa vegetación compuesta de árboles de características ribereñas, cuyo incremento (forestación) podría ser una de las acciones complementarias para el control de los desbordes.



Foto 06: Km. 38 Vista de muro de contención de gaviones.





Foto 07: Km. 42 Vista de muro de contención construido de concreto armado.



Foto 08: Km. 55 Se observa la obstrucción de la carretera a consecuencia de un deslizamiento.





Foto 09: Km. 86 Vista aguas abajo de la Presa Limón, ubicada en el Frente Oriental de la carretera Olmos - Corral Quemado, en el distrito de San Felipe, departamento de Cajamarca. La capacidad de almacenamiento de la presa para la primera etapa es de 44 millones de metros cúbicos de agua.



Foto 10: Vista aguas arriba de la Presa Limón, capacidad de almacenamiento de la presa para la primera etapa es de 44 millones de metros cúbicos de agua.





Foto 11: Km. 87 La imagen muestra los trabajos de estabilización de taludes con muros pantalla y concreto lanzado.



Foto 12: Km. 90 Se aprecia en distintos puntos de la carretera laderas inestables.





Foto 13: En el desarrollo de la carretera se aprecia cortes en roca, no teniendo espacio para realizar un trazo opcional.



Foto 14: Km. 108 Los trabajos para mantener la carretera transitable demandan de gran inversión, se aprecia encausamiento del río en forma temporal y preparación del terreno para la construcción de muros de contención.





Foto 15: Km. 323 Los trabajos de rehabilitación son constantes en todo el trayecto, en la imagen se muestra un deslizamiento de la plataforma y a consecuencia se sigue dañando con manifestaciones de hundimiento.



Foto 16: Km. 323 Se puede observar que el terreno de fundación no fue el adecuado, además no se construyó sistemas de drenaje.





Foto 17: Km. 340 Debido al inadecuado drenaje se produjo un hundimiento, están procediendo a realizar el cambio del material de la plataforma.



Foto 18: Km. 348 Se observa un proceso de falla del pavimento por un deficiente drenaje de la zona, manifestándose la ocurrencia de hundimiento de una geometría definida, debido al flujo de filtraciones en dicha dirección.





Foto 19: Km. 360 Para dar continuidad al desarrollo de la carretera fue necesario realizar un corte tipo medio túnel.



Foto 20: Río Nieva, Km. 379+000, muros de contención construido con gaviones.



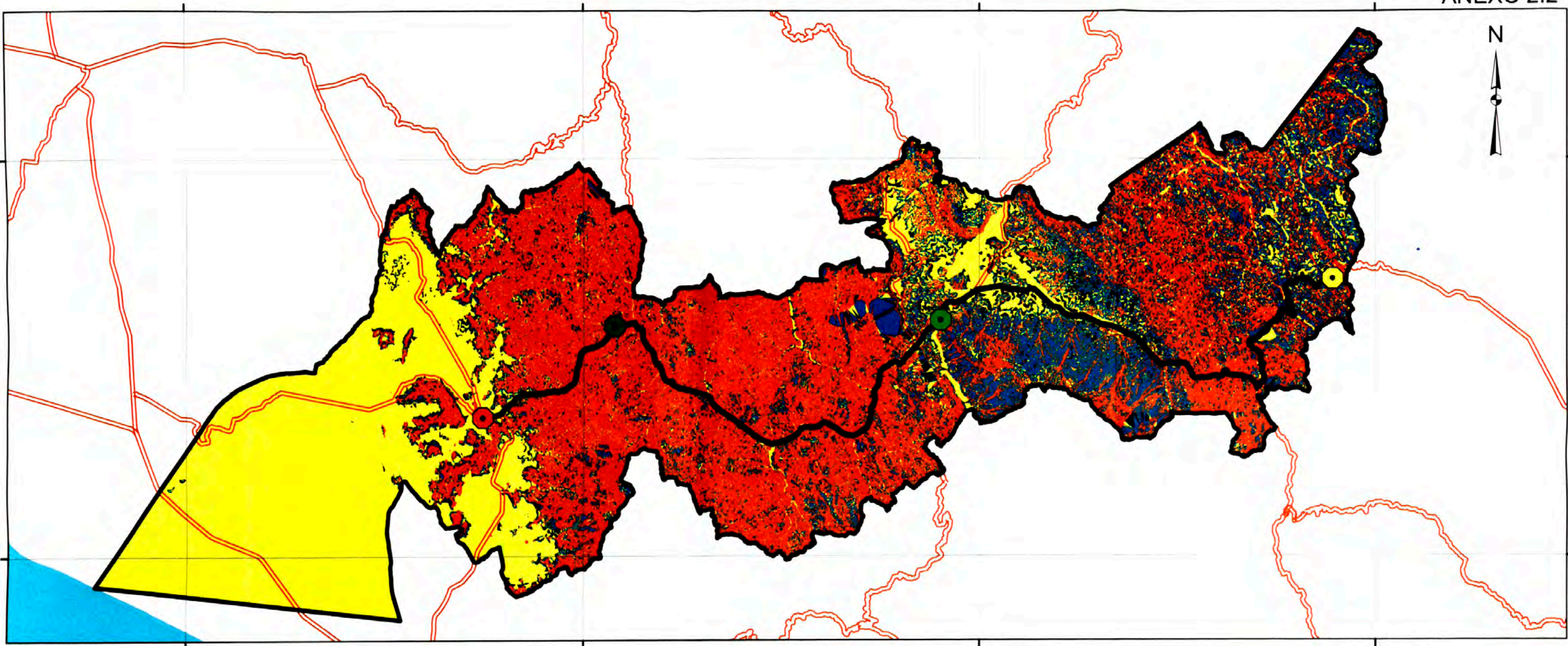
Foto 21: Km. 380+000 de la carretera en estudio cruza al Río Nieva a través del Puente Nieva (fin de estudio).

## **Anexo 2: Mapas temáticos**



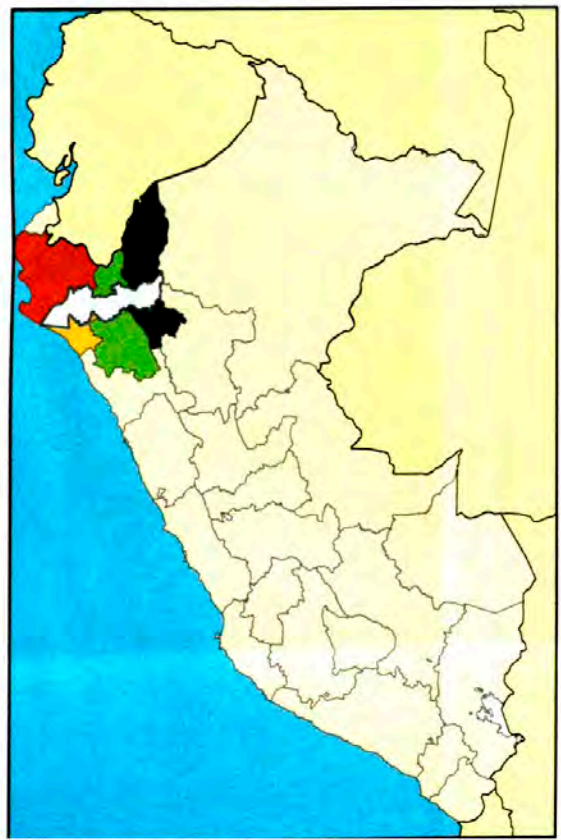
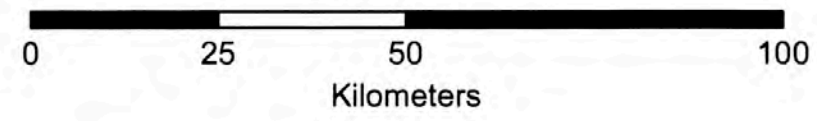






Tesis: Evaluación de la Rentabilidad Social de la Carretera de Penetración Olmos - Corral Quemado - Río Nieva  
Influencia del Medio Físico Externo

1:1,000,000



**ANEXO 2.2 : MAPA TEMÁTICO DE PENDIENTES**

**GENERALIDADES**

- Area\_influencia
- Inicio Olmos
- Paso de Porculla
- Corral Quemado
- Puente Nieva
- Eje\_carretera
- Vias Nacionales

**Leyenda**

**Pendientes**

**Grados**

- 0 - 3° Baja
- 3 - 6° Media Baja
- 6 - 15° Media
- > 15° Alta

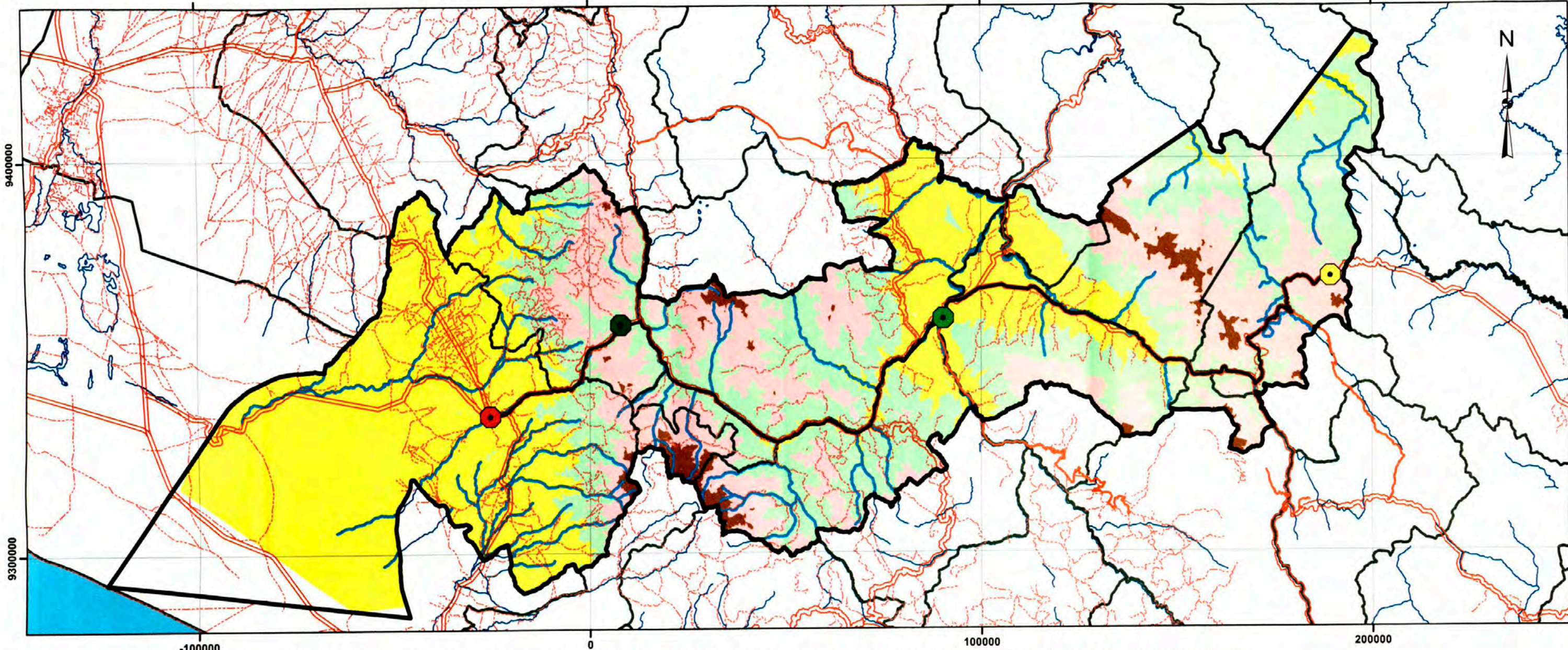
Datos Geodesicos:  
Datum Sudamericano 1956

Datos Cartográficos:  
Proyección Universal Transversal de Mercator  
Huso 17 y 18  
Base Carta Topografica I.G.N 1:100,000

Edición y Cartografía:  
F.N.G.A. - L.M.R.A.

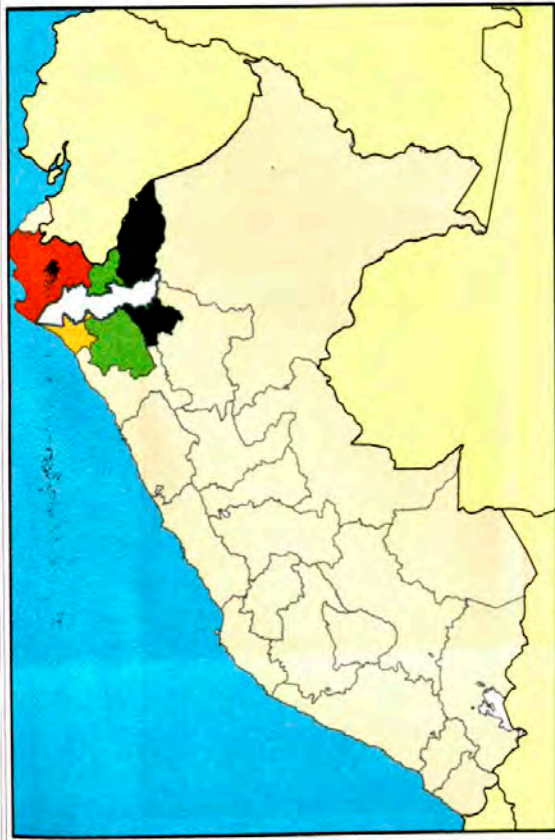
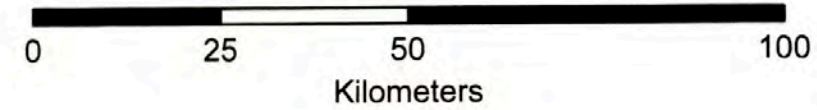
**Universidad Nacional de Ingeniería**





Tesis: Evaluación de la Rentabilidad Social de la Carretera de Penetración Olmos - Corral Quemado - Río Nieva  
Influencia del Medio Físico Externo

1:1,000,000



**GENERALIDADES**

- Area\_influencia
- Inicio Olmos
- Paso de Porculla
- Corral Quemado
- Puente Nieva
- Eje\_carretera
- Vias Nacionales
- Vias Departamentales
- Trochas
- Rios**
- Rios

**ANEXO 2.3 : MAPA TEMÁTICO DE ALTITUDES**

**Leyenda**

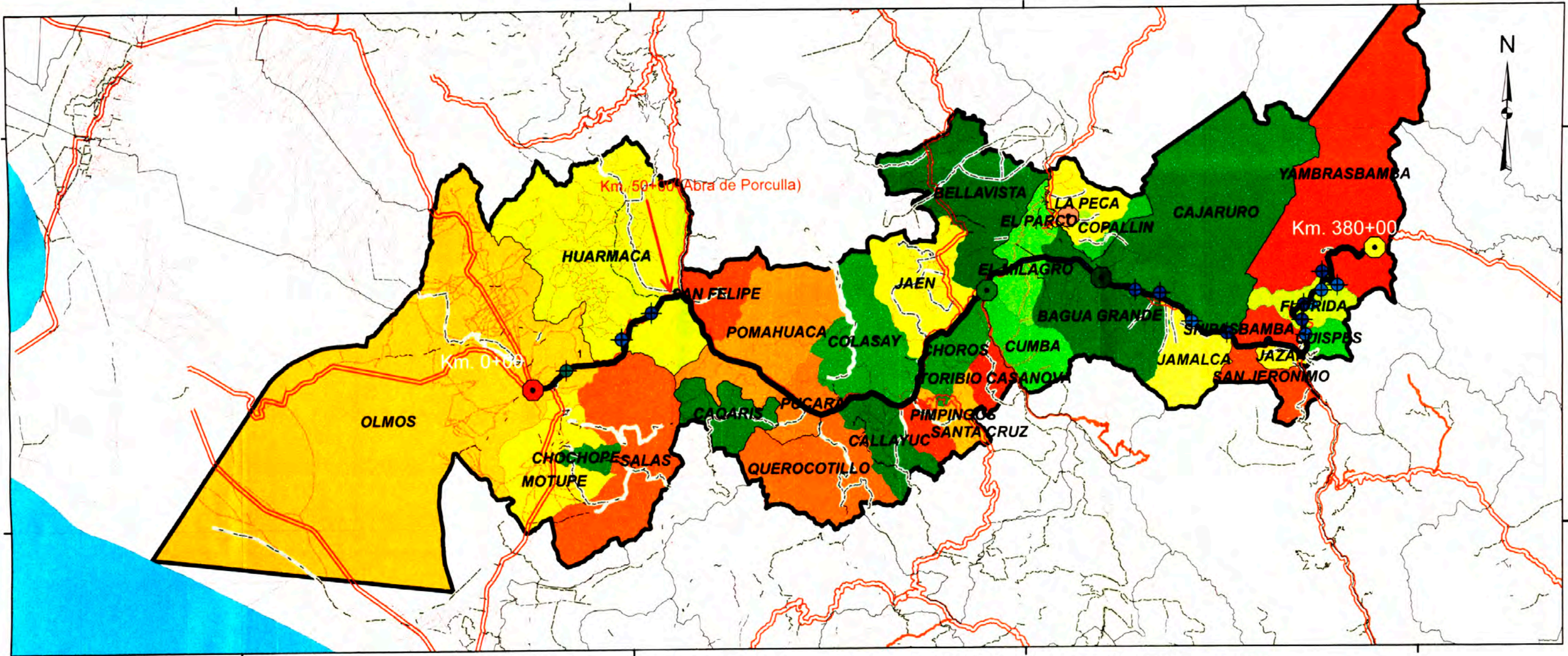
- 0-1000msnm
- 1000-2000msnm
- 2000-3000msnm
- >3000msnm

Datos Geodesicos:  
Datum Sudamericano 1956

Datos Cartográficos:  
Proyección Universal Transversal de Mercator  
Huso 17 y 18  
Base Carta Topografica I.G.N 1:100,000

Edición y Cartografía:  
F.N.G.A. - L.M.R.A.

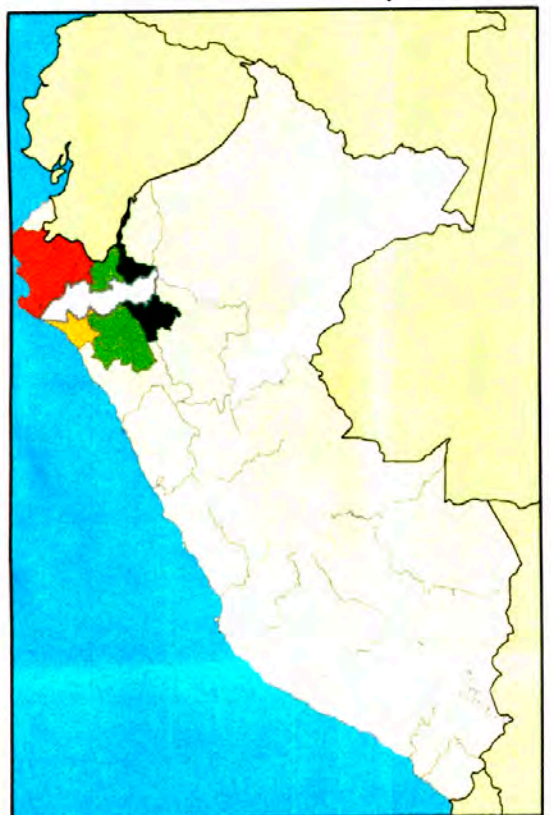
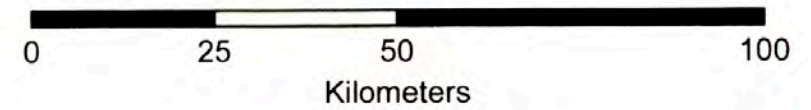




Tesis: Evaluación de la Rentabilidad Social de la Carretera de Penetración Olmos - Corral Quemado - Río Nieva  
Influencia del Medio Físico Externo

1:1,000,000

**ANEXO 2.4 : MAPA TEMÁTICO DE PROCESOS GEODINÁMICOS**



**Leyenda**

- Inicio Olmos
- Corral Quemado
- Puente Nieva
- Bagua Grande
- Bagua Chica
- Eje\_carretera
- Vias Nacionales
- Vias Departamentales
- vecinales
- Trochas
- Area\_influencia

**PROCESOS GEODINÁMICOS EXTERNOS**

- Sedimentación
- Desprendimiento y deslizamiento rotacional
- Derrumbes
- Deslizamiento rotacional y de flujo
- Deslizamiento rotacional

Datos Geodesicos:  
Datum Sudamericano 1956

Datos Cartográficos:  
Proyección Universal Transversal de Mercator  
Huso 17 y 18  
Base Carta Topografica I.G.N 1:100,000

Edición y Cartografía:  
F.N.G.A - L.M.R.A

Fuente: Elaboración Propia  
Datos: MTC 2008 y INEI 2007

**Universidad Nacional de Ingeniería**