

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALURGICA Y GEOGRÁFICA  
E.A.P. DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

# **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  
AUTOR

**Manuel Jesús Aliaga Chavez**  
**LIMA – PERÚ 2003**

## DEDICATORIA

CON TODO EL CARIÑO,  
AGRADECIMIENTO ETERNO Y  
ADMIRACIÓN, A MIS QUERIDOS  
PADRES FERNANDO Y DORILA, POR  
EL ABNEGADO SACRIFICIO PARA  
CUMPLIR CON SU DEBER SUBLIME  
DE EDUCAR A SUS HIJOS.

A MI QUERIDA ESPOSA MERCEDES,  
A MIS HIJOS: JOSE LUIS, FERNANDO  
JAVIER Y MANUEL EDUARDO,  
FUENTE ETERNA DE MIS ALEGRÍAS  
Y PREOCUPACIONES.

A NANDO (CHUCHO), CON EL  
CARIÑO DE CASI HERMANO, POR  
HABER RECORRIDO JUNTOS POR LA  
INMENSA AVENTURA DE LA VIDA.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento eterno al Decano de la Facultad, Ing. Núñez Jara, asimismo, al Director de la Escuela, Ing. Orlando Orbegoso, al distinguido Jurado Ing. José Domínguez, Dr. Néstor Chacón e Ing. Jaime Zegarra. De igual manera a todos y cada uno de mis queridos profesores presentes y ausentes, con emotiva recordancia al Dr. Alejandro Alberca Cevallos e Ing. Eleodoro Bellido Bravo.

Agradezco a los Directivos de la empresa GMI S.A. por las facilidades y oportunidad de participar en este proyecto.

Con inmensa gratitud y admiración, vaya mi agradecimiento infinito al Dr. Alexander Markov, por su orientación, enseñanza y consejos para poder culminar este trabajo, así como en mi vida profesional.

Al Ing<sup>o</sup> Victor Tolentino Iparraguirre, por su constante e invaluable apoyo, así como por sus valiosos aportes y sugerencias para poder desarrollar y culminar este trabajo.

A mi familia y a todas las personas que me apoyaron para el desarrollo del trabajo que por limitaciones de espacio no puedo mencionarlos.

**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN  
DE LA CARRETERA CORRAL QUEMADO – RIO NIEVA  
TRAMO I : PUERTO NARANJITOS – PEDRO RUIZ**

RESUMEN

**CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.**

- 1.1 GENERALIDADES
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 ANTECEDENTES Y ESTUDIOS ANTERIORES
- 1.4 SINTESIS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS
- 1.5 UBICACIÓN, EXTENSION Y ACCESIBILIDAD DE LA ZONA
- 1.6 RELIEVE, CONDICIONES CLIMATICAS E HIDROGRAFIA

**CAPITULO II.- GEOLOGÍA REGIONAL**

**2.1 GEOMORFOLOGÍA**

- 2.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES.
- 2.1.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.
  - 2.1.2.1 ZONAS DE ALTAS CUMBRES
  - 2.1.2.2 ZONAS BAJAS
  - 2.1.2.3 ZONAS INTERMEDIAS
  - 2.1.2.4 CAÑÓN
  - 2.1.2.5 LLANURA ALUVIONAL
  - 2.1.2.6 VALLE ABIERTO
  - 2.1.2.7 DEPRESIÓN DEL SINCLINAL DE BAGUA

**2.2 UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS**

- 2.2.1 COMPLEJO DEL MARAÑÓN

- 2.2.2 GRUPO MITU
- 2.2.3 GRUPO PUCARA
  - 2.2.3.1 FORMACIÓN CHAMBARÁ
  - 2.2.3.2 FORMACIÓN ARAMACHAY
  - 2.2.3.3 FORMACIÓN CONDORSINGA
- 2.2.4 FORMACION CORONTACHACA
- 2.2.5 GRUPO GOYLLARISQUIZGA
- 2.2.6 FORMACION CHULEC
- 2.2.7 GRUPO PULLUICANA
- 2.2.8 GRUPO QUILQUIÑAN
- 2.2.9 FORMACION CAJAMARCA
- 2.2.10 FORMACION CELENDIN
- 2.2.11 FORMACION CHOTA
- 2.2.12 DEPOSITOS CUATERNARIOS
  - 2.212.1 DEPÓSITOS ALUVIALES
  - 2.212.2 DEPÓSITOS COLUVIALES.
  - 2.212.3 DEPÓSITOS PROLUVIALES
- 2.3.13 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS
  - 2.3.13.1 GRANITO

## **2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

- 2.3.1 GENERALIDADES
- 2.3.2 ESTRUCTURAS.
  - 2.3.2.1 LINEAMIENTOS
  - 2.3.2.2 DISCORDANCIAS
  - 2.3.2.3 SOBREECURRIMIENTO
  - 2.3.2.4 FALLAS
  - 2.3.2.5 PLIEGUES
  - 2.3.2.6 FRACTURAS

## **2.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA HISTORIA GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO**

## **CAPITULO III.- GEODINAMICA**

- 3.1 GEODINAMICA INTERNA
- 3.2 GEODINAMICA EXTERNA
  - 3.2.1 BLOQUES CAÍDOS
  - 3.2.2 CHORRERAS
  - 3.2.3 FISURAS
  - 3.2.4 DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS
  - 3.2.5 DERRUMBES
  - 3.2.6 DESLIZAMIENTOS
    - DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
    - DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL
  - 3.2.7 HUAYCOS O FLUJOS
  - 3.2.8 INUNDACIONES
  - 3.2.9 EROSIÓN DE RIBERAS
  - 3.2.10 ASENTAMIENTO
  - 3.2.11 EROSIÓN SUPERFICIAL

## **CAPITULO IV.- GEOTECNIA**

- 4.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 4.1.1 EXPLORACIONES DE CAMPO
    - 4.1.1.1 SONDAJES DIAMANTINOS
    - 4.1.1.2 CALICATAS
  - 4.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO
    - 4.1.2.1 SUELOS
    - 4.1.2.2 ROCAS
- 4.2 ZONIFICACION INGENIERO-GEOLOGICA

#### 4.3 PARAMETROS GEOTECNICOS

### **CAPITULO V.- CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

#### 5.1 CANTERAS

##### 5.1.1 TRABAJOS DE CAMPO

###### 5.1.1.1 CALICATAS Y MUESTREOS

###### 5.1.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

##### 5.1.2 DESCRIPCION DE CANTERAS

##### 5.1.3 CANTERAS DE ROCAS

#### 5.2 FUENTES DE AGUA

### **CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 5.1 CONCLUSIONES

#### 5.2 RECOMENDACIONES

### **ANEXOS :**

1. MAPAS Y SECCIONES GEOLÓGICAS GENERALES
  - PLANO GEOLÓGICO (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS-ESTRUCTURALES  
ESQUEMATICAS
2. REGISTRO DE PERFORACIONES DIAMANTINAS
3. REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS
4. PLANOS Y SECCIONES INGENIERO-GEOLOGICAS (1:1 000)

5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y  
ROCAS

6. ARCHIVO FOTOGRAFICO

BIBLIOGRAFIA



## **R E S U M E N**

La carretera Puerto Naranjitos – Puente Corontachaca forma parte de la carretera Corral Quemado – Río Nieva, específicamente del Tramo I: Corral Quemado – Pedro Ruiz y constituye el acceso principal a la Selva Nor-Oriental del Perú, lo que determina la gran importancia de su transitabilidad.

El área de estudio se ubica al ESE de Bagua Grande; desde Puerto Naranjitos ( Km. 259 + 000) a Puente Corontachaca (Km. 299 + 000) con una longitud total de 40 Km.

Los efectos del fenómeno del Niño 1997 – 1998 y de las intensas lluvias que se han producido en la zona, durante los meses de Febrero y Marzo del año de 1999, han ocasionado daños de consideración en diferentes tramos recientemente terminados de la carretera Corral Quemado – Río Nieva, específicamente en el Tramo I: Corral Quemado – Pedro Ruiz, dentro del sector comprendido entre el Km. 259 y el Km. 299 (próximo al Puente Corontachaca sobre el río Utcubamba).

En general, los daños que se han generado, ha consistido en un aluvión (huayco) de grandes dimensiones en la quebrada El Tingo (Km. 288+800) el mismo que ha ocasionado la destrucción total del puente de concreto armado de 14.0 mts. de luz. El río Utcubamba que discurre en forma paralela a la carretera en el sector mencionado ha afectado por erosión la plataforma de la misma en diferentes sectores. Además de los daños mencionados, se han producido asentamientos de la plataforma asfaltada y terraplenes, deslizamientos, derrumbes y otros daños en diferentes progresivas en el sector antes especificado.

Ante tal evidente problema, se ha creído por conveniente realizar el estudio “Geológico - Geotécnico para la Rehabilitación de la Carretera Naranjitos – Pedro Ruiz”.

En cumplimiento de los requerimientos, objetivos trazados y términos de referencia pertinentes, se ha ejecutado los siguientes trabajos:

- Recopilación y análisis de la información existente.

- Reconocimiento integral en el campo.
- Trabajos de topografía
- Investigación geológica y geotécnica.
- Estudio de suelos y canteras.

La evaluación de las condiciones naturales y el diagnóstico de los fenómenos y eventos ha permitido clasificar todas las deformaciones de la carretera en dos tipos principales:

- A todo lo largo del sector del estudio se presentan deformaciones de carácter local, tales como inestabilidad de taludes superiores e inferiores, socavación de riberas, destrucción de pavimento y obras de arte (muros de contención, alcantarillas, etc.), el desarrollo de las cuales se relaciona con procesos naturales y con procesos constructivos. En los tramos 270 – 273; 274 – 275; 277 278; 292 – 294; 296 – 299, este tipo de fenómenos y eventos se presenta como único y/o dominante.
- En los tramos Km 259 – 270; 273; 275 – 276; 289 – 294; 294 – 296, como fenómeno dominante se presenta deformaciones de gran magnitud, tales como deslizamientos antiguos activados episódicamente por condiciones climatológicas extraordinarias (Fenómeno de El Niño, épocas de lluvias intensas).

Los trabajos ejecutados durante la etapa de investigación, se pueden resumir de la siguiente manera:

- Recopilación y análisis de la información existente, incluyendo estudios anteriores, Carta Geológica Nacional 1:100 000, información de satélite, estudios especiales, etc.
- Reconocimiento del sector de estudio (Naranjitos – Corontachaca), como parte del reconocimiento integral y reconocimiento específico Geotécnico del sector del estudio, incluyendo la evaluación de los principales aspectos de las condiciones geológicas y geotécnicas, la evaluación del estado de la carretera y el inventario de las deformaciones de la misma relacionadas con factores geológicos y geotécnicos.
- Mapeo geológico–estructural del sector basado en la información del satélite, Carta Geológica Nacional 1:100 000, resultados de reconocimiento geotécnico y a las

observaciones directas en el campo. Los resultados del mapeo se presentan en el mapa geológico – estructural (1:50 000).

- Mapeo geotécnico, a escala 1:1000, de los siguiente tramos críticos:

<i>ITEM</i>	<i>PROGRESIVA</i>	<i>SECTOR</i>	<i>LITOLÓGÍA</i>	<i>TIPIFICACION</i>
01	260+640–260+940	Naranjitos	Depósitos de la Formación Celendín	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
02	266+120–266+440	La Caldera	Depósitos coluviales y Fr. Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
03	272+960–273+100	Magunchal	Depósitos coluviales y Fr. Chúlec	Deslizamiento Rotacional
04	275+460–273+740	Aserradero	Depósitos coluviales y Fr. Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
05	276+000–276+160	Aserradero	Depósitos coluviales y Fr. Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
06	289+670–289+920	El Ñul	Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Deslizamiento Rotacional
07	290+110–290+480	El Ñul	Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Deslizamiento Rotacional
08	294+630–294+980	El Ñul	Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Deslizamiento Rotacional
09	294+980–295+485	El Ñul	Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
10	295+485–295+850	El Ñul	Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Deslizamiento Rotacional
11	296+740–296+810		Depósitos coluviales y Gr. Mitu	Derrumbe

- Perforaciones diamantinas con extracción de testigos y control de aguas subterráneas. Para lo cual se han perforado 23 sondeos con longitud total de 636.00 m., ubicados entre el Km. 262 y 299.
- Excavación de calicatas y trincheras con extracción de muestras para ensayos en laboratorio. Los metrados ejecutados hasta la fecha son:

Excavación de calicatas : 52 calicatas, 141.0 ml  
 Excavación de trincheras : 34 trincheras, 256.09 m³

– Ensayos estándar y especiales de laboratorio de las diferentes muestras de suelos extraídos de las calicatas, trincheras y pozos, cuyo resumen se describe de la siguiente manera:

- Granulometría por Tamizado : 55 ensayos
- Granulometría por Sedimentación : 55 ensayos
- Límites de Atterberg : 55 ensayos
- Humedad Natural : 55 ensayos
- Ensayo de Corte Directo : 23 ensayos
- Ensayos de Expansión y Consolidación : 17 ensayos
- Ensayos Triaxiales : 9 ensayos
- Permeabilidad : 6 ensayos

**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN  
DE LA CARRETERA CORRAL QUEMADO – RIO NIEVA  
TRAMO I : PUERTO NARANJITOS – PEDRO RUIZ**

RESUMEN

**CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.**

- 1.1 GENERALIDADES
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 ANTECEDENTES Y ESTUDIOS ANTERIORES
- 1.4 SINTESIS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS
- 1.5 UBICACIÓN, EXTENSION Y ACCESIBILIDAD DE LA ZONA
- 1.6 RELIEVE, CONDICIONES CLIMATICAS E HIDROGRAFIA

**CAPITULO II.- GEOLOGÍA REGIONAL**

**2.1 GEOMORFOLOGÍA**

- 2.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES.
- 2.1.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.
  - 2.1.2.1 ZONAS DE ALTAS CUMBRES
  - 2.1.2.2 ZONAS BAJAS
  - 2.1.2.3 ZONAS INTERMEDIAS
  - 2.1.2.4 CAÑÓN
  - 2.1.2.5 LLANURA ALUVIONAL
  - 2.1.2.6 VALLE ABIERTO
  - 2.1.2.7 DEPRESIÓN DEL SINCLINAL DE BAGUA

**2.2 UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS**

- 2.2.1 COMPLEJO DEL MARAÑÓN

- 2.2.2 GRUPO MITU
- 2.2.3 GRUPO PUCARA
  - 2.2.3.1 FORMACIÓN CHAMBARÁ
  - 2.2.3.2 FORMACIÓN ARAMACHAY
  - 2.2.3.3 FORMACIÓN CONDORSINGA
- 2.2.4 FORMACION CORONTACHACA
- 2.2.5 GRUPO GOYLLARISQUIZGA
- 2.2.6 FORMACION CHULEC
- 2.2.7 GRUPO PULLUICANA
- 2.2.8 GRUPO QUILQUIÑAN
- 2.2.9 FORMACION CAJAMARCA
- 2.2.10 FORMACION CELENDIN
- 2.2.11 FORMACION CHOTA
- 2.2.12 DEPOSITOS CUATERNARIOS
  - 2.212.1 DEPÓSITOS ALUVIALES
  - 2.212.2 DEPÓSITOS COLUVIALES.
  - 2.212.3 DEPÓSITOS PROLUVIALES
- 2.3.13 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS
  - 2.3.13.1 GRANITO

## **2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

- 2.3.1 GENERALIDADES
- 2.3.2 ESTRUCTURAS.
  - 2.3.2.1 LINEAMIENTOS
  - 2.3.2.2 DISCORDANCIAS
  - 2.3.2.3 SOBREECURRIMIENTO
  - 2.3.2.4 FALLAS
  - 2.3.2.5 PLIEGUES
  - 2.3.2.6 FRACTURAS

## **2.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA HISTORIA GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO**

## **CAPITULO III.- GEODINAMICA**

- 3.1 GEODINAMICA INTERNA
- 3.2 GEODINAMICA EXTERNA
  - 3.2.1 BLOQUES CAÍDOS
  - 3.2.2 CHORRERAS
  - 3.2.3 FISURAS
  - 3.2.4 DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS
  - 3.2.5 DERRUMBES
  - 3.2.6 DESLIZAMIENTOS
    - DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
    - DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL
  - 3.2.7 HUAYCOS O FLUJOS
  - 3.2.8 INUNDACIONES
  - 3.2.9 EROSIÓN DE RIBERAS
  - 3.2.10 ASENTAMIENTO
  - 3.2.11 EROSIÓN SUPERFICIAL

## **CAPITULO IV.- GEOTECNIA**

- 4.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 4.1.1 EXPLORACIONES DE CAMPO
    - 4.1.1.1 SONDAJES DIAMANTINOS
    - 4.1.1.2 CALICATAS
  - 4.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO
    - 4.1.2.1 SUELOS
    - 4.1.2.2 ROCAS
- 4.2 ZONIFICACION INGENIERO-GEOLOGICA

#### 4.3 PARAMETROS GEOTECNICOS

### **CAPITULO V.- CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

#### 5.1 CANTERAS

##### 5.1.1 TRABAJOS DE CAMPO

###### 5.1.1.1 CALICATAS Y MUESTREOS

###### 5.1.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

##### 5.1.2 DESCRIPCION DE CANTERAS

##### 5.1.3 CANTERAS DE ROCAS

#### 5.2 FUENTES DE AGUA

### **CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 5.1 CONCLUSIONES

#### 5.2 RECOMENDACIONES

### **ANEXOS :**

1. MAPAS Y SECCIONES GEOLÓGICAS GENERALES
  - PLANO GEOLÓGICO (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS-ESTRUCTURALES  
ESQUEMATICAS
2. REGISTRO DE PERFORACIONES DIAMANTINAS
3. REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS
4. PLANOS Y SECCIONES INGENIERO-GEOLOGICAS (1:1 000)



5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y  
ROCAS

6. ARCHIVO FOTOGRAFICO

BIBLIOGRAFIA

**ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN  
DE LA CARRETERA CORRAL QUEMADO – RIO NIEVA  
TRAMO I : PUERTO NARANJITOS – PEDRO RUIZ**

**CAPITULO I.- INTRODUCCION**

**1.1 GENERALIDADES**

La carretera Puerto Naranjitos – Pedro Ruiz forma parte de la carretera Corral Quemado – Río Nieva, específicamente del Tramo I: Corral Quemado – Pedro Ruiz y constituye el acceso principal a la Selva Nor-Oriental del Perú, lo que determina la gran importancia de su transitabilidad.

La operatividad de la Carretera presenta serias dificultades por estar ubicada en una zona de condiciones naturales complejas, con presencia de procesos hidrodinámicos y geodinámicos (erosión fluvial y pluvial, deslizamientos, derrumbes, huaycos, etc.), que afectan a la carretera en forma permanente, intensificándose los daños durante periodos húmedos tales como los periodos de lluvias intensas y específicamente durante los periodos del Fenómeno del Niño.

El presente informe ha sido preparado sobre la base de las investigaciones de campo realizadas en el periodo de diciembre de 1999 a marzo del 2000.

Debido a los procesos hidrodinámicos existentes que afectan la carretera, las condiciones del terreno se encuentran en un proceso de cambio continuo, será importante tener en cuenta estas condiciones de variación del terreno durante el proceso de construcción.

El punto de inicio del proyecto se encuentra ubicado en el Puerto Naranjitos, frente al Puesto Policial de Control, en el Km. 259 + 000, punto que corresponde a las coordenadas: 9'356,276.45 N - 801,827.12 E.

- 2.2.2 GRUPO MITU
- 2.2.3 GRUPO PUCARA
  - 2.2.3.1 FORMACIÓN CHAMBARÁ
  - 2.2.3.2 FORMACIÓN ARAMACHAY
  - 2.2.3.3 FORMACIÓN CONDORSINGA
- 2.2.4 FORMACION CORONTACHACA
- 2.2.5 GRUPO GOYLLARISQUIZGA
- 2.2.6 FORMACION CHULEC
- 2.2.7 GRUPO PULLUICANA
- 2.2.8 GRUPO QUILQUIÑAN
- 2.2.9 FORMACION CAJAMARCA
- 2.2.10 FORMACION CELENDIN
- 2.2.11 FORMACION CHOTA
- 2.2.12 DEPOSITOS CUATERNARIOS
  - 2.212.1 DEPÓSITOS ALUVIALES
  - 2.212.2 DEPÓSITOS COLUVIALES.
  - 2.212.3 DEPÓSITOS PROLUVIALES
- 2.3.13 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS
  - 2.3.13.1 GRANITO

## **2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

- 2.3.1 GENERALIDADES
- 2.3.2 ESTRUCTURAS.
  - 2.3.2.1 LINEAMIENTOS
  - 2.3.2.2 DISCORDANCIAS
  - 2.3.2.3 SOBREECURRIMIENTO
  - 2.3.2.4 FALLAS
  - 2.3.2.5 PLIEGUES
  - 2.3.2.6 FRACTURAS

## **2.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA HISTORIA GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO**

## **CAPITULO III.- GEODINAMICA**

- 3.1 GEODINAMICA INTERNA
- 3.2 GEODINAMICA EXTERNA
  - 3.2.1 BLOQUES CAÍDOS
  - 3.2.2 CHORRERAS
  - 3.2.3 FISURAS
  - 3.2.4 DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS
  - 3.2.5 DERRUMBES
  - 3.2.6 DESLIZAMIENTOS
    - DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
    - DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL
  - 3.2.7 HUAYCOS O FLUJOS
  - 3.2.8 INUNDACIONES
  - 3.2.9 EROSIÓN DE RIBERAS
  - 3.2.10 ASENTAMIENTO
  - 3.2.11 EROSIÓN SUPERFICIAL

## **CAPITULO IV.- GEOTECNIA**

- 4.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 4.1.1 EXPLORACIONES DE CAMPO
    - 4.1.1.1 SONDAJES DIAMANTINOS
    - 4.1.1.2 CALICATAS
  - 4.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO
    - 4.1.2.1 SUELOS
    - 4.1.2.2 ROCAS
- 4.2 ZONIFICACION INGENIERO-GEOLOGICA

#### 4.3 PARAMETROS GEOTECNICOS

### **CAPITULO V.- CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

#### 5.1 CANTERAS

##### 5.1.1 TRABAJOS DE CAMPO

###### 5.1.1.1 CALICATAS Y MUESTREOS

###### 5.1.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

##### 5.1.2 DESCRIPCION DE CANTERAS

##### 5.1.3 CANTERAS DE ROCAS

#### 5.2 FUENTES DE AGUA

### **CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 5.1 CONCLUSIONES

#### 5.2 RECOMENDACIONES

### **ANEXOS :**

1. MAPAS Y SECCIONES GEOLÓGICAS GENERALES
  - PLANO GEOLÓGICO (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS (1:50 000)
  - SECCIONES GEOLÓGICAS-ESTRUCTURALES  
ESQUEMATICAS
2. REGISTRO DE PERFORACIONES DIAMANTINAS
3. REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS
4. PLANOS Y SECCIONES INGENIERO-GEOLOGICAS (1:1 000)

5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y  
ROCAS

6. ARCHIVO FOTOGRAFICO

BIBLIOGRAFIA

## **1.2 OBJETIVOS**

Los objetivos principales son:

- Obtener información Geológica y geotécnica, incluyendo información litoestratigráfica, geomorfológica, estructural y geodinámica; a fin de permitir la evaluación Geotécnica de la zona del Proyecto.
- Determinar los fenómenos y eventos de origen geológico, clasificar los problemas y elaborar las recomendaciones principales para su solución.
- Identificación de los tramos que presentan mayores problemas geológicos, con la finalidad de formular la implementación de obras de ingeniería, para evitarlas, minimizarlas ó adecuarlas a la problemática existente, mediante diseños específicos.
- Elaborar las investigaciones y ensayos necesarios para sustentar los diseños y estudios necesarios para la rehabilitación de la carretera.

## **1.3 ANTECEDENTES Y ESTUDIOS ANTERIORES**

### **1.3.1 ANTECEDENTES**

Los estudios de Ingeniería de la carretera Corral Quemado – Río Nieva, tramo I Corral Quemado – Pedro Ruiz se desarrollaron en el año de 1966 por la Consultora CPS de Ingeniería S. A. – Gago Tonin S. A. Servicios de Ingeniería Asociados, en el marco general de rehabilitación de carreteras, programadas por el proyecto especial de Rehabilitación de Infraestructura de Transportes del Ministerio de transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. 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.

Los efectos del fenómeno del Niño 1997 – 1998 y de las intensas lluvias que se han producido en la zona, durante los meses de Febrero y Marzo del año de 1999, han ocasionado daños de consideración en diferentes tramos recientemente terminados de la carretera Corral Quemado – Río

Nieva, específicamente en el Tramo I: Corral Quemado – Pedro Ruiz, dentro del sector comprendido entre el Km. 259 y el Km. 299 (próximo al Puente Corontachaca sobre el río Utcubamba).

En general, los daños que se han generado como consecuencia de la Situación de Emergencia producida, ha consistido en un aluvión (huayco) de grandes dimensiones en la quebrada El Tingo (Km. 288+800) el mismo que ha ocasionado la destrucción total del puente de concreto armado de 14.0 mts. de luz así como de los accesos recientemente construidos. El río Utcubamba que discurre en forma paralela a la carretera en el sector mencionado ha afectado por erosión la plataforma de la misma en diferentes sectores. Además de los daños mencionados, se han producido asentamientos de la plataforma asfaltada, deslizamientos, asentamientos de terraplenes, derrumbes y otros daños en diferentes progresivas en el sector antes especificado.

Ante tal evidente problema el sector gubernamental correspondiente, ha creído por conveniente realizar los estudios definitivos a nivel de expediente Técnico de Licitación, para la ejecución de las obras requeridas del Sector “Naranjitos – Puente Corontachaca”.

En cumplimiento de los requerimientos, objetivos trazados y términos de referencia pertinentes, se ha ejecutado los siguientes trabajos:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Reconocimiento integral en el campo.
- Trabajos de topografía
- Estudio Hidrológico.
- Investigación geológica y geotécnica.
- Estudio de suelos, pavimentos y canteras.

La magnitud y carácter del problema realmente encontrado, determinó la necesidad de efectuar un análisis más profundo de la información disponible y evaluar las posibles soluciones del problema con participación de expertos del PRT – PERT, y la necesidad de realizar consultas con entidades y sus expertos.



Las deformaciones en la carretera se presentan con un grado mayor que lo definido en el inventario realizado con anterioridad al presente estudio efectuado por la supervisión, en lugar de los 39 puntos locales de deformaciones se observan casi 100 de estas deformaciones, varias de las cuales conforman intervalos del trazo afectados por erosión fluvial y por procesos geodinámicos, originados por condiciones naturales difíciles y muy complicadas.

La evaluación de las condiciones naturales y el diagnóstico de los fenómenos y eventos ha permitido agrupar todas las deformaciones de la carretera en dos tipos principales:

- A todo lo largo del sector del estudio se presentan deformaciones de carácter local, tales como inestabilidad de taludes exteriores e interiores, socavación de riveras, destrucción de pavimento y obras de arte (muros de contención, alcantarillas, etc.), el desarrollo de las cuales se relaciona con procesos naturales y con procesos constructivos. En los tramos 270 – 273; 274 – 275; 277 278; 292 – 294; 296 – 299, este tipo de fenómenos y eventos se presenta como único y/o dominante.
- En los tramos Km 259 – 270; 273; 275 – 276; 289 – 294; 294 – 296, como fenómeno dominante se presentan deformaciones de gran magnitud, tales como deslizamientos antiguos activados episódicamente por condiciones climatológicas extraordinarias (Fenómeno de El Niño, épocas de lluvias intensas). El desarrollo de estos fenómenos está relacionado en menor grado con la actividad humana.

### **1.3.2 ESTUDIOS ANTERIORES**

En el área no existen trabajos de detalle sin embargo gran parte corresponde a reportes de carácter regional entre los que podemos destacar:

- ❖ Geología de los Cuadrángulos de Báguá Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. Boletín N°

56, Serie A. Carta Geológica Nacional por Agapito Sánchez F. (1995) INGEMMET.

- ❖ Sinopsis de la Geología del Perú por E. Bellido (1969) - INGEMMET.
- ❖ Geodinámica e Ingeniería Geológica. Mapas de Zonificación de riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú – Boletín N° 17. Dirección de Geotécnica (1997) - INGEMMET

#### **1.4 SINTESIS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

Los trabajos ejecutados durante la etapa de investigación, se pueden resumir de la siguiente manera:

- Recopilación y análisis de la información existente, incluyendo estudios anteriores, Carta Geológica Nacional 1:100 000, información de satélite, estudios especiales, etc.
- Reconocimiento del sector de estudio (Naranjitos – Corontachaca), como parte del reconocimiento integral y reconocimiento específico Ingeniero – Geológico del sector del estudio, incluyendo la evaluación de los principales aspectos de las condiciones geológicas y geotécnicas, la evaluación del estado de la carretera y el inventario de las deformaciones de la misma relacionadas con factores geológicos y geotécnicos.
- Mapeo geológico – estructural del sector basado a la información del satélite, Carta Geológica Nacional 1:100 000, resultados de reconocimiento ingeniero – geológico y a las observaciones directas en el campo. Los resultados del mapeo se presentan en el mapa geológico – estructural (1:50 000).
- Mapeo geotécnico, a escala 1:1 000, de los siguiente tramos críticos:

**TRAMOS CRITICOS**

<b>ITEM</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>SECTOR</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>TIPIFICACION</b>
01	260+640–260+940	Naranjitos	Depósitos de la Formación Celendín	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
02	266+120–266+440	La Caldera	Depósitos de la Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
03	272+960–273+100	Magunchal	Depósitos coluviales y Formación Chúlec	Deslizamiento Rotacional
04	275+460–275+740	Aserradero	Depósitos coluviales y Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
05	276+000–276+160	Aserradero	Depósitos coluviales y Formación Quilquiñán	Deslizamiento Rotacional
06	289+670–289+920	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
07	290+110–290+480	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
08	294+630–294+980	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
09	294+980–295+485	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional y de Flujo
10	295+485–295+850	El Ñul	Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Deslizamiento Rotacional
11	296+740– 296+810		Depósitos coluviales y Grupo Mitu	Derrumbe

- Perforaciones diamantinas con extracción de testigos y control de aguas subterráneas. Para lo cual se han perforado 23 sondeos con longitud total de 636.00 m., ubicados entre el Km. 262 y 299.
- Excavación de calicatas y trincheras con extracción de muestras para ensayos en laboratorio. Los metrados ejecutados hasta la fecha son:
  - Excavación de calicatas : 52 calicatas, 141.0 ml
  - Excavación de trincheras : 34 trincheras, 256.09 m<sup>3</sup>
- Ensayos estándar y especiales de laboratorio de las diferentes muestras de suelos extraídos de las calicatas, trincheras y pozos, cuyo resumen se describe de la siguiente manera:

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>
Granulometría por Tamizado	55 ensayos
Granulometría por Sedimentación	55 ensayos
Límites de Atterberg	55 ensayos
Humedad Natural	55 ensayos
Ensayo de Corte Directo	23 ensayos
Ensayos de Expansión y Consolidación	17 ensayos
Ensayos Triaxiales	9 ensayos
Permeabilidad	6 ensayos

**1.5 UBICACIÓN, EXTENSIÓN Y ACCESIBILIDAD DE LA ZONA**

**1.5.1 UBICACIÓN**

El área de estudio se ubica al ESE de Bagua Grande; desde Puerto Naranjitos ( Km. 259 + 000) a Puente Corontachaca (Km. 299 + 000) con una longitud total de 40 Km.

Esta delimitada por las siguientes coordenadas:

N 9'356,000	E 802,000	Puerto Naranjitos
N 9'345,000	E 831,000	Puente Corontachaca

Geográficamente se ubica en las Provincias de Bagua y Bongará del Departamento de Amazonas al NE del Perú. (Plano 01).

**1.5.2 ACCESIBILIDAD**

La red vial que enlaza esta zona, está representada por dos carreteras principales:

- **La Carretera Panamericana.**

Con revestimiento asfáltico. En el Kilómetro 750 de esta carretera, se encuentra la ciudad de Chiclayo. En el kilómetro 869 de la misma, parte hacia el Este la carretera de penetración Olmos - Corral Quemado.

- **La Carretera Olmos – Corral Quemado – Bagua – Puerto Naranjitos – Pedro Ruíz.**

Con revestimiento asfáltico enlaza la vertiente del Pacífico con el Valle del Río Huancabamba, Valle del Río Utcubamba. 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 cuenca del Río Huancabamba, y en la margen derecha del mismo, se ubica el Portal de Entrada del Túnel de Acceso del Proyecto Hidroenergético Olmos.

En el recorrido desde Puerto Naranjitos Prog. 255+000 a Puente Corontachaca Prog. 299+000, destaca los siguientes centros Poblados: Salao, La Caldera, Magunchal, Pueblo Nuevo, Aserradero, El Cerezo, La Tina, Tingo, Tres Marías y La Cascada.

La mayor población se desarrolla en Puerto Naranjitos, Salao y Aserradero.

## **1.6 RELIEVE, CONDICIONES CLIMATICAS E HIDROGRAFIA**

La plataforma actual se sitúa sobre altitudes comprendidas entre 700 a 1,200 m.s.n.m. el cual sigue la margen izquierda del río Utcubamba, en las partes más altas oscila entre 1,200 hasta los 3,000 m.s.n.m.

Desde Bagua Grande las altitudes son bastante bajas llegando desde 400 hasta los 700 m.s.n.m., presentando un valle bastante abierto con drenaje meandriforme hasta el poblado de Aserradero a partir del cual cambia bruscamente debido a controles estructurales de una Falla Inversa llegando a levantar el bloque oriental hasta los 3,000 m.s.n.m. produciendo un valle bastante cerrado y encañonado hasta el Puente Corontachaca.

La actual carretera Naranjitos-Corontachaca discurre por la margen izquierda del río Utcubamba en forma paralela siendo esta última un afluente muy importante a la cuenca del río Marañón.

Entre los tributarios más destacables se considera al río Magunchal que tiene una dirección de sur norte, las otras que se pueden diferenciar son las quebradas: La Tina, Tingo, Aserradero, que se ubican en la margen izquierda del río Utcubamba; mientras por la margen derecha resalta la quebrada de Comboca.

Existen vertientes, considerados como pequeños tributarios, algunos son de agua temporal.

En general podemos considerar un drenaje subparalelo variando a dendrítico irregular.

## **CAPITULO II.- GEOLOGIA REGIONAL**

### **2.1 GEOMORFOLOGIA**

#### **2.1.1 PRINCIPALES AGENTES MODELADORES.**

Los movimientos orogénicos andinos de edad Cretácico-Terciaria han sido los principales responsables del modelado actual de la región con la deformación de las rocas Paleozoicas y Mesozoicas (sinclinal de Bagua), seguido de una extrusión de tobas y piroclásticos de la Formación Llama. Como resultado se tiene elevados promontorios como los cerros de Jamalca, Aserradero, etc.

Posteriormente la acción fluvial aprovechando las zonas de debilidad formadas por fallas tectónicas, ha erosionado la superficie formando amplios valles como el río Utcubamba.

#### **2.1.2 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.**

El área de estudio está caracterizada por dos geoformas dominantes controladas por la falla inversa Aserradero: La parte occidental con superficies onduladas y pendientes suaves, mientras la oriental con relieve abrupto y encañonado. Entre estas dos unidades se distinguen además: Zonas de Altas Cumbres, Zonas Bajas, Zonas Intermedias, Cañón, Llanura Aluvional, Valle abierto y depresión del Sinclinal de Bagua.

##### **2.1.2.1 ZONAS DE ALTAS CUMBRES**

Comprende a las partes más altas del bloque levantado que cruza en dirección de NO-SE con una topografía muy agreste cubiertas por abundante vegetación, sus altitudes pueden llegar hasta los 3,500 m.s.n.m., con un clima moderadamente frígido.

### **2.1.2.2 ZONAS BAJAS**

Las altitudes son menores de 1,200 m.s.n.m.; se observa desde Bagua Grande, Naranjitos hasta el poblado El Salao, caracterizadas por su relieve suave ondulado, con un clima bastante cálido, donde el desarrollo antrópico es bastante notorio.

### **2.1.2.3 ZONAS INTERMEDIAS**

Se describe desde los poblados el Salao hasta Aserradero, comprende un valle moderadamente cerrado con pendientes suaves a moderadas con altitudes que llegan hasta los 1,700 m.s.n.m.

### **2.1.2.4 CAÑÓN**

Se observa desde el Poblado de Aserradero hasta el Puente Corontachaca, desde el punto de vista estructural coincide con el bloque oriental, caracterizado por valles encañonados con fuertes pendientes; ocasionalmente dentro de esta unidad se observan valles ligeramente abiertos.

### **2.1.2.5 LLANURA ALUVIONAL**

Son depósitos acarreados en ambas márgenes del río Utcubamba, constituidos por gravas con bloques heterométricos en matriz arenosa. Son aprovechados para la agricultura principalmente para el sembrío de arroz.

### **2.1.2.6 VALLE ABIERTO**

A partir de la progresiva 278+000 pasando Puerto Naranjitos y Bagua Grande el valle del río Utcubamba se abre creando un drenaje meandriforme, anostomosado, con pendiente suave ondulado. Estructuralmente coincide con el bloque occidental y el Sinclinal de Bagua.



### **2.1.2.7 DEPRESIÓN DEL SINCLINAL DE BAGUA**

Consiste de una superficie ondulada con fondo plano, cortado por la erosión del río Utcubamba.

## **2.2 UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS**

En el área afloran rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas, cuyas edades están comprendidas entre el Neo-proterozóico al Cuaternario reciente.

En este capítulo se describe sobre las unidades litoestratigráficas a fin de obtener una idea regional de la que más adelante se irá a describir localmente, sobre el Sector Puerto Naranjitos-Puente Corontachaca.

### **2.2.1 COMPLEJO DEL MARAÑÓN**

Las rocas más antiguas del área, corresponden al “Complejo del Marañón”, conformada mayormente por rocas metamórficas y de composición *gnéisica*.

Los gneises presentan un reducido afloramiento en el poblado de El Cerezo, entre las progresivas 280+050 a 281+200, por su composición y grado de fracturamiento, constituye una cantera muy importante para las obras a proyectarse, por su rápida extracción; se le clasifica como ortogneises y paragneises asociados ocasionalmente a vetas de cuarzo.

La gran mayoría de gneises presentan claramente dos esquistosidades con orientación variable, en algunos casos pueden distinguirse tres. Las tendencias predominantes de la esquistosidad y bandeamiento son N20° a 40°-O, N-80°-O y N-80°-E.

Los gneises tienen mayormente texturas de tectonitas foliadas y en menor volumen existen texturas controladas por el hábito de los componentes mineralógicos. Los ortogneises son de composición granítica – tonalíticas con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, granate.

### **2.2.2 GRUPO MITU**

El Grupo Mitu consiste esencialmente de rocas clásticas continentales que ocurren en estratos medianos a gruesos y que se diferencian fácilmente por su color rojo morado y su resistencia a la erosión a excepción en lugares donde afloran horizontes de lutitas y limolitas

Está constituida principalmente por areniscas, lodolitas, lutitas en proporción, conglomerados, polimícticos de color rojo morado que ocurren en estratos medios a gruesos, que se caracteriza por su fuerte resistencia erosión.

En la base predominan las areniscas líticas y arcósicas de grano grueso a medio, subangulosas a angulosas, en estratos medios a gruesos ( grosor mayor que 30 cm.), intercaladas con niveles delgados de lodolitas rojas; incrementándose hacia el techo estratos de lodolitas y limolitas rojas sí bien con una proporción importante de areniscas.

La estratificación es media a gruesa, con límites planos y paralelos a ondulados, con estratificación sesgada, laminación paralela, paleocanales y grietas de desecación.

Los afloramientos más accesibles se observan en corte de carretera entre las progresivas 281+200 a 296+560 aguas abajo del Puente Corontachaca en el río Utcubamba; se tienen areniscas rojas en estratos con grosores de 30 cm. a 1 m., muy resistentes a la erosión, que condicionan la forma encañonada del valle.

La base casi siempre constituye una discordancia angular sobre rocas precámbricas, mientras su contacto superior es una discordancia angular con las calizas marinas de la Formación Chambará del Triásico Superior.

### **2.2.3 GRUPO PUCARA**

Para su mejor descripción se ha diferenciado en sus tres formaciones bien caracterizadas.

### 2.2.3.1 FORMACIÓN CHAMBARÁ

Corresponde a la base del Grupo Pucará; litológicamente son calizas de color gris a gris oscura por intemperismo con coloraciones superficiales beige a marrón claro; se les describe como biomicritas, calizas dolomíticas, algunas dolomitas espárticas y calizas micríticas dolomitizadas.

La parte inferior constituida por calizas en capas de 1 a 3 metros de grosor, formadas por estratos que contienen generalmente abundantes nódulos e inclusiones silíceas de forma irregular. Su estratificación es paralela con superficies onduladas e irregulares; las calizas son bastante resistentes, de apariencia maciza, sin embargo en algunos lugares se observan abundantes cuevas y depresiones; se caracteriza por presentar farallones y escarpas empinadas.

La parte superior está constituida por estratos de 10 a 40 cm. de grosor, separados por superficies de estratificación ondulada y regular paralela. En muchos lugares este miembro se encuentra deformado mostrando pliegues regulares del orden de algunas decenas de metros. Las calizas que conforman esta unidad son mayormente micritas y biomicritas con restos de fósiles.

Se describe en las progresivas 280+000 a 280+200 luego entre 281+400 a 285+800, para luego mediante un sobrescurrimento aflore en la progresiva 296+560 a 297+600 cerca al Puente La Cascada.

Entre la progresiva 281+500 a 283+000, presenta inclinaciones de capas bastante fuertes entre 75° a 85° al NE.

El contacto inferior de la Formación Chambará es discordante sobre el Grupo Mitu, se le observa claramente aguas abajo del Puente Corontachaca. Infrayace en concordancia a la Formación Aramachay en todos los lugares donde están presentes las dos unidades.

### **2.2.3.2 FORMACIÓN ARAM ACHAY**

Comprende la parte media del Grupo Pucará; consiste de calizas y limoarcillitas color marrón oscuro, intercaladas con calizas grises a negras, bituminosas, limoarcillitas calcáreas color marrón oscuro en estratos tabulares de 5 a 40 cm. , diferenciables por su menor resistencia a la erosión, superficialmente presentan coloraciones cremas, aspecto terroso, bastante porosas y con baja gravedad específica.

Es una unidad fácilmente reconocible por sus afloramientos menos resistentes a la erosión en comparación con las unidades supra e infrayacentes. Generalmente sobre ella se han desarrollado cultivos y pastos naturales.

Está generalmente limitado por superficies de estratificación planas y paralelas, de modo que en su mayor parte esta formación tiene estratificación tabular.

Está ampliamente distribuida a lo largo del área estudiada que sigue de manera paralela a la Fm. Chambará generalmente en las partes altas. En la progresiva 296+600 a 296+900 se encuentra cubierta por depósitos coluviales.

### **2.2.3.3 FORMACIÓN CONDORSINGA**

Es el tope del Grupo Pucará, se caracteriza por su estratificación delgada en su base, gruesa hacia la parte superior; y su mayor resistencia a la erosión en relación con la unidad infrayacente.

Consiste en una secuencia de calizas micríticas de color gris a beige, generalmente dispuesta en estratos delgados entre 10 a 30 cm. de grosor con superficies de estratificación algo onduladas, paralelas y discontinuas. En algunos casos, tienen intercalaciones de limoarcillitas delgadas con grosores menores de 10 cm. de colores gris claro, verdoso a amarillentas, similar

coloración tienen las calizas en esta localidad. El grosor de este miembro es de 100 m.

La mitad superior la integran calizas micríticas en estratos gruesos de aspecto macizo, similar a aquellas de la Formación Chambará, pero se diferencia porque en general carecen de nódulos de chert, su estratificación es ligeramente más tabular, definida y microscópicamente son calizas grises a grises claras, finas.

En el puente La Cascada dá lugar a una caída de aguas de más de 120 m. de altura. Por control estructural origina una fuente termal de composición azufrosa.

Se observa en la progresiva 296+900 a 297+300, y se describe a ésta formación en contacto fallado con la Fm. Corontachaca.

#### **2.2.4 FORMACION CORONTACHACA**

Su mejor afloramiento se observa en el Puente Corontachaca a 3 Km. al NO de la localidad de Pedro Ruiz; está conformado por afloramientos abruptos y resistentes a la erosión; constituyendo farallones bastante escarpados, produciendo en el valle del río Utcubamba zonas encañonadas.

Es una secuencia constituida por brechas esencialmente calcáreas, conformada por fragmentos angulosos y sub-redondeados de calizas, en una matriz fuertemente cementada de material calcáreo mal seleccionado en estratos medios a gruesos, masivos en partes con horizontes calcáreos muy resistentes.

Se desarrolla entre las progresivas 297+300 a 299+000 (Puente Corontachaca). Esta unidad se encuentra sobreyaciendo en discordancia angular a las calizas de la Formación Condorsinga.

## **2.2.5 GRUPO GOYLLARISQUIZGA**

Consiste de areniscas cuarzosas de colores blancos variando de blanco grisáceo con tonos rojizos a pardos debido al intemperismo; en conjunto forman capas macizas de areniscas separadas por capas menos resistentes que corresponden a limolitas y limoarcillitas grises y verdosas.

La parte inferior de la secuencia consiste mayormente de areniscas y en algunas áreas se encuentran un conglomerado cuarzoso.

Al tope predominan areniscas con ligero incremento importante de limoarcillitas y limolitas grises a verdosas; notándose también una disminución en el grosor de los estratos de areniscas y en el tamaño de los granos; ocasionalmente se pueden encontrar algunos conglomerados polimícticos finos que no exceden 1 metro de grosor.

Sus afloramientos se desarrollan al sur del cauce actual del río Utcubamba a una distancia entre 17 a 20 Km.

## **2.2.6 FORMACION CHULEC**

Se distingue claramente por su constitución litológica de calizas, margas beige cremas a grises, que ocurren en estratos delgados de 5 a 30 cm. de grosor; usualmente están intercaladas con capas gruesas de limoarcillitas grises a gris verdosas con meteorización a modo de nódulos algo redondeados e irregulares; las superficies de estratificación son onduladas, hacia la parte superior las calizas pueden ser tabulares en estratos delgados.

La secuencia Chulec es diferenciable por su coloración crema en superficie y por su menor resistencia a la erosión, en general la estratificación es paralela.

Se describe en el poblado de Magunchal entre las progresivas 270+200 a 273+870.

Las calizas son micríticas a biomicríticas con abundantes micro y macrofósiles.

### **2.2.7 GRUPO PULLUICANA**

Consiste de calizas nodulares, con estratificación de límites ondulados que ocurren característicamente en estratos gruesos, generalmente mayores de 50 cm.

Es una unidad que se caracteriza por formar farallones escarpados y pronunciados muy resistentes a erosión, donde destacan las calizas macizas.

Se desarrolla en ambos márgenes del Sinclinal de Bagua, siguiendo de manera paralela a los estratos adyacentes del cretáceo.

En la carretera actual entre Magunchal y Pueblo Nuevo se presenta en la progresiva 273+870 a 274+900 en estratos medios a gruesos, muy resistente.

### **2.2.8 GRUPO QUILQUIÑAN**

Esta unidad es fácilmente distinguible por su relieve suave, constituido por limoarcillitas, lutitas grises y verdosas intercaladas con estratos delgados de calizas nodulares y margas que generan un relieve suave ondulado, superficialmente muestran una coloración crema a marrón claro.

Los mejores afloramientos de tal unidad se hallan en los flancos del pliegue Sinclinal de Bagua suprayace concordantemente al Grupo Pulluicana e infrayace a la Formación Cajamarca.

Es una unidad que tiene condiciones geotécnicas muy malas para obras civiles, más aun si tiene condiciones geodinámicas y controles estructurales muy difíciles.

Se describe en el poblado La Caldera progresiva 266+000 a 269+900, luego entre Pueblo Nuevo y Aserradero entre las progresivas 274+900 a 277+240 donde la plataforma se observa bastante afectado por fenómenos de geodinámica externa, con deslizamientos en flujo activo apoyados con hundimientos en plataforma y con fuerte erosión de riberas.

## **2.2.9 FORMACION CAJAMARCA**

Al igual que el Grupo Pulluicana se caracteriza por presentar geoformas a manera de farallones escarpados que sobresalen en la superficie actual en forma de cornisas resistentes a la erosión. Consiste de calizas macizas, finas, micríticas y biomicríticas de color gris a pardo claro, con intercalaciones muy delgadas de calizas arcillíticas que contienen fósiles en estratos gruesos de 50 cm. , a más de 1 m. de grosor con superficies de estratificación ondulada.

En el trayecto de la carretera se observa en la progresiva 265+500 a 266+000. En la Cuenca de Bagua, la Formación Cajamarca no excede los 100 m. de grosor, suprayace a la Formación Quilquiñan e infrayace a la Formación Celendín.

## **2.2.10 FORMACION CELENDIN**

Consiste de margas, lutitas parcialmente de color amarillo ocre, limoarcillitas grises y algunas calizas nodulares gris a beige, en estratos delgados menores de 60 cm. de grosor; forman suelos arcillo limosos de color pardo amarillento claro, bastante erosionables, que cubren elevaciones suaves.

Por su constitución litológica es una unidad que reúne condiciones geotécnicas muy malas para obras de ingeniería.

Tiene amplia distribución de la ciudad de Bagua Grande hasta el poblado de El Salao.

Desde la progresiva 259+000 a 265+500, comprendido entre Puerto Naranjitos hasta antes del poblado La Caldera, la plataforma se encuentra en pésimo estado por problemas litológicos y de deslizamiento en flujo, erosión de riberas, apoyados por inclinación de estratos de 15° a 20° favorables al socavamiento del río Utcubamba.

Suprayace concordantemente a la Fm. Cajamarca, mientras con la Fm. Chota suprayacente presenta aparente transición.



## **2.2.11 FORMACION CHOTA**

Constituye el núcleo del Sinclinal de Bagua; consiste de areniscas, lutitas, limoarcillitas y lodolitas de coloraciones rojo moradas a púrpura variando a verdosas en estratos medios a delgados.

Tiene distribución en la margen derecha del río Utcubamba desde la altura del poblado El Salao hasta Bagua Grande, con un espesor promedio de 300 m.; reúne condiciones geotécnicas para una variante.

Es de naturaleza transicional y está representada por 3 a 4 m. de capas rojas areniscosas y algo calcáreas, con intercalaciones de niveles limoarcillitas calcáreas.

Está constituida por dos miembros: El inferior consiste de lutitas y lodolitas rojas intercaladas con estratos de areniscas y micro conglomeráticas; algunos conglomerados finos tienen fragmentos de costras de algas y forman capas macizas.

El miembro superior es más conspicuo y diferenciable, tiene estratos con espesores entre 25 a 40 cms; está conformado mayormente por conglomerados finos y areniscas rojas.

## **2.2.12 DEPOSITOS CUATERNARIOS**

### **2.2.12.1 DEPÓSITOS ALUVIALES**

Son producto de la meteorización y erosión de los afloramientos y/o depósitos antiguos que han sido trasladados constantemente por la corriente de ríos principales y permanentes, en las partes más bajas forma terrazas. La mayoría de estos depósitos son utilizados como campos de cultivo que se desarrolla desde el poblado de Aserradero - Puerto Naranjitos - Bagua con abundante sembrío de arrozales.

Constituidas por gravas arenosas y gravas areno-limosas, mal graduadas, inconsolidadas, con fragmentos redondeadas a sub-redondeadas de bloques, bolones y clastos en matriz arenosa.

Se desarrolla cerca al poblado El Salao progresiva 265+500 hacia el Oeste (Bagua Grande).

#### **2.2.12.2 DEPÓSITOS COLUVIALES.**

Es producto de la meteorización mayormente física, resultante principalmente de la gravedad o por movimientos sísmicos. Está constituido por fragmentos rocosos en las laderas de los cerros.

#### **2.2.12.3 DEPÓSITOS PROLUVIALES**

Son depósitos provenientes de corrientes temporales de agua y lluvias, ocasionando acumulación de fragmentos rocosos y lodos a manera de conos de deyección en su desembocadura.

Constituidos por gravas areno limosas y gravas limo arcillosas. Cuando es a manera de flujos de lodo, su composición es limo arcilloso.

### **2.3.13 ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS**

#### **2.3.13.1 GRANITO**

Constituye un porcentaje reducido con respecto a las rocas sedimentarias que se desarrolla próximo a la falla inversa de Aserradero a manera de un cuerpo granítico de textura holocristalina de grano medio a grueso, equigranular, cuyos componentes principales son ortosa, perlitita, cuarzo, plagioclasa, biotita escasa, se le describe como un sienogranito a monzogranito.

Se le distingue por su color gris claro, su estructura maciza, textura holocristalina, isotrópica de grano medio a grueso; en donde sus componentes principales son feldespato potásico,

plagioclasa y micas, están ligeramente alterados. El grado de fracturamiento es moderado.

Se observa desde la progresiva 278+650 a 279+500 entre los poblados de Aserradero y El Cerezo.

## 2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

### 2.3.1 GENERALIDADES

El Tramo I : Corral Quemado – Pedro Ruiz, de manera especial el Sector Naranjitos - Puente Corontachaca, está controlada por lineamientos, fallas, pliegues que modelan el paisaje actual.

Sobre la base de imágenes de satélite Landsat - TM con su respectivo control de campo se ha podido determinar, dos bloques bien definidos que se separan desde el centro poblado Aserradero.

**Bloque Oriental.-** Caracterizada por su morfología agreste, formando superficies empinadas con valles bastante cerrados y encañonados. Litológicamente está constituida por rocas precambrianas (gneis), ubicada en el caserío El Cerezo; areniscas rojas del Grupo Mitu que conforma el núcleo de un meganticlinal limitados desde la progresiva 281+200 hasta 296+560, en ambos flancos se encuentra el Grupo Pucará con mayor desarrollo en la ruta hacia el Puente Corontachaca, asimismo en la margen derecha del río Utcubamba donde tiene mayor amplitud las calizas de la Formación Chambará, Aramachay y Condorsinga, mientras las calizas brechosas de la Fm. Corontachaca se presenta en ambos lados del Puente del mismo nombre.

Estructuralmente se caracteriza por presentar lineamientos de dirección N-05°-10°-E, N15°-O y N-40°-O y E-O, los cuales controlan los cambios bruscos del río Utcubamba y tributarios variando de Oeste a Este hasta el poblado Aserradero.

Las fallas son de carácter gravitacional menores de 5 km. de dirección N 20°-30°-O; mientras los pliegues son asimétricos generalmente formados en las calizas del Pucará.

**Bloque Occidental.**- Corresponde desde Bagua Grande - Naranjitos hasta El Aserradero, donde se muestra un paisaje plano-ondulado, con valles abiertos y pendientes de cerros con suave inclinación. El cauce del río Utcubamba se desarrolla de forma meandriforme con acumulaciones de depósitos aluviales en ambas márgenes.

Las rocas aflorantes corresponden en gran parte a rocas cretácicas conformando el cierre sur-oriental del megasinclinal de Bagua, siendo la base cuarcitas del Grupo Goyllarisquizga, seguidas de calizas de las Fm. Chúlec y Pulluicana; encima lutitas de Fm. Quilquiñan, en concordancia se describe calizas de la Fm. Cajamarca y cerrando al tope la Fm. Celendín constituida por lutitas intercaladas con horizontes de calizas.

En la margen derecha del río Utcubamba se desarrolla la Fm. Chota que constituye el núcleo del Sinclinal de Bagua, caracterizada por areniscas rojas con intercalaciones de lutitas que reúne mayores condiciones geotécnicas para desarrollar una variante.

Estructuralmente conforma el Sinclinal de Bagua cuyo cierre se trunca a manera de una falla inversa de forma irregular que se desarrolla en el poblado de Aserradero.

## **2.3.2 ESTRUCTURAS.**

Entre las principales estructuras de orden regional se distingue:

### **2.3.2.1 LINEAMIENTOS**

Se considera a estructuras mayor de 5 km. que se desarrollan principalmente en el bloque levantado diferenciándose cuatro direcciones predominantes:

- N- 05°- 10° - E
- N-15° - O
- N- 10° - O
- E - O

**Lineamiento Naranjitos.-** Se ubica a 2.5 Km. al Oeste del Puerto de Naranjitos, tiene una dirección de sur a norte N-20°-O a N-10°-O con una longitud a 14 Km., corta lutitas de la Fm. Quilquiñan, calizas de la Fm. Cajamarca y lutitas de la Fm. Celendín; coincide con la quebrada Honda no afecta a la carretera.

**Lineamiento Huillarán.-** Se ubica al SO de Magunchal, tiene una longitud de 12 km. con una dirección de N-30°-35°-E, controla íntegramente a calizas de la Fm. Chúlec y Pulluicana sus prolongaciones al norte coinciden con la zona de deslizamiento en la progresiva 273+ 000, el cual no es debido a este control estructural; se debe a condiciones litológicas (lutitas y calizas) y erosión de riberas.

**Lineamiento Magunchal.-** Tiene una longitud de 13 Km. coincide con el cauce del río Magunchal, con una dirección de N-05° a 10°-O, controla íntegramente a calizas de la Fm. Chúlec. Se considera una falla de rumbo de carácter sinistral. No afecta a la plataforma.

**Lineamiento La Tina.-** Se desarrolla al Oeste de la quebrada La Tina a una distancia de 1 Km., controla a las areniscas rojo moradas del Grupo Mitu y calizas de la Fm. Chambará. Tiene un rumbo de N-15°-O, con rumbo tipo dextral. A consecuencia de la estructura el río Utcubamba cambia el cauce de OE hacia a N-15°-E, coincidiendo con la trayectoria del río Utcubamba.

**Lineamiento Comboca.-** Es una estructura mayor de 30 Km. que tiene dirección de sur a norte entre N-30°-O variando a N-50°-O, controla al grupo Mitu y calizas de las Fms. Chambará, Condorsinga y Corontachaca, asimismo lutitas y calizas de Fm. Aramachay.

**Lineamiento Panamá I y II.-** Son dos estructuras paralelas que se desarrollan entre las progresivas 291+ 000 y 294+ 500 respectivamente, Panamá I tiene una longitud de 13 km. y

movimiento sinestral; mientras Panamá II de 6 Km. movimiento dextral, con una dirección de N-07°-10°-E y controla a las areniscas moradas del Grupo Mitu; asimismo el cambio brusco del cauce actual del río Utcubamba en un tramo de 1 km.

**Lineamiento La Cascada.**- Se presenta en el Puente La Cascada con una longitud de 10 km. y dirección de N10°-O, controla las brechas de la Fm. Corontachaca y calizas de la Fm. Condorsinga.

### **2.3.2.2 DISCORDANCIAS**

En la margen derecha del río Utcubamba frente a la progresiva 293+000 se observa claramente el contacto suprayacente de la Fm. Chambará sobre las areniscas del Grupo Mitu en “discordancia angular”.

### **2.3.2.3 SOBREECURRIMIENTO**

Se describe en la Progresiva 286+890, donde las areniscas rojo moradas del Grupo Mitu, ocasionan un sobreescorrimento de bajo ángulo, sobre las calizas de la Formación Chambará. No afectará a la plataforma.

### **2.3.2.4 FALLAS**

Las fallas consideradas en la zona de estudio tienen longitudes menores de 5 Km. y se desarrollan con mayor cantidad en el bloque levantado cuyas dos direcciones predominantes son:

- Primer Orden : N - 20°-30° - O
- Segundo Orden : N - 25°-35° - E

La falla inversa de Aserradero es la estructura más importante que controla al área de estudio en el distrito de Aserradero, se divide en dos bloques: oriental (levantado) con relieve abrupto y

escarpado y occidental (hundido) con relieve suave ondulado. No representa mayor peligro para los taludes del trazo.

#### **2.3.2.5 PLIEGUES**

La mayor estructura tipo sinclinal se desarrolla en la cuenca de Bagua, el cual corresponde a sinclinal asimétrico con flancos de rocas Cretácicas, areniscas y calizas, mientras el núcleo corresponde a areniscas, lutitas rojas de la Fm. Chota.

#### **2.3.2.6 FRACTURAS**

El grado de fracturamiento es variable en todo el Sector, siendo las unidades con mayor intensidad en:

**Complejo del Maraón.**- Constituida por gneis siendo el grado de fracturamiento mala a muy mala, se describe en la progresiva 280+776.

**Formación Chambará.**- Algunos horizontes de calizas fracturadas de condiciones regular a malas, se observan generalmente en zonas donde el tectonismo fue intenso Ejm. Progresivas 296+560 a 297+500.

**Grupo Mitu.**- Principalmente los niveles pelíticos (Lutitas, limolitas), llegando a mala a muy mala. Ejm. 294+600 a 295+300. En la progresiva 293+400, se produce fallamiento de origen gravitacional, escalonada con regular fracturamiento.

**Formación Chúlec.**- Algunos horizontes de calizas margosas se caracterizan por su alto grado de fracturamiento. Ejm. 272+950 a 273+107. Próximo al Puente Magunchal existe moderado fracturamiento en calizas ocasionado por corte de talud.

**Formación Quilquiñan.**- Por su misma composición litológica de lutitas y margas son bastante malas a muy malas para obras de ingeniería. Se observa desde la Caldera progresiva 266+000

hasta 269+900 y entre Pueblo Nuevo y Aserradero progresivas 274+900 a 277+000, respectivamente.

**Formación Celendín.**- Tiene características similares a la Fm. Quilquiñan, pero con mayor contenido de lutitas, limoarcillitas, margas y arcillas, los que hacen su mala calidad de cemento para obras. Desde Puerto Naranjitos (255+000 ) hasta 265+500.

El rumbo de los estratos en el flanco sur-occidental del Sinclinal de Bagua es N-60° a 75°-O con inclinación de 15° a 20° al NE, en algunos casos con pendientes favorables pero sin condiciones litológicas apropiadas. (Ejm. Fm. Celendín, Quilquiñan).

En el lado oriental a partir de Aserradero, el rumbo de los estratos es variable a consecuencia de controles estructurales, pero sin embargo resalta un rumbo promedio de N-70°-80°-O, con fuertes pendientes, en algunos casos pasando el límite permisible, ocurre generalmente en los valles encañonados.

## 2.4 GEOLOGIA HISTORICA

Las características geológicas encontradas en la zona revelan que las rocas más antiguas son metamórficas resultantes de los procesos de metamorfismo regional de grado moderado a fuerte que tuvieron lugar durante el Neoproterozoico, con características de un metamorfismo policíclico, que al parecer afectó a secuencias sedimentarias pelítico-samíticas asociadas con formaciones volcánicas, dando como resultado esquistos gnéisicos, esquistos micáceos y grafiticos con metasedimentitas hacia el exterior del Complejo Maraón.

Las rocas del Paleozoico inferior fueron plegadas y levantadas en el lapso Devoniáno superior – Carbonífero Inferior (Fase Eorciniana) produciéndose una regresión; dando lugar a que el relieve de aquel entonces sea sometido a una erosión intensa que recortó a las rocas del Paleozoico inferior a tal grado, que las sedimentitas mayormente continentales del Carbonífero inferior descansan sobre las rocas proterozoicas y del Paleozoico inferior. Inmediatamente después de la deformación eoherciniana, hubo una etapa importante de magmatismo calco-



alcalino, durante el que se emplazaron los plutones que se encuentran en zonas aledañas al área de estudio.

A la sedimentación continental del Carbonífero le siguió una actividad volcánica que se manifiesta como piroclásticos, flujos lávicos, brechas y subvolcánicos mayormente félsicos, asociada con esfuerzos distensivos que dieron lugar a la cuenca donde se acumularon las calizas del Grupo Copacabana; con posterioridad a la sedimentación marina del Permiano inferior se produjo un levantamiento con leve deformación (Fase Tardiherciniana) dando lugar a la acumulación de capas rojas continentales del Grupo Mitu conformado por areniscas, lodolitas y conglomerados, que se depositaron durante el Permiano superior y posiblemente el Triásico inferior.

En el Triásico superior se produjo la subsidencia del continente y una transgresión, que dio lugar a la sedimentación marina a partir del Noriano, tiempo en el cual se inició la acumulación del Grupo Pucará, constituido por litofácies de plataforma y cuenca; la misma que perduro hasta el Jurásico inferior.

A partir del Jurásico medio se manifiesta la presencia de un arco volcánico hacia el Oeste de la cuenca mesozoica, que está representada mayormente por volcanitas y piroclásticos de la Formación Oyotún; asociado con esta fase distensiva se produjo el ascenso del bloque marañón ocasionando el levantamiento y erosión del grupo Pucará dando lugar a la acumulación de depósitos de piedemonte o escombros de talud, que constituyen las brechas de la Formación Corantachaca, mayormente a lo largo del flanco oriental del bloque Marañón.

Los dispositivos paleogeográficos sobre los cuales se produjo la sedimentación cretácea fueron controlados mayormente por movimientos oscilatorios verticales de franjas alargadas que correspondían a bloques hundidos y levantados que individualizaron la cuenca y altos sobre los que se acumularon las secuencias silíceo-clásticas (Grupo Goyllarisquisga) del Cretáceo inferior. Luego se depositaron concordantemente las calizas y material detrítico de las unidades, Inca, Chúlec, Pariatambo durante el Albiano y las formaciones Pulluicana, Quilquiñán, Cajamarca, Celendín del Cretáceo superior.

Culminado la sedimentación marina del Cretáceo superior se produjo un levantamiento que originó una fuerte erosión y acumulación de capas rojas continentales de la Formación Chota.

La sedimentación continental continuó hasta el Neógeno inferior (Mioceno), lapso en que se depositaron los sedimentos continentales de la Formación el Milagro. Sin embargo, la formación Cajaruro representa la acumulación en mares residuales o lagos, durante el Paleoceno inferior al Eoceno; al que le siguieron las lodolitas y algunas ruditas rojas que constituyen el mayor volumen de la Formación el Milagro y que estuvieron vinculados al predominio de una fase compresiva (Fase Inca del Eoceno terminal) que deformó a las secuencias infrayacentes y levantó aun más la parte de la Cordillera Oriental, acentuando los altos y bajos estructurales relacionados a pliegues anticlinales y sinclinales, respectivamente.

La sedimentación clástica continuó durante el Neógeno produciéndose algunos cambios en su granulometría vinculados a la intensidad de los procesos exógenos, específicamente durante el Mioceno inferior.

## **CAPITULO III.- GEODINAMICA**

### **3.1 GENERALIDADES**

El Perú por su ubicación geográfica frente a la subducción de la Placa de Nazca debajo de la de Sudamérica la que es causante de la actividad sísmica y volcánica, lo cual determina que nuestro país esté sujeto a procesos geodinámicos como deslizamientos, derrumbes, huaycos, aluviones, inundaciones, sismos y actividad volcánica etc.

Asimismo nuestro territorio está sujeto a los efectos del denominado fenómeno “El Niño” que al producir un calentamiento de las aguas frente a nuestra costa, origina fuertes lluvias que destruye la infraestructura vial, produce inundaciones y deslizamientos de terrenos, destruye viviendas hasta origina pérdidas humanas e interrupciones en la actividad productiva.

El presente informe permite señalar la necesidad de considerar los procesos geodinámicos que pueden provocar daños y sus posibles soluciones y recomendaciones del Sector Naranjitos - Corontachaca, dentro del Estudio Definitivo de la Carretera Corral Quemado – Pedro Ruiz.

El estudio ha permitido observar que ocurren fenómenos de geodinámica externa cuyos indicios se manifiestan por las escarpas en forma de “ arco “ en los taludes, dejados por los derrumbes; las cavidades y huellas en forma de escarpas dejadas por los desprendimientos de rocas ( caídas de bloques ), asimismo “ chorreras “ de mediana magnitud.

Estos fenómenos modifican constantemente la morfología de manera que condicionan parcialmente o totalmente el proyecto. Se acentúan en los meses de Enero a Marzo coincidiendo con las altas precipitaciones pluviales.

En algunos sectores, los afloramientos y las acumulaciones de inconsolidados se hallan con valores de ángulo de pendiente superior al límite crítico para su

estabilidad, generándose como consecuencia por este factor, los desprendimientos de rocas ( caídas de bloques ), derrumbes y remociones masivas.

El factor clima en sus diferentes variaciones de precipitación, temperatura, humedad y altitud, influye en el drenaje superficial generando flujos de lodo y huaycos; por intenso intemperismo físico y químico generan inestabilidades en masas rocosas y en los depósitos inconsolidados.

Asimismo las características litológicas del substrato rocoso que generalmente es de roca sedimentaria tienen diferentes comportamientos frente a los agentes erosivos que generan la desestabilización de los taludes originando los desprendimientos de rocas (caída de bloques), remociones masivas, derrumbes, reptación de suelos.

Mientras los factores estructurales como la frecuencia, densidad y orientación geométrica de las discontinuidades como fracturas, fallas y estratificación, cuyos rumbos y buzamientos condicionan la formación de cuñas y bloques inestables los que causan los desprendimientos de rocas (caída de bloques) y derrumbes.

### **3.2 GEODINAMICA INTERNA**

La interacción entre la Placa Oceánica de Nazca con la Placa Continental Sudamericana determinan la zona de subducción a lo largo de la Costa del Perú; la cual produce reajustes corticales que originan los sismos.

Dentro del mapa de riesgo sísmico del Instituto Geofísico del Perú, el área de estudio registra sismos de intensidades moderadas a altas, con sismos probables de 6° a 8° en la escala de Richter (Magnitud), por lo que es probable su influencia en procesos geodinámicos.

### **3.3 GEODINAMICA EXTERNA**

Los procesos y evolución de los fenómenos de geodinámica externa en el área de estudio están condicionados por los siguientes factores.

### **3.3.1 Bloques Caídos**

Son remociones masivas y activas de fragmentos y escombros rocosos, pendiente abajo, depositados en forma irregular, por efecto de la gravedad, las lluvias y el grado de fracturamiento del macizo rocoso.

El tamaño de los bloques es variable de un lugar a otro, siendo un promedio de 0.50 a 1.00 m.

### **3.3.2 Chorreras**

Son torrentes menores de aguas turbias viscosas, que ocurren en surcos divagantes o rectos siguiendo las laderas y la fuerte pendiente, cuyo origen se debe a las precipitaciones pluviales y posterior sobresaturación de suelos. Se diferencia de los huaycos por su menor volumen, magnitud y escurrimiento en surcos.

### **3.3.3 Fisuras**

Son rajaduras y/o resquebrajamientos que ocurren en la plataforma actual. Son producidas por pérdidas de soporte lateral, erosión de riberas, reptación de suelos, deslizamientos activos, derrumbes o por simple hundimiento en plataforma. En el Sector Naranjitos - Puente Corontachaca se manifiesta en diferentes magnitudes.

### **3.3.4 Desprendimientos de Rocas**

Es el movimiento violento de bloques y fragmentos rocosos pendiente abajo que se desprende de un talud empinado o farallón a lo largo de una superficie en la cual se produce poco o ningún desplazamiento de corte. Esta masa desciende principalmente en caída libre por el aire, rebotando o rodando, con movimientos muy rápidos que pueden o no haber sido precedidos por otros movimientos. Este fenómeno está asociado al fracturamiento, como al grado de meteorización y alteración de los macizos rocosos .

Favorecen además para la ocurrencia de estos desprendimientos:

- La acción de la gravedad y movimiento sísmico.
- Precipitaciones pluviales intensas.
- Fuerte pendiente en los taludes y densidad de fracturamiento de las rocas.
- Pérdida de resistencia en los planos de discontinuidad.
- Estos fenómenos se presentan generalmente bajo las siguientes condiciones:
- Taludes naturales subverticales o verticales (sumamente empinados).
- Taludes naturales conformados por roca recubierta con detritos y/o terrazas aluviales.
- Taludes naturales constituidos por estratos alternados de rocas resistentes con rocas blandas y degradables.
- Taludes de corte en los cuales se ha hecho excesivo uso de explosivos produciendo fracturamiento no controlados y/o interconexión de éstos.
- Taludes socavados por erosión en la base.
- Movimientos sísmicos.

### **3.3.5 Derrumbes**

Son caídas repentinas de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante. No presenta planos o superficies de deslizamiento.

Se producen bajo las siguientes situaciones:

- Presencia de grandes bloques o masas rocosas cuyo sistema de estratificación o fracturamiento se encuentra en situación desfavorable con relación a la inclinación del talud.
- Modificación de la geometría de un talud natural.
- Socavamiento o disgregación de los estratos en que se apoya una masa rocosa fracturada.
- Zonas de debilidad.
- Precipitación pluvial, infiltración de agua.

- Ocurrencia de movimientos sísmicos que provocan el oscilamiento de la masa rocosa fracturada.
- Erosión de la base en bancos de materiales sedimentarios o detríticos medianamente consolidados o en rocas metamórficas.
- Remoción de elementos naturales de contención en el proceso de excavación o corte para la construcción de obras viales.
- Socavamiento del pie del talud inferior.

### **3.3.6 Deslizamientos**

Son movimientos gravitacionales de masas de roca o suelo que se deslizan sobre una o varias superficies de rotura al superar la resistencia cortante en estos planos. Es característico la presencia de planos de rotura a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento.

Existen dos tipos de deslizamientos, sin embargo para los efectos del presente trabajo se ha considerado: Rotacional y Traslacional.

#### **Deslizamiento Rotacional**

Ocurre a través de superficies curvas que pueden ser o no circulares. Este tipo de deslizamiento es típico de la zona, desarrollándose en la pared, corona de los taludes y bermas de la plataforma. Presenta áreas de forma elíptica con superficies cóncavas orientadas, con su eje mayor, hacia el fondo de las quebradas.

Se ubica estratigráficamente en el nivel gravo-arenoso y se desarrolla progresivamente hacia las coronas de los taludes, conforme adquieren mayor pendiente por la erosión regresiva originada por la escorrentía superficial. A este factor se asocia la acumulación en la berma de agua producto de la precipitación pluvial, la cual se infiltra por las grietas de tensión hacia el cuerpo interno de los taludes originando la fuga de los elementos finos (arenas y limos); y dado que éstas áreas están libres de confinamiento lateral, originan en última instancia el desprendimiento en bloques de la pared talud.

Los ejemplos más comunes de deslizamientos rotacionales, son los asentamientos con escasa deformación que ocurren por desplazamientos a lo largo de una superficie de ruptura que tiene forma curva y cóncava hacia arriba, lo que indica que el movimiento es producido por un conjunto de fuerzas que generan un momento de volteo alrededor de un punto situado por encima del centro de gravedad de la masa.

Las grietas visibles son concéntricas en planta y cóncavas hacia la dirección del movimiento. La superficie inferior suele adoptar forma similar a la que deja una cuchara en una masa blanda.

### **Deslizamiento Traslacional**

En este tipo de movimiento la masa se mueve hacia afuera o hacia adentro y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada, sin mostrar la tendencia de giro hacia atrás, característica de los deslizamientos rotacionales.

La diferencia entre los deslizamientos rotacionales y traslacionales es sumamente importante para determinar las medidas de control, ya que los primeros pueden llegar a estabilizarse por sí solos al restablecerse la condición de equilibrio, en tanto que los otros pueden continuar indefinidamente si la inclinación del talud tiene una pendiente pronunciada.

Las probabilidades de ocurrencia de deslizamientos se incrementa bajo las siguientes condiciones:

- Pérdida de soporte natural de talud natural.
- Presencia de superficies debilitadas tales como fallas, juntas, planos de asientos inconsistentes, etc.
- Variaciones de la resistencia al esfuerzo cortante entre los planos de estratificación o superficies de asiento de capas de detritos y la roca firme u otros materiales.
- Sobresaturación del terreno por agua.
- Desintegración gradual e hidratación de afloramientos rocosos.
- Alteración del sistema de equilibrio al disminuir las fuerzas que se oponen al movimiento por excavaciones de taludes.



- Acción de la gravedad.
- Intercalación de estratos competentes a incompetentes.
- Alteración del equilibrio al incrementarse las fuerzas que tienden a movilizar la masa, debido a la colocación de un relleno a media ladera.
- Procesos violentos de licuefacción o reducción de la resistencia al esfuerzo cortante por movimientos sísmicos.

Por las características geométricas (alturas y pendientes) de los promontorios la erosión regresiva se concentra al pie de los taludes ocasionando que éstos adquieran mayor inclinación, a consecuencia de ello el nivel arcilloso desarrolla un lento movimiento, ladera abajo, de la costra superficial (conformada además por la cobertura vegetal de árboles y arbustos).

Este tipo de deslizamiento origina la pérdida de la cobertura protectora vegetal trayendo como consecuencia que aflore el nivel areno - limoso con la consiguiente ocurrencia del deslizamiento rotacional y erosión superficial.

### **3.3.7 Huaycos o Flujos**

Son movimientos de masas, más o menos rápidos, característicos de materiales sin cohesión combinados con aguas de lluvia, que se vienen arrastrando a lo largo de un cauce (para nuestro caso quebradas), materiales heterométricos desde suelos finos hasta inmensos bloques de roca.

Las causas principales que originan estos movimientos son:

- Fuertes precipitaciones pluviales.
- Meteorización que favorezca el aporte de materiales detríticos a los cauces y quebradas.
- Suelos inestables.
- Acumulaciones de suelos sobre una quebrada.
- Pendiente acentuada de laderas y los cauces de las quebradas.
- Escasa vegetación que dé protección de laderas y retarde el desplazamiento de las aguas superficiales.

- Quebradas o cursos de agua donde existen materiales no consolidados y sin cohesión.

Dentro de la clasificación general propuesta, recibe esta denominación un fenómeno combinado que podría calificarse como flujo avalancha, debido a la forma intempestiva y violenta en que se desencadena el movimiento, aunque sin perder las características de flujo viscoso.

La masa en movimiento está compuesta por aguas turbias y turbulentas, lodo y barro en rápido movimiento, portando elementos sólidos de diversos tamaños y bloques de rocas provenientes de las nacientes de los cursos de agua en áreas interfluviales, o que han sido removidos por la masa durante su trayecto.

### **3.3.8 Inundaciones**

Son los desbordes laterales de ríos y lagos que cubren temporalmente los terrenos bajos adyacentes a sus riberas u orillas, llamadas zonas inundables. Se produce del Puerto Naranjitos al Salao.

Las causas principales son:

- Aumento considerable del caudal de un río por intensas precipitaciones pluviales.
- Obstrucción del lecho y desvío del agua fuera de su curso normal.
- Acumulación periódica de materiales sobre el río.
- Invasión de los terrenos dejados por el río.
- Incremento del nivel de las aguas de un lago o laguna originado por intensas precipitaciones pluviales.

### **3.3.9 Erosión de Riberas**

Originada por la acción de los ríos o corrientes de aguas eventuales, que tiene lugar en los periodos de creciente o época de lluvias y consiste en el socavamiento de los taludes en las orillas por efecto de desgaste e impacto que producen las partículas sólidas acarreadas por el agua, en la base de dichos taludes.

Estos fenómenos se pueden advertir principalmente en la margen izquierda del río Utcubamba; se distribuye de manera irregular (ver mapas geológicos).

### **3.3.10 Asentamiento**

Es originado por la pérdida de soporte en la base, que puede ser ocasionada por un material incompetente del substrato o por la constante erosión de riberas. Los factores condicionantes son las constantes lluvias, suelos incompetentes, presencia de material evaporítico o cavernas subterráneas.

En lo que corresponde al trazo Naranjitos - Corontachaca se debe principalmente al constante socavamiento del río Utcubamba; material incompetente, asimismo a la inclinación de estratos de manera favorable al plano de deslizamiento.

Ocurre por partes entre las progresivas 259+000 a 265+000, luego en el Km. 273+000 y finalmente entre 275+000 a 276+000. (Ver mapas geológicos).

### **3.3.11 Erosión Superficial**

El flujo natural de las aguas superficiales es frecuentemente alterado por la construcción de las obras viales y no siempre se da la debida atención a las obras de encauzamiento necesarias. Estas aguas no controladas al descender por taludes de materiales finos no consolidados, producen intensa erosión superficial que puede traducirse en problemas graves de sedimentación aguas abajo, así como la pérdida de estabilidad de los taludes situados por encima del vértice erosionado.

## **CAPITULO IV.- GEOTECNIA**

### **4.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las investigaciones geotécnicas fueron elaboradas como parte de las investigaciones geológicas y geotécnicas, con el objetivo de obtener la información necesaria para el desarrollo del Estudio, y ha comprendido los trabajos de: perforaciones diamantinas con recuperación de muestras de roca (testigos) y excavación de calicatas.

#### **4.1.1 SONDAJES DIAMANTINOS**

Fueron ejecutadas por el método rotativo con recuperación continua de testigos, usando coronas diamantadas y agua con bentonita como fluido de refrigeración, siguiendo las normas de Diamond Core Drilling Manufacture Asociation, (D. C. M. A.), además de haber tenido en cuenta las especificaciones técnicas pertinentes.

Con la finalidad de obtener la máxima recuperación posible de testigos y de mayor representatividad, se han aplicado criterios técnicos adecuados, algunos de los cuales se mencionan a manera de referencias:

- Se observó que el ritmo de penetración no fuera superior a la velocidad de corte del tubo exterior, es decir la presión fue mínima.
- La velocidad de rotación alcanzada estuvo en función de las características del material, evitando causar fracturamiento o trituración.
- La longitud de corrida siempre fue menor que la longitud del muestreador, evitando en lo posible que la muestra sea comprimida

Durante los trabajos de perforación y de acuerdo a las características de suelos y rocas se han presentado las siguientes características técnicas de perforación:

**CUADRO N° 4-1**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PERFORACION**

AVANCES	SUELOS	ROCAS
- Récord de perforación	- Clase de suelo	- Tipo Litológico
- Recuperación	- Composición	- RQD
	- Granulométrica	- Grado de Alteración
	- Humedad Natural	- Grado de Dureza
	- Densidad	- Grado de
	- Materia Orgánica	- Fracturamiento
		- Calidad del Macizo

Para lograr los objetivos trazados y de acuerdo a las condiciones del terreno, se perforaron 24 sondajes con una longitud total de 636.10 m. La relación de perforación se presenta en el cuadro adjunto y el Formato del registro de Perforación en el anexo respectivo

**4.1.2 CALICATAS**

Se perforaron un total de 34 calicatas, cuyas características principales son las siguientes:

- Método : Manual, a cielo abierto con toma de muestras alteradas e inalteradas.
- Sección : 1.0 x 1.50 m
- Profundidad : 1.50 a 3.00 m
- Registro : Clase de suelo, composición granulométrica, humedad natural, densidad, materia orgánica

Por otro lado permitieron la obtención de muestras alteradas e inalteradas para ser enviadas al laboratorio para los ensayos respectivos y conocer sus propiedades físico - mecánicas.

En el cuadro N° 01 se resume las calicatas ejecutadas y la relación de las respectivas muestras alteradas e inalteradas obtenidas.

## RELACION DE PERFORACIONES DIAMANTINAS

ITEM	CODIGO DE SONDAJE	FENOMENO GEOLÓGICO	PROFUNDIDAD ml		FECHA		DIAMETRO FINAL	PRUEBAS INSITU
			PROG.	EJEC.	INICIO	FIN		
01	SDN - 01	DESLIZAMIENTO	30.0	30.0	03/07/02	05/07/02	NX	
02	SDN - 02	DESLIZAMIENTO	50.0	50.0	08/07/02	14/07/02	NX	
03	SDN - 02 A	DESLIZAMIENTO	50.0	50.0	15/07/99	18/07/99	NX	
04	SDN - 03	DESLIZAMIENTO	40.0	20.0	27/07/02	07/08/02	NX	
05	SDN - 04	DESLIZAMIENTO	40.0	30.0	06/08/02	07/08/02	NX	
06	SDN - 05	DESLIZAMIENTO	35.0	35.0	05/08/02	17/08/02	NX	
07	SDN - 06	DESLIZAMIENTO	40.0	30.0	20/08/02	21/08/02	NX	
08	SDN - 07	DESLIZAMIENTO	50.0	25.0	27/08/02	29/08/02	NX	
09	SDN - 08	DESLIZAMIENTO	40.0	40.0	21/08/02	24/08/02	NX	
10	SDN - 09	PUENTE TINGO	10.0	10.0	30/08/02	31/08/02	NX	
11	SDN - 10	PUENTE TINGO	10.0	15.0	03/09/02	06/09/02	NX	
12	SDN - 11	PUENTE TINGO	10.0	10.0	31/08/02	02/09/02	NX	
13	SDN - 12	TRAMO EROSIONADO	10.0	15.0	07/01/00	08/01/00	NX	
14	SDN - 13	TRAMO EROSIONADO	10.0	18.0	08/09/02	09/09/02	NX	
15	SDN - 15	TRAMO EROSIONADO	10.0	10.0	10/09/02	12/09/02	NX	
16	SDN - 16	TRAMO HUNDIDO	30.0	35.0	14/09/02	22/09/02	NX	
17	SDN - 17	TRAMO HUNDIDO	30.0	35.0	23/09/02	27/09/02	NX	
18	SDN - 18	TRAMO HUNDIDO	35.0	35.0	10/10/02	12/10/02	NX	
19	SDN - 19	TRAMO HUNDIDO	40.0	30.0	13/10/02	15/10/02	NX	
20	SDN - 20	DESLIZAMIENTO	30.0	30.0	28/10/02	04/11/02	NX	SHELBY
21	SDN - 21	DESLIZAMIENTO	30.0	28.0	15/09/02	18/09/02	NX	SHELBY
22	SDN - 22	DESLIZAMIENTO	30.0	20.0	18/09/02	19/09/02	NX	SHELBY
23	SDN - 23	DESLIZAMIENTO	0.0	35.0	20/09/02	21/09/02	NX	SHELBY
<b>T O T A L :</b>			<b>660.0</b>	<b>636.0</b>				

**TRINCHERAS DE INVESTIGACION GEOTÉCNICAS**

<b>PROGRESIVA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
295+560	T - 01	8.00
295+200	T - 02	8.00
294+890	T - 03	9.00
294+600	T - 04	7.50
293+970	T - 05	6.00
290+230	T - 06	9.00
289+690	T - 07	7.50
284+320	T - 08	6.75
280+450	T - 09	6.00
280+000	T - 10	6.75
279+500	T - 11	30.00
278+070	T - 12	8.00
276+100	T - 13	8.00
275+540	T - 14	8.00
275+240	T - 15	9.00
273+000	T - 16	7.50
272+860	T - 17	7.50
270+380	T - 18	7.50
269+424	T - 19	7.50
269+250	T - 20	5.00
268+560	T - 21	7.50
266+860	T - 22	7.50
266+300	T - 23	7.50
266+000	T - 24	0.00
264+200	T - 25	7.50
262+900	T - 26	7.50
262+310	T - 27	5.00
262+080	T - 28	5.00
260+820	T - 29	7.50
260+600	T - 30	6.00
260+300	T - 31	0.00
260+050	T - 32	7.50
259+340	T - 33	7.50
259+400	T - 34	8.40
<b>TOTAL</b>		<b>256.90</b>

## CALICATAS DE INVESTIGACION GEOTÉCNICAS

PROGRESIVA	CODIGO	PROFUND
297+700	CA - 01	3.0
296+580	CA - 02	3.0
296+230	CA - 03	3.0
295+560	CA - 04	3.0
294+830	CA - 05	3.0
293+970	CA - 06	1.0
293+235	CA - 07	0.0
292+705	CA - 08	3.0
291+855	CA - 09	2.6
290+240	CA - 10	3.0
285+670	CA - 11	3.0
285+540	CA - 12	2.5
284+410	CA - 13	3.0
284+000	CA - 14	3.0
280+520	CA - 15	3.5
280+000	CA - 16	3.0
279+580	CA - 17	2.5
278+920	CA - 18	3.0
278+420	CA - 19	2.0
278+330	CA - 20	2.0
278+060	CA - 21	3.0
276+100	CA - 22	3.3
275+540	CA - 23	2.0
275+240	CA - 24	3.0
275+000	CA - 25	3.0
273+000	CA - 26	3.0
272+860	CA - 27	3.0
270+380	CA - 28	3.1
269+860	CA - 29	3.0
269+424	CA - 30	3.0
269+250	CA - 31	3.1
268+560	CA - 32	2.6
266+860	CA - 33	3.0
266+300	CA - 34	2.5
266+000	CA - 35	3.0
266+000	CA - 36	0.0
265+000	CA - 37	3.0
264+590	CA - 38	2.5
263+965	CA - 39	3.0
262+860	CA - 40	2.5
262+240	CA - 41	3.0
262+000	CA - 42	2.5
260+820	CA - 43	3.0
260+820	CA - 43 A	3.0
260+600	CA - 44	3.0
260+480	CA - 45	3.1
260+300	CA - 46	3.0
260+035	CA - 47	3.0
260+035	CA - 47 A	3.0
259+900	CA - 48	2.5
259+340	CA - 49	2.5
259+300	CA - 50	2.7
<b>TOTAL</b>		<b>141.0</b>



## 4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

La evaluación de las características ingeniero - geológicas de los suelos y rocas, presentes en la zona del proyecto fue realizada en la fase de los ensayos de mecánica de suelos de las muestras alteradas e inalteradas tomadas tanto en las calicatas como en las perforaciones rotativas.

### 4.2.1 SUELOS

Los ensayos de mecánica de suelos, ejecutados en los Laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, han incluido los siguientes:

**CUADRO N° 4-5**

#### ENSAYOS DE LABORATORIO Y NORMAS

ENSAYO	NORMA
Granulometría por Tamizado y por Sedimentación	ASTM D2216 – D421 D422 – D427 – D2487
Limites de Atterberg	ASTM – D4318
Densidad y Humedad Natural	ASTM – D2937
Compresión no Confinada	ASTM – D2166
Corte Directo	ASTM – D3080
Expansión ó Asentamiento	ASTM – D4546 – Método A
Consolidación	ASTM – D2435
Compresión Triaxial no consolidada y no drenada	ASTM – D2850
Permeabilidad	ASTM – D5084 –90

El número total de ensayos ejecutados, así como los resultados de las propiedades físico-mecánico, agrupadas por tramos y tipos de suelos se presenta en el Cuadro N° 4 - 7.

### 4.2.2 ROCAS

Los resultados de los ensayos de mecánica de rocas, agrupados por tipos litológicos, se presenta en el Cuadro N° 4 - 6 y se describe a continuación:

### **Areniscas del Grupo Mitu**

Este tipo litológico presenta valores promedios de Peso Especifico 2.57 gr/cm<sup>3</sup>, Porosidad de 1.87 % y Absorción de 0.95 %.

De igual manera estas rocas se caracterizan por su alta resistencia a la compresión: Promedio 1,063 kg/ cm<sup>2</sup> y máximo 1,847 kg/cm<sup>2</sup>.

En la zona de alteración la porosidad aumenta hasta 4% y la absorción hasta 2%

### **Calizas de la Formación Chimú**

Los valores característicos para este tipo litológico son: Peso Especifico 2.66 gr/cm<sup>3</sup>, Porosidad 1.3 %, Absorción 0.78 % y Resistencia a la Compresión 1,063 kg./cm y máximo 1,847 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Calizas de la Formación Quilquiñán.**

Estas rocas se caracterizan con valores promedios de: Peso Especifico, fuera de la zona de alteración, de 2.48 gr/cm<sup>3</sup> y Porosidad 9.4 % .

### **Lutitas de la Formación Celendín**

Las rocas no alteradas se caracterizan con Peso Volumétrico 2.57 gr/cm<sup>3</sup> , Porosidad 9.4 gr/cm<sup>3</sup> y resistencia baja de 48 gr/cm<sup>2</sup>

## **4.3 ZONIFICACION GEOTECNICA**

### **4.3.1 TRAMO I.- Km. 259+000 - Km. 270+000**

Se puede afirmar que en forma general que todo este tramo presenta condiciones geotécnicas muy difíciles.

Litológicamente este tramo esta conformado por una secuencia con intercalaciones de margas, lutitas parcialmente de color amarillo ocre, limoarcillitas grises y algunas calizas nodulares gris a beiges, en estratos

delgados menores de 60 cm. de grosor pertenecientes a la Formación Celendín; que por efecto de la alteración y/o erosión forman suelos arcillo limosos de color pardo amarillento claro, bastante erosionables, que cubren elevaciones suaves.

Los suelos de acuerdo a su composición granulométrica presentan alto contenido de la fracción limo – arcillosa (promedio 63.50% y máximo 95%), con Límite Líquido promedio de 46.80%, y tienen las siguientes propiedades físico – mecánicas:

▸ □ Límite Líquido	:	46.80	
▸ □ Límite Plástico	:	19.60	
▸ □ Índice de Plasticidad	:	26.32	
▸ □ Corte Directo			
$\phi$	:	18° - 35°	
c	:	0.10 – 0.60	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Compresión Triaxial			
Fuera de la zona de falla			
$\phi$	:	19.90°	
c	:	0.97	kg/cm <sup>2</sup>
En la zona de falla			
$\phi$	:	4.90°	
c	:	0.50	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Densidad Natural Seca	:	1.59 – 1.70	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Humedad Natural	:	10 – 20	%
▸ □ Compresión No Confinada	:	0.4 – 0.8	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Expansión Libre	:	4.15	%
▸ □ Permeabilidad	:	3.1 E-08	cm/sg

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con suelos similares en otros proyectos, se considera que los parámetros físicos y de resistencia de los suelos en el sector afectado por agrietamientos son las siguientes:

Densidad Natural ( $\gamma_n$ )	=	1.7 Tn/m <sup>3</sup>
Cohesión (Resistencia Drenada) C'	=	10 Tn/m <sup>2</sup>
Angulo Fricción (Resistencia Drenada) $\phi'$	=	20°

De lo expuesto, se considera que los movimientos geodinámicos del talud superior son originados por los siguientes factores:

- Altas pendientes de los taludes de suelos arcillo gravosos.
- Masas de suelos arcillo gravosos, saturados, de baja resistencia al corte.

En forma general este tramo, se caracteriza por la presencia de grandes deslizamientos activos y semiestables. Específicamente se presentan hasta tres deslizamientos localizados en los siguientes sectores:

**Prog. 260+640 – 260+760 y Prog. 260+800 – 260+940**

Estos tramos están conformados por material coluvial y de flujo producto de la descomposición por intemperismo de las lutitas de la Formación Celendín, caracterizado por su naturaleza arcillosa, muy plástica, material fácilmente erosionable que al contacto con el agua forma fácilmente flujos de lodo.

Se trata de deslizamientos tipo rotacional y de flujo, originados en condiciones de saturación.

La pendiente promedio de los taludes es tendida del orden de los 15° a 18° en la parte baja y 24° en la parte alta.

La zona afectada, entre los dos tramos, tiene una longitud aproximada de 260.0 mts. habiendo causado la destrucción y colapso de la carretera con desplazamiento de la misma, ocurriendo la interrupción de la carretera continuamente especialmente ante la presencia de lluvias.

**Prog. 266+120 - 266+440.**

Está conformado por material coluvial arcillosos con inclusiones de grava y de bloques calcáreos de hasta 30 cm. de diámetro, provenientes de la alteración por intemperismo de las rocas de la Formación Celendín.

Se trata de un deslizamiento tipo rotacional, que ha sido activado como consecuencia del aumento del caudal del río Utcubamba el cual ha provocado la erosión del pie del talud inferior dejando sin soporte a la masa superior que ha colapsado, produciendo a su vez destrucción de un buen tramo de carretera.

De igual manera este tramo presenta pequeños sectores cuyos taludes son rocosos (Prog. 265+600 – 265+980 y Prog. 269+900 – 270+00)

conformado por calizas de la Formación Quilquiñán, en estratos medios a gruesos, con dirección N 50° E y buzamiento de 20° NW; en términos generales estos sectores son estables.

#### 4.3.2 TRAMO II.- Km. 270+000 - Km. 273+00

De acuerdo al grado de condiciones ingeniero – geológicas, a este tramo se puede considerar como REGULAR.

En este sector el río Utcubamba presenta un valle bien desarrollado y amplio. En parte la carretera se desarrolla en una ladera rocosa con pendiente fuertes hasta escarpadas, del orden de los 50° a 70° y de 20 a 30 mts. de altura y en parte en depositos coluviales y deluviales.

Los tramos rocosos están conformados por rocas del Grupo Pullicana, que consisten en calizas nodulares, con límites ondulados que ocurren característicamente en estratos gruesos, generalmente mayores de 50 cm. con dirección N50°E y buzamiento de 10° NO. Es una unidad que se caracteriza por formar farallones escarpados y pronunciados muy resistentes a la erosión, donde destacan las calizas macizas.

Los depósitos coluviales y deluviales están constituidos por material gravo-arcillosos con algunas capas localizadas de arcilla de alta plasticidad. Estos suelos presentan las siguientes propiedades físico-mecánicas:

▸ □ Índice de Plasticidad	:	19.37	
▸ □ Corte Directo			
φ	:	33.20°	
c	:	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Compresión Triaxial			
Fuera de la zona de falla			
φ	:	17°	
c	:	0.82	kg/cm <sup>2</sup>
En la zona de falla			
φ	:	6.20°	
c	:	0.85	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Densidad Natural Seca	:	1.72	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Humedad Natural	:	7.79 %	
▸ □ Compresión No Confinada	:	1.62 – 3.65	kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Expansión Libre	:	7.4 %	
▸ □ Presión de Expansión	:	1.36	kg/cm <sup>2</sup>

En términos generales este sector se puede considerar estable, salvo en algunos lugares puntuales que se presentan desprendimientos de bloques rocosos especialmente del talud superior.

#### **4.3.3 TRAMO III.- Km. 273+000 - Km. 275+000**

Se puede considerar un tramo con condiciones ingeniero-geológicas DIFICILES.

En forma general este tramo se caracteriza por sus laderas suaves y tendidas.

Litológicamente está conformado por depósitos coluviales clasificados como gravas, arenas y arcillas de baja plasticidad (GC, SM, SL)

Las características que presentan estos suelos se pueden resumir de la siguiente manera:

▸ $w_p$	=	19.0	%
▸ $\rho_{ds}$ Densidad Natural Seca	=	1.70	gr/cm <sup>3</sup>
▸ $w$ Humedad Natural	=	7.79	%
▸ $\phi$	=	20° - 27°	
▸ $c$	=	0.48 - 0.60	kg/cm <sup>2</sup>

De igual forma en algunos sectores de este tramo ( Prog. 274+300 – 274+570), existen taludes formados por afloramientos rocosos mayormente de caliza de la Formación Pulluicana, de capas delgadas y dirección N25°E y buzamiento de 25° SE.

#### **4.3.4 TRAMO IV.- Km. 275+000 - Km. 276+000**

Se caracteriza por la presencia de depósitos coluviales y deluviales derivados de la descomposición de las rocas (limolitas, lutitas y margas) de la Formación Celendín, lo que ha determinado su alto contenido de la fracción limo – arcillosa (35 % promedio)

Las características principales de estos suelos son las siguientes:

▸ $\square$ LI	=	44%
▸ $\square$ Ip	=	25.74%
▸ $\square$ Densidad Natural Seca	=	1.80 - 1.86gr/cm <sup>3</sup>
▸ $\square$ Humedad Natural	=	6.57 %
▸ $\square$ Contenido de Humedad	=	15 - 17 %
▸ $\square$ $\phi$	=	20° - 24°
▸ $\square$ c	=	0.25 - 0.30 Kg/cm <sup>2</sup>
▸ $\square$ Expansión Libre	=	7.4 %
▸ $\square$ Presión de Expansión	=	0.6kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.3.5 TRAMO V.- Km. 276+000 - 289+000

Se puede afirmar que en forma general todo este tramo, presenta condiciones REGULARES desde el punto de vista geotécnico.

En esta parte el río presenta un valle ancho y desarrollado con baja pendiente, la carretera atraviesa una ladera de pendiente entre, conformada por depósitos aluviales con estribo empinados de roca.

Las rocas se presentan fracturadas y alteradas, por lo que es común encontrar zonas localizadas afectadas por desprendimientos de bloques cuyo tamaño es controlado por tres principales sistemas de fracturas.

Se caracteriza por desarrollar una ladera de fuerte pendiente a escarpada conformada por roca y depósitos coluviales.

Los taludes rocosos están conformados por granito grueso de coloración rosado, muy fracturado y alterado (Prog. 278+800 – 274+570 , Prog. 280+660 – 280+776 y Prog. 280+780 – 281+000). Calizas de la Formación Chambará (Prog. 280+060 – 280+340, Prog. 283+500 – 283+940 y Prog. 285+500 – 285+650) que se presentan en estratos delgados a medios con dirección N20°O y buzamiento 55° NE, moderadamente fracturada; y conglomerados gruesos, masivos del Grupo Mitu, muy resistente (Prog. 288+330 – 288+500, Prog. 288+850 – 289+000). .

Los suelos en este tramo en su mayoría se clasifican como gravas arcillosas (GC) y gravas limosas, con contenido de gravas 51 %, arena 30 % y fracción limo-arcillosa 19 % (promedio), de igual manera estos suelos presentan las siguientes propiedades:

▸ $\gamma_d$ Densidad Natural Seca	=	1.76gr/cm <sup>3</sup>
▸ $w$ Humedad Natural	=	1 – 5 %
▸ $q_u$ Compresión No Confinada	=	0.89kg/cm <sup>2</sup>
▸ $\phi$	=	17.10°
▸ $c$	=	0.15
▸ $e$ Expansión Libre	=	0.7 – 5 %
▸ $p_e$ Presión de Expansión	=	0.14 – 0.7 kg/cm <sup>2</sup>

Por otra parte, teniendo en cuenta los tipos de suelos identificados, y los resultados de ensayos de resistencia obtenidos con suelos similares en otros proyectos, se considera que estos suelos tienen los siguientes parámetros físicos y de resistencia.

Densidad Natural ( $\gamma_n$ )	=	1.8 Tn/m <sup>3</sup>
Cohesión (Resistencia Drenada) $c'$	=	2 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo Fricción (Resistencia Drenada) $\phi'$	=	26°

Mientras que la capa de suelo en el nivel superior conformada por arcillas gravosas tiene los siguientes parámetros geotécnicos:

Densidad Natural ( $\gamma_n$ )	=	1.8 Tn/m <sup>3</sup>
Cohesión (Resistencia Drenada) $C'$	=	2 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo Fricción (Resistencia Drenada) $\phi'$	=	26°

Los factores principales que ocasionan la falla de los taludes son:

- Presencia de suelos arcillosos saturados de baja resistencia durante los períodos de lluvias.
- Taludes de fuerte pendiente de los suelos arcillosos saturados



Este tramo se encuentra afectado por dos grandes deslizamientos:

- □ Deslizamiento Prog.: 275+460 – 275+740.- Conformado por material coluvial arcillo-limoso, la longitud total afectada es de 300 m., la pendiente de es de, la altura aproximada es de 60 m.

El deslizamiento a causado la destrucción total de la plataforma de la carretera provocando hundimientos en los sectores adyacentes.

Para el análisis respectivo se han efectuado dos perforaciones diamantinas (P-18 y P-19), calicatas con muestreo inalterado, SEV, etc., cuyos resultados se pueden apreciar en los anexos respectivos.

- □ Deslizamiento Prog.: 276+000 – 276+160.- Se trata de un deslizamiento rotacional de materia coluvial arcillo – limoso con inclusiones de grava y fragmentos rocosos mayormente angulosos y de naturaleza calcárea.

El talud promedio es de  $15^{\circ}$  y la zona afectada tiene una longitud total de 160 mts., la altura de talud es de 50 mts.

Este fenómeno ha causado el asentamiento y desplazamiento de la carretera, con destrucción del pavimento en todo el sector.

Para el análisis e interpretación ingeniero-geológico respectivo se han efectuado dos perforaciones diamantinas (P-16 y P-17), calicatas, SEV cuyos resultados se pueden apreciar en los anexos respectivos.

En la progresiva 288+900 se encuentra ubicada la Quebrada El Tingo, de 50 mts de ancho, que sigue el lineamiento de una falla regional, donde se ha producido un embalse que ha desencadenado un huayco de grandes proporciones que ha hecho colapsar al puente existente.

#### 4.3.6 TRAMO VII.- Km. 289+000 - 291+000

Es un tramo que presenta características geotécnicas catalogadas como MUY DIFICIL.

Es una ladera con pendientes promedio de  $50^\circ$  y 25 m de altura considerada como empinada.

Litológicamente está compuesta por materiales sueltos coluviales arenolimoso, con inclusiones de bloques rocosos grandes y gravas subangulosas.

Se presentan numerosos tramos con inestabilidad en los taludes tanto de corte como inferior. De igual modo se presentan tramos con problemas de erosión fluvial.

Los suelos se clasifican como gravas arcillosas (GC) con contenido de fracción limo-arcillosa de 30 – 35 %. Presentan las siguientes características físico mecánicas:

▸ $\square$ Ip	=	12 %
▸ $\square$ Densidad Natural Seca	=	1.94gr/cm <sup>3</sup>
▸ $\square$ Corte Directo:		
$\phi$	=	$47^\circ$
c	=	0.75kg/cm <sup>2</sup>
Compresión Triaxial		
$\phi$	=	$26.10^\circ$
c	=	0.15 – 2.06 kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.3.7 TRAMO VIII.- Km. 291+000 - 294+000

Se puede considerar como un tramo con características DIFICILES desde el punto de vista geotécnico. Este tramo presenta zonas localizadas y puntuales con problemas de erosión fluvial y localmente zonas con derrumbes de material suelto.

Geomorfológicamente se trata de una laderas rocosas altas con fuertes pendientes hasta escarpadas.

Los taludes rocosos (Prog. 292+100 – 292+170, Prog. 292+900 – 293+220, Prog. 293+350 – 293+430 y Prog. 293+730 – 293+780) están conformados por rocas del Grupo Mitu, que comprenden areniscas de grano gruesas a finas, en estratos gruesos y delgados con dirección promedio N15°O y buzamiento 10° NE, es decir hacia la dirección del río.

Los de material suelto comprenden depósitos coluviales gravosos (GC y GM) con bajo contenido de fracción limo-arcillosa (10 – 20 %) y presentan las siguientes propiedades:

▸ □ Densidad Natural Seca	=	1.86	kg/cm <sup>3</sup>
▸ □ Humedad Natural	=	2.08	%
▸ □ Corte Directo	:		
φ	=	35°	
c	=	0	

#### **4.3.8 TRAMO IX.- Km. 294+000 - 296+000**

En forma general todo el tramo se presenta con características geotécnicas MUY DIFÍCILES.

Se desarrolla como una ladera con inclinaciones del orden de los 70°, conformado en parte por roca y en parte por depósitos coluviales.

Los taludes rocosos (Prog. 294+000 – 194+180, Prog. 294+250 – 294+380 y Prog. 295+760 – 295+790), están conformados por areniscas de color rojo morado, en capas delgadas a medianas, con dirección predominante N20°O y buzamiento 15° NE, se presentan poco fracturadas y poco alteradas.

Los taludes de material suelto están constituidos por depósitos coluviales, gravo arcillosos (GC y GM) con inclusiones de bloques rocosos y gravas angulosas. Los materiales se presentan húmedos y poco consolidados, y presentan las siguientes propiedades:

▸ □ Índice de Plasticidad	=	13.36	%
▸ □ Densidad Natural Seca	=	1.00	kg/cm <sup>3</sup>
▸ □ Humedad Natural	=	2.18	%
▸ □ Expansión Libre	=	3.20	%
▸ □ Presión de Expansión	=	0.41	Kg/cm <sup>2</sup>
▸ □ Ensayo Triaxial	:		
φ	=	30.70°	
c	=	2.18	Kg/cm <sup>2</sup>

En este sector se desarrollan grandes deslizamientos antiguos reactivados ( Prog. 294+630 – 295+850), que han provocado el colapso de la carretera, dentro de los cuales podemos indicar los siguientes

#### **Deslizamiento 294+630 - 295+850**

Se presenta en una zona de grandes deslizamientos antiguos y recientes, que tienen su inicio sobre el nivel 1,240 msnm; los deslizamientos forman un gran circo cóncavo conformado por material coluvial con bloques heterométricos de arenisca color morado.

El plano de falla se ubica en el contacto del depósito coluvial y las areniscas del Grupo Mitu, que tiene una inclinación hacia el río con ángulo de buzamiento del orden de 25°, lo que determina condiciones favorables para el desarrollo del deslizamiento.

Dentro de este gran deslizamiento antiguo se han formado nuevos deslizamientos activos, que se ubican de la siguiente manera:

- Deslizamiento Prog. 294+630 – 294+980  
Presenta depósitos coluviales gravosos – limo-arcillosos de baja plasticidad. La grava es de forma angulosa y presenta un comportamiento friccionante

La geometría del talud bordea los 35.0 m de altura con una pendiente de 50° - 60°

El plano de falla se ubica en el contacto entre el depósito coluvial y las areniscas del grupo Mitu, cuya dirección de buzamiento está en dirección del río.

- Deslizamiento Prog. 294+980 – 295+485

Entre la Prog. 295+090 - 295+220 se presenta un deslizamiento activo tipo flujo, formado por saturación de los suelos y ha ocasionado daño a la carretera.

- Deslizamiento Prog: 295+485 – 295+850

Se trata de un deslizamiento antiguo semiestabilizado con altura promedio del orden de los 30 – 35 m y con pendientes de 50 – 60°

#### 4.3.11 TRAMO XI.- Km. 296+000 - 299+000

Este tramo presenta buenas características desde el punto de vista geotécnico salvo en zonas muy puntuales presenta desprendimientos y pequeños derrumbes de material coluvial.

Está conformado en parte por taludes rocosos (23.50 %) y en parte por depósitos coluviales. Los taludes rocosos y sus características se presentan en el cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 4-8**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS TALUDES ROCOSOS**

TRAMO	UNIDAD LITOLÓGICA
296+245 – 296+420	Areniscas y conglomerados gruesos del Gr. Mitu, masivos y compactos.
296+460 – 296+530	
296+920 – 297+020	Calizas de la Fr. Chambará, en capas medianas con dirección N55°O y Buz. 40° SO. El buzamiento es contra la pendiente
297+100 – 297+150	
297+160 – 297+220	
297+270 – 297+330	
297+350 – 297+380	Calizas de la Fr. Aramachay y Condorsinga, respectivamente, grises, en estratos medios a delgados algo flexuradas, con dirección N20°E y Buz. 80° SE, contra la pendiente. con moderado fracturamiento.
298+090 – 298+150	Brechas calcáreas de la Fr. Corontachaca de color gris, en estratos gruesos, compactos y masivo, con dirección N50°O y Buz. 30° SO.
298+900 – 299+000	

Los taludes de material suelto están conformados por depósitos coluviales mayormente gravo arcillosos (GC), con bajo contenido de la fracción limo-arcilloso (13 – 30 %), mayormente consistente y presentan las siguientes propiedades físico-mecánicas:

▸ $I_p$	=	13	%
▸ $\rho$ Densidad Natural Seca	=	1.74	gr/cm <sup>3</sup>
Para suelo Saturados	=	18	%
▸ $\rho$ Compresión No Confinada	=	1.74	Kg/cm <sup>2</sup>
▸ $\rho$ Corte Directo			
$\phi$	=	34.50°	
c	=	0.1	Kg/cm <sup>2</sup>
▸ $\rho$ Expansión Libre	=	0.7 – 5.0	%
Presión de Expansión	=	0.14 – 0.7	Kg/cm <sup>2</sup>
▸ $\rho$ Compresión Triaxial:			
$\phi$	=	30.70°	
c	=	2.15	Kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.4 PARAMETROS GEOTECNICOS

Las características geotécnicas de los diferentes tipo de suelos, se han evaluado para los diferentes tramos de la zonificación geológica – geotécnica (Tramos) y diferentes tipo de suelos, propiedades físico-mecánicas de suelos (ver Cuadro N°: 4-7). Los principales parámetros geotécnicos considerados son:

$\gamma$	=	Densidad del suelo	Tm/m <sup>3</sup>
$\phi$	=	Angulo de Fricción Interna	(Grados)
c	=	Cohesión	(Tm/m <sup>2</sup> )

Dicha evaluación tiene por objeto proporcionar los parámetros necesarios y característicos para el cálculo de los diseños de las diferentes obras de ingeniería y para el cálculo de análisis de la estabilidad de taludes:

En el siguiente cuadro se presentan los parámetros geotécnicos de los tramos mencionados:

**PARÁMETROS GEOTECNICOS**

TRAMO	TIPO DE SUELO	FORMACIÓN GEOLOGICA	PARAMETROS GEOTECNICOS			
			$I_p$ (%)	$\phi$ (°)	$c$ (Kg / cm <sup>2</sup> )	$g$ (Tm/m <sup>2</sup> )
259+000 – 270+000	Arcilla	Fr. Celendín	26.32	4.90°	0.50	1.60
270+000 – 273+000	Arcilla	Fr. Quilquiñan y Fr. Chúlec.	19.37	6.20°	0.85	1.72
273+000 – 275+000	Arcilla gravosa	Fr. Quilquiñan y Fr. Chúlec.	19.0	20°	0.50	1.70
275+000 – 276+000	Arcilla gravosa	Fr. Quilquiñan	25.74	20° - 24°	0.25 – 0.30	1.80
276+000 – 289+000	Grava arcillosa	Fr. Quilquiñan y Fr. Chambará y Gr. Mitu.		17.10°	0.15	1.76
289+000 – 291+000	Grava arcillosa	Grupo Mitu	12	26.10°	0.15 – 2.06	1.94
291+000 – 294+000	Grava arcillosa	Grupo Mitu		35°	0	1.86
294+000 – 296+000	Grava arcillosa	Grupo Mitu	16.36	30.70°	2.18	1.00
296+000 – 299+000	Grava arcillosa	Grupo Mitu	13	30.70°	2.15	1.74

## **CAPITULO V.- CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

### **5.1 CANTERAS**

#### **5.1.1 TRABAJOS DE CAMPO**

El reconocimiento de fuentes de aprovisionamiento de materiales para obras, se realizó a lo largo del sector de estudio, habiéndose ubicado bancos de materiales aluviales y coluviales, apropiados para los procesos de explotación. Las muestras de estos materiales fueron remitidas al laboratorio para los exámenes respectivos, con la finalidad de determinar su calidad para ser empleados en las diferentes obras necesarias para la rehabilitación de la carretera Puerto Naranjitos – Pedro Ruiz.

Los trabajos de campo consistieron en la localización de canteras y su evaluación preliminar superficial, determinación de la potencia estimada, ubicación con respecto al eje de la vía, accesos, posibles usos, etc.

Se han determinado 04 (cuatro) fuentes de materiales como canteras en el tramo, las mismas que se resumen en el Cuadro N°

##### **5.1.1.1 CALICATAS Y MUESTREOS**

Se efectuaron excavaciones de calicatas en cada cantera, con la finalidad de obtener las características, homogeneidad, espesor y composición litológica del material.

De igual manera se obtuvieron muestras para efectuar los ensayos de laboratorio para estimar su uso y tratamiento para las obras proyectadas.



### 2.1.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos correspondientes que se han considerado son los siguientes:

- ▶  ENSAYOS ASTM
- ▶  LIMITE LIQUIDO
- ▶  INDICE PLASTICO
- ▶  ABRASIÓN
- ▶  IMPUREZAS ORGANICAS
- ▶  P.E BULK (BASE SECA)
- ▶  P. ESP. (APARENTE)
- ▶  ABSORCIÓN
- ▶  CARAS FRACTURADAS
- ▶  PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
- ▶  ADHERENCIA
- ▶  EQUIVALENTE DE ARENA
- ▶  SALES SOLUBLES
- ▶  DURABILIDAD
- ▶  PESO UNITARIO SUELTO
- ▶  PESO UNITARIO COMPACTADO
- ▶  VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R)

### 5.1.2 DESCRIPCION DE CANTERAS

#### CANTERA EL ARENAL

Se encuentra ubicada en la Progresiva Km. 261+600 de la carretera Corral Quemado – Río Nieva, dentro del sector de estudio; tiene un acceso de 100.0 m, en buen estado hacia el lado izquierdo de la vía. Esta cantera esta conformada por material tipo aluvial, depositado en forma de playa en el lecho del río Utcubamba.

Se estima una potencia de 80,000 m<sup>3</sup> de material gravo-arenoso con contenido de arena fina con limo. Los fragmentos tienen forma subredondeada a redondeada.

Dentro de la clasificación del Sistema Unificado SUCS, ha sido identificado como GP-GM.

Por el motivo que esta cantera se encuentra ubicada a orillas del río Utcubamba (zona de inundación), es recomendable que su explotación se realice en épocas de estiaje (mayo a noviembre), con lo cual se obtendría un mejor aprovechamiento del recurso.

En esta cantera existe además una terraza ubicada fuera de la zona de inundación.

### **CANtera UTCUBAMBA**

Se encuentra ubicada en la Progresiva Km. 248+740 de la Carretera Corral Quemado-Ri  Nieva, dentro del sector de estudio. Cuenta con un acceso de 100.0 m. de longitud, ubicado hacia el lado izquierdo de la via.

Esta cantera esta conformada por material fluvio-aluvial depositado por el ri  Utcubamba.

Se estima una potencia de 100,000.0 m<sup>3</sup> de material gravo-arenoso, con arena fina, los fragmentos gravosos son subredondeados a redondeados. Este material dentro de clasificación del Sistema Unificado de Suelos SUCS, es GP-GM.

### **CANtera EL CEREZO**

Se ubica en la Progresiva Km. 280+800 de la Carretera Corral Quemado – Ri  Nieva, dentro del sector de estudio, con acceso directo hacia el lado derecho de la via.

Esta conformado por material fluvio-aluvial, gravo-arenoso, bien gradado, los fragmentos tienen forma subredondeada a redondeado, cuya clasificación según el Sistema Unificado es GW-GC.

Se estima una potencia de 60,000.0 m<sup>3</sup>, del cual el 15 % son bloques rocosos de gran tamaño no utilizable.

### **CANtera EL TINGO**

Se encuentra ubicada en la Progresiva Km. 288+740 al lado izquierdo de la carretera. Cuenta con un acceso de 50.0 m. en buen estado.

Se encuentra en el cono de deyección de la Quebrada El Tingo. Conformada por material aluvial, gravo-arenoso y areno-limoso SM - GW.

Se estima una potencia de 80,000.0 m<sup>3</sup>, de material con rendimiento de 60 %.

## CANTERA COCAHUAYCO

Se encuentra ubicada en el Km. 299+000 hacia el lado derecho de la carretera. Cuenta con un acceso de 20.0 Km. en buen estado.

Corresponde a un depósito fluvial conformada por material aluvial, gravo-arenoso pobremente gradado GP. Se estima una potencia de 100,000.0 m<sup>3</sup>, de material con rendimiento de 80 %.

### 5.1.3 CANTERAS DE ROCAS

Las canteras de rocas se han ubicado en los siguientes sectores

**CANTERAS DE ROCAS** CUADRO Nº 5-1

PROGRESIVA	UBICACION	ACCESO	POTENCIA m <sup>3</sup>
270+240	LADO DERECHO	50.0 m	70,000
271+300	LADO DERECHO	50.0 m	60,000
281+400	LADO DERECHO	50.0 m	90,000
283+300	LADO DERECHO	50.0 m	60,000
286+200	LADO DERECHO	50.0 m	70,000

De acuerdo al análisis microscópico de las rocas que conforman estas canteras se han clasificado como calizas y areniscas.

En el cuadro Nº 5.2 se presenta el resultado de los análisis Petrográficos microscópicos, así como los resultados de los ensayos de laboratorio de rocas, para ser empleadas en las diferentes obras de rehabilitación de la carretera.

## 5.2 FUENTES DE AGUA

Con la finalidad de identificar las fuentes de agua para ser empleado en las diferentes obras de rehabilitación de la vía, se ubicaron fuentes de régimen permanente, a las mismas que luego de la toma de muestras respectivas se realizaron los análisis químicos respectivos, para la verificación de su calidad para su uso.

Las fuentes de agua identificadas corresponden a los torrentes más significativos dentro del sector de estudio y que cuentan con acceso.

Las muestras de agua analizadas, cumplen con las especificaciones técnicas para su empleo en las Obras de Concreto de Cemento Pórtland (Norma Técnica ITENTEC 339.088)

En el Cuadro N° 5.3, se presenta la relación de las fuentes de agua y los ensayos de laboratorio ejecutados.

**CUADRO N° 5-2**

**CANTERAS DE AGREGADOS**

CANTERA	UBICACION	ACCESO (Km.)	MATERIALES	USOS	POTENCIA ESTIMADA (m³)
COCAHUAYCO	Km. 299+000	20.0	Agregado grueso y fino	SBG, BG,MAF, TSB,MCP	100,000
EL ARENAL	Km. 261+600	100.0	Agregado grueso y fino	R, SBG, BG, MCP, MAF, TSB	80,000
UTCUBAMBA	Km. 259+000	11.30	Agregado grueso y fino	R, SBG, BG, MCP, MAF, TSB	100,000
EL CEREZO	Km. 280+800	Directo	Agregado grueso y fino	R, SBG, BRG	60,000
EL TINGO	Km. 288+740	0.05	Agregado grueso y fino	R	80,000
Km. 270+240	Km. 270+240	0.05	Roca	EN, ES, G	70,000
Km. 281+400	Km. 281+400	0.05	Roca	EN, ES, G	90,000
Km. 283+300	Km. 283+300	0.05	Roca	EN, ES, G	60,000
Km. 286+200	Km. 286+200	0.05	Roca	EN, ES, G	70,000

**NOTA:** Nomenclaturas:

R = Relleno

SBG = Sub-base Granular

BG = Base Granular

MAC = Mezcla Asfáltica

TSB = Tratamiento Superficial

MCP = Concreto

G = Gaviones

EN = Enrocado

ES = Espigones

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

	EL ARENAL		EL CEREZO		EL TINGO		COCAHUAYCO	
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
LIMITE LIQUIDO (%)			31.0			19.0	25.0	
INDICE PLASTICO (%)	NP		9.0		No Presenta	No Presenta	No Presenta	
ABRASIÓN (%)		21.30		30.10				21.20
IMPUREZAS ORGANICAS	Aceptable		Aceptable				Aceptable	
P.E BULK (BASESECA) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.642	2.639	2.722	2.743			2.617	2.595
P.E BULK (BASESATURADA) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.664	2.659	2.745	2.761			2.641	2.617
P. ESP. (APARENTE) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.702	2.693	2.786	2.795			2.682	2.653
ABSORCIÓN (%)	0.84	0.76	0.84	0.68			0.94	0.8449
CARAS FRACTURADAS (%)		No Presenta		100.0				15.2
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)		7.40		6.50				12.90
ADHERENCIA (%)		+ 95		+ 95				+ 95
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	50.0		28.50				90.90	
SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.0528	0.0040	0.024	0.0058			0.0097	0.0030
DURABILIDAD (%)	3.10	2.85	3.26	2.90			3.29	3.09
PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.596	1.743	1.423	1.539			1.596	1.620
PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.734	1.825	1.699	1.743			1.768	1.774
C. B. R. (%)								
AL 95 % M. D. S.	25.0		70.05		37.0		28.15	
AL 100 % M. D. S.	99.50		118.40		88.50		92.20	
CLASIFICACION SUCS	<b>SP-SM</b>		<b>GW-GC</b>		<b>GW</b>	<b>SM</b>	<b>GP</b>	

RENDIMIENTO DE CANTERAS DE ROCA

CANTERA	INFLUENCIA	T A M A Ñ O S ( mm )					RENDIMIENTO 0.25 mm ( % )
		0.25 ( % )	0.25 - 0.60 ( % )	0.60 - 0.85 ( % )	0.85 - 1.20 ( % )	1.20 - 1.70 ( % )	
270+240	270+155 - 270+305 266+720 - 266+885	70	30				30
271+300	271+205 - 271+400 274+295 - 274+510	35	25	20	15	5	65
281+400	281+340 - 281+535	25	30	30	10	5	75
283+300	283+300 - 283+450	25	30	30	10	5	75
286+200	286+135 - 286+985	25	30	30	10	5	75

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- **ASOCIACIÓN DE CARRETERAS DEL JAPÓN – MASONIC 39 MORI BUILDING.-** Manual de Protección de Taludes.
- 2.- **ALVA HURTADO, Jorge E.-** Mecánica de Suelos Aplicada a las Cimentaciones.
- 3.- **BELLIDO BRAVO, Eleodoro. 1979.-** Sinopsis de la Geología del Perú. Boletín Serie A N° 22– INGEMET
- 4.- **BOWLWS JOSEPH, E.-** Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos
- 5.- **BRAJAN, Das.-** Principios de Ingeniería de Cimentaciones.
- 6.- **C I S M I D :-** Seminario de Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica
- 7.- **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU. CENTRO DE CAPACITACION PERMANENTE EN INGENIERIA.-** Curso de Deslizamientos de Taludes Naturales.
- 8.- **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU – 1997 .-** Programa de Actualización Profesional.- Estabilidad de Taludes.
- 9.- **DE SIMON GIL, Antonio – 1982.-** Clasificación Geomecánica Aplicados a los Taludes en Roca – “TECNITERRE” 2S – 308”.

- 10.- **ESCUELA SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN DE AGUAS "CHARLES SUTTON" – 1998.-** Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas.
- 11.- **G M I S. A. INGENIEROS CONSULTORES.-** Estudio Geológico – Geotécnico de la Carretera de Antamina.
- 12.- **G M I S. A. INGENIEROS CONSULTORES.-** Propuesta Técnica Económica para La Rehabilitación de la Carretera Corral Quemado Río Nieva.- Tramo I.- Puerto Naranjitos – Pedro Ruiz.
- 13.- **G M I S. A. INGENIEROS CONSULTORES.-** Estudio Geológico – Geotécnico de la Carretera Cajamarca – Celendín.
- 14.- **HENRI CAMBEFORT.-** Geotecnia del Ingeniero.- Reconocimiento de Suelos.
- 15.- **INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO – INGEMET.-** Geología de los Cuadrángulos de Báguá Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. Boletín N° 56, serie A Carta Geológica nacional. Por Agapito Sánchez F. (1995)
- 16.- **INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO – INGEMET.-** Boletín N° 17. Dirección de Geotecnia. Geodinámica e Ingeniería Geológica, mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú (1997)
- 17.- **KRININI P. DIMITRI y JUDD P. WILLIA, .-** Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros.
- 18.- **LEGGET – KARROW .-** Geología aplicada a la Ingeniería Civil.
- 19.- **LOPEZ JIMENO, Carlos.-** Manual de Estabilización y Revegetación de Taludes.



- 20.- MARTINEZ VARGAS, Alberto.-** Geotecnia para Ingenieros.- Principios Básicos – 1990.
- 21.- OCAMPO, Adolfo.-** Exploración y Muestreo de Suelos, para Proyectos de Cimentaciones – 1984.
- 22.- SERVICIOS DE INGENIERIA ASOCIADOS – CPS DE INGENIERIA S. A. – GAGO TONIN S. A. -** Estudio de Ingeniería de la Carretera Corral Quemado – Río Nieva.- 1966.
- 23.- TERZAGHI KARL .-** Mecánica de Suelos Aplicada a la Ingeniería Práctica.

## ANEXOS

Consultar el capítulo completo en formato impreso